

ANTONIO ARELLANO HERNÁNDEZ

La Producción Social de  
Objetos Técnicos Agrícolas



Antonio Arellano Hernández, realizó estudios de Agronomía en las Universidades Chapingo y Autónoma de Nuevo León; de Maestría en Sociología en la Autónoma del Estado de México; de doctorado en Antropología, en la Universidad Laval de Quebec, Canadá, y de Postdoctorado, en el Centro de Sociología de la Innovación de la Escuela Nacional Superior de Minas de París, trabajando con Bruno Latour y en el Laboratorio de Antropología Social en la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales trabajando con Philippe Descola.

Ha publicado el libro **La institucionalización de las Ciencias Agrícolas en México, una intervención sociológica** y artículos sobre la sociología de las ciencias y técnicas.

**LA PRODUCCIÓN SOCIAL DE LOS OBJETOS  
TÉCNICOS AGRÍCOLAS: ANTROPOLOGÍA DE LA  
HIBRIDACIÓN DEL MAÍZ Y DE LOS AGRICULTORES  
DE LOS VALLES ALTOS DE MÉXICO**

**Antonio Arellano Hernández**

---

Esta versión ha sido preparada por Laura Maria Morales Navarro  
de conformidad con el original

©Universidad Autónoma del Estado de México  
Instituto Literario 100 Ote. C.P. 50000  
Toluca, México  
Impreso en México  
Printed in Mexico  
ISBN 968-835-424-4

Con todo cariño para  
*Hiatzi, León, Marcos, Francisco Javier y Nidia*

## CONTENIDO

---

ÍNDICE DE CUADROS	.....	06
ÍNDICE DE FIGURAS	.....	08
PREFACIO	.....	10
PRESENTACIÓN	.....	12
INTRODUCCIÓN	.....	14
<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS TEÓRICOS, PROBLEMÁTICA METODOLÓGICA Y PRESENTACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO ...</b>		19
1. Aspectos teóricos	.....	19
1.1. El objeto técnico	.....	31
1.1.1. Origen y naturaleza de los objetos científico-técnicos	.....	31
1.1.2. Estructura de los objetos científico-técnicos	.....	40
1.1.3. Funcionamiento de los objetos técnicos	.....	43
1.2. Producción y adopción de los objetos técnicos	.....	45
1.2.1. Producción de objetos técnicos	.....	46
1.2.2. Adopción y adaptación de los objetos técnicos	.....	49
1.3. Los estudios sociales en las ciencias y técnicas agrícolas	.....	54
2. Metodología	.....	59
3. Tema de estudio	.....	69
<b>CAPÍTULO II. LA TENTATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE MAÍZ MEJORADO GENÉTICAMENTE</b>	.....	73
1. Maíz y agricultores, los sujetos del mejoramiento y de la ciencia	.....	74
2. Orígenes de la red de maíz mejorado	.....	80
3. Formulación de hipótesis y delimitación de los actores	.....	86
3.1. Definición de los problemas de investigación	.....	86
3.2. Formulación de hipótesis	.....	88
3.3. Definición de los actores	.....	90
3.4. Relaciones entre hipótesis y actores	.....	92
4. Instrumentación de la manipulación de los actores (la interposición de los científicos)	.....	98
5. Intervención sobre los actores	.....	110
5.1. Intervenciones sobre el maíz	.....	111
5.2. Negociaciones con los agricultores	.....	117
5.3. Negociaciones entre colegas	.....	122
6. Consolidación de las alianzas	.....	124

7. Fin de las negociaciones o cómo los políticos participan en el mejoramiento de maíz .....	127
8. Conclusión. La construcción de una red de <i>maíz mejorado genéticamente</i> .....	130
<b>CAPÍTULO III. LOS DEBATES ENTRE LA GENÉTICA Y LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS: LAS OFERTAS DE MAÍZ MANIPULADO CIENTÍFICAMENTE</b> .....	134
1. Reconsideración del programa de mejoramiento del maíz y del papel de los agricultores de las zonas de agricultura pluvial .....	138
2. Primera tentativa de formación de la red de maíz mejorado de agricultura pluvial .....	140
2.1. Formulación de hipótesis en torno al mejoramiento del maíz de agricultura pluvial .....	140
2.2. Los actores confrontados a la sequía .....	143
2.3. La instrumentación de la manipulación de los actores según los intereses nacionales e internacionales de los investigadores sobre el maíz .....	146
2.3.1. Creación del Centro Internacional de Hibridación del Maíz (CIMMYT) .....	147
2.3.2. Creación de un Centro de Hibridación de Maíz de Sequía en el INIA .....	148
2.4. Intervención sobre los actores .....	149
2.5. La emigración de los investigadores y el cese de las controversias científico-técnicas sobre maíz mejorado de sequía .....	151
3. Interludio en las políticas de mejoramiento .....	152
4. Segunda tentativa de formación de la red de maíz mejorado para la AP .....	154
4.1. Definición de los actores y de las acciones de mejoramiento para volver eficaz la producción agrícola pluvial .....	155
4.2. Los dispositivos para manipular el maíz y los agricultores de las zonas no irrigadas .....	159
4.3. Definición de los actores y distribución de las tareas .....	163
4.4. Movilización y politización de los actores .....	166
4.5. Disolución del programa de investigación: el maíz de sequía en la Mesa Central de México .....	169

5. Nacimiento de la disciplina de Productividad de Sistemas Agrícolas y las controversias sobre la representatividad del maíz manipulado científicamente .....	170
5.1. La puesta en ruta de los mecanismos de intervención sobre la productividad de los sistemas de maíz .....	176
5.2. ¿Los investigadores de la Productividad se constituyeron en los representantes de la red de maíz manipulado científicamente? ..	181
6. Conclusión. La situación de la red de maíz manipulado científicamente en 1980 .....	186
<b>CAPÍTULO IV. LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN-DIVULGACIÓN DEL MAÍZ EN LOS VALLES ALTOS DEL ESTADO DE MÉXICO ENTRE 1985 Y 1993</b> .....	190
1. La puesta en escena de la divulgación técnica como fuente para resolver la roblemática de la producción de maíz en los años ochenta en México ..	192
1.1. Programa de Incremento de la Producción de Maíz (PIPMA) .....	193
1.2. Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología (PRONAMAT)	195
1.3. El PRONAMAT en el Estado de México .....	201
2. Programa Especial de Producción de Maíz del Estado de México (PEPMA) .....	202
2.1. Definición y coordinación de las acciones de divulgación por el PEPMA entre 1990 Y 1992 .....	208
2.1.1. El PEPMA-1990 .....	208
2.1.2. El PEMPA-1991 .....	217
2.1.3. Privatización del PEMPA, divulgación entre 1992 y 1993	223
3. Utilización de las técnicas del cultivo de maíz por los agricultores de los Valles Altos del Estado de México .....	228
3.1. Técnicas de cultivo de maíz en los Valles Altos del Estado de México .....	229
3.2. Uso de técnicas agrícolas y semillas mejoradas en San Pedro La Concepción .....	238
4. Conclusión. La desagregación del proyecto de divulgación .....	243
<b>CONCLUSIONES</b>	
LA INACABADA REALIZACIÓN DE LA RED MAÍZ MEJORADO CIENTÍFICAMENTE .....	246
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	261
<b>REPERTORIO DE SIGLAS EMPLEADAS</b> .....	288

## ÍNDICE DE CUADROS

---

Cuadro 1. Usos del maíz según su anatomía.....	78
Cuadro 2. Contribución energética y proteica de nueve alimentos a la dieta nacional en 1987.....	78
Cuadro 3. Producción, superficie y productividad cerealera en México y el mundo.....	79
Cuadro 4. El maíz en el mundo y México.....	80
Cuadro 5. Utilización de semillas mejoradas en México entre 1945 y 1961.	121
Cuadro 6. Repertorio del maíz mejorado en la Mesa Central de México obtenido entre 1944 y 1960.....	136
Cuadro 7. Superficie, producción y rendimiento de maíz en México y en la Mesa Central (1961).....	137
Cuadro 8. Superficie cultivada, producción y rendimiento de maíz en México en 1965 en relación con 1940.....	139
Cuadro 9. Superficies cultivadas con maíz en diferentes condiciones en 1959	145
Cuadro 10. Formas de consumo de maíz en 1961.....	146
Cuadro 11. Variedades e híbridos liberados por el INIA para la Mesa Central entre 1961 y 1973.....	153
Cuadro 12. Colecciones de muestras de semillas autóctonas de cinco estados de la Mesa Central.....	158
Cuadro 13. Colecciones de muestras de semillas por el color del grano de seis estados de la Mesa Central recolectados entre 1971 y 1974.....	165
Cuadro 14. Presupuesto del INIA entre 1943-1984 en millones de pesos	168
Cuadro 15. Superficie, rendimiento y producción en la Mesa Central durante tres periodos entre 1961 y 1981.....	171
Cuadro 16. Media de los rendimientos bienales de maíz en la región del Plan Puebla.....	187
Cuadro 17. Porcentajes de utilización de las semillas mejoradas de maíz por unidades de producción y por tipos de productor en México y en la Mesa Central en 1970.....	188
Cuadro 18. Resultados de los experimentos y perspectivas de aumento de la producción nacional de maíz durante los ciclos 1988 y 1989.....	199
Cuadro 19. Rendimientos de las variedades mejoradas y de los híbridos más utilizados en el valle de Toluca.....	207

Cuadro 20. Hectáreas de maíz por condición de humedad y de productividad de los distritos de Toluca y de Atlacomulco, superficies del Estado de México y del PEPMA (1990) .....	209
Cuadro 21. Disponibilidad de semillas mejoradas de maíz para el ciclo 1990, por empresa o institución y superficies probables por sembrar....	210
Cuadro 22. PEPMA 1990, Unidades de divulgación, agricultores y superficies en los distritos agrícolas de Toluca y de Atlacomulco .....	211
Cuadro 23. Opinión de los agricultores sobre el trabajo de sus consejeros técnicos .....	212
Cuadro 24. Producción de maíz en toneladas en el Estado de México y los distritos agrícolas de Toluca y Atlacomulco (1986-1992) ..	213
Cuadro 25. Factores influyentes en el mejoramiento de las cosechas en 1990 según los agricultores.....	214
Cuadro 26. Rendimientos de maíz obtenidos (kg/ha) en diferentes condiciones de humedad según los programas de divulgación gubernamental normal y del PEPMA en el distrito agrícola de Toluca.....	215
Cuadro 27. Rendimientos actuales y potenciales de maíz en las condiciones de productividad en el Estado de México .....	217
Cuadro 28. Datos principales del PEPMA en 1991 .....	219
Cuadro 29. Porcentajes de utilización de insumos en el PEPMA 1991 ...	220
Cuadro 30. Disponibilidad, ventas, superficie sembrada y porcentaje de utilización de las semillas híbridas y VPL de maíz certificadas por la SNICS entre 1991 y 1994 .....	223
Cuadro 31. Superficie, productores y despachos de divulgación por distrito agrícola del PEPMA en 1992.....	226
Cuadro 32. Superficies programadas, sembradas y acreditadas del PEPMA 1993 .....	227
Cuadro 33. Fórmulas de fertilización más utilizadas por los agricultores ..	232
Cuadro 34. Utilización de semillas en el campo de observación del PEPMA 1993 .....	234
Cuadro 35. El PEPMA en San Pedro la Concepción en 1990 ..	240

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Las innovaciones agrícolas	58
Figura 2. México y la Mesa Central	66
Figura 3. El Estado de México	67
Figura 4. La anatomía del maíz	75
Figura 5. Producción de los principales cereales mundiales entre 1991 y 1996 (millones de ton.)	79
Figura 6. El Esquema de la hibridación	93
Figura 7. Esquema de la formación de variedades estabilizadas	95
Figura 8. Esquema de la selección masal	96
Figura 9. Esquema de asociaciones de actores, hipótesis e identidades	97
Figura 10. Obtención de Semillas Híbridas	105
Figura 11. Mejoramiento convergente	107
Figura 12. Método de Cruzas axb	108
Figura 13. La Mesa Central y la Potencialidad de sus Tierras	135
Figura 14. Rendimiento de dos variedades en relación con dosis diferentes de nitrógeno	141
Figura 15. El triángulo estratégico del Plan Puebla	157
Figura 16. Efecto genético de especialización a las condiciones de los campos experimentales	159
Figura 17. Esquema funcional del programa de maíz para sequía	161
Figura 18. El paso obligado de la innovación propuesto por la productividad	175
Figura 19. Dispositivo de manipulación de actores del método de campo en Guanajuato	179
Figura 20. Los cultivos de maíz y sorgo en el área de influencia del CIAMEC, Circular No. 40, 1973	182
Figura 21. Fórmulas de producción y mejoramiento del maíz en el Estado de Tlaxcala, Circular CIAMEC No 95, 1977	183
Figura 22. Organización de las disciplinas según el Grupo Interdisciplinario del Maíz (GIM)	185
Figura 23. El programa de alta tecnología de maíz BANAMEX	204
Figura 24. Relaciones entre el aumento del rendimiento y la superficie cultivada	211
Figura 25. El paquete tecnológico del maíz propuesto por el ICAMEX	222

Figura 26. Porcentaje de agricultores según el rango de superficie de sus Unidades de producción	230
Figura 27. Densidad de población de plantas por hectárea Empleadas por los productores del PEPMA 1993	232
Figura 28. Porcentajes de productores según la utilización de tipos de semillas	235
Figura 29. Porcentajes de siembra de híbridos, VPL y VL por subgrupo de agricultor	235
Figura 30. Composición de tipos de semillas utilizadas en las Unidades de producción por rango de superficie media del grupo que siembran VPL y VL	236
Figura 31. La localidad de San Pedro la Concepción	239

## **PREFACIO**

---

Respondo con entusiasmo a la solicitud del profesor Antonio Arellano Hernández de escribir un breve prefacio a la obra que él publica hoy. Mis prejuicios favorables se adquirieron cuando dirigía la tesis de doctorado, que es el origen del libro del cual conozco el valor.

El fruto principal de esta investigación no consiste en el de la historia detallada de la adopción progresiva —o de la resistencia a esta adopción— de semillas de maíz producidas en la confluencia de la investigación científica, de las políticas económicas y de los intereses de la industria en México. Tampoco se le encontrará en el cuidado etnográfico de la descripción minuciosa o en el hecho de no olvidar tal o cual información. En efecto el objetivo de este libro no consistió en hacer una descripción completa de un hecho social para después concluir con algunas interpretaciones. El autor no ha querido hacer un plano del territorio que él quería cubrir. No hay que leer este libro de esta manera.

He leído esta obra como si estuviera en el laboratorio de un antropólogo cuidadoso de otorgar honor a las sorpresas y a la inteligencia de la fabricación de hechos sociales a propósito de la producción política, económica y social de nuevas semillas de maíz. Este libro quiere darse los medios de reflexión adecuados a la complejidad de los hechos que se producen en la “red de maíz mejorado” en México durante y después de la segunda guerra mundial.

Como dice claramente el profesor Arellano, esta investigación estudia “el proceso de hibridación socio-técnica que ha marcado el desarrollo continuo de relaciones entre la construcción simbólica de problemas económico-sociales, la formulación de aporías científico-técnicas, los enunciados que conciernen a las alianzas posibles entre los actores, la puesta en escena de espacios de negociación fundados sobre la legitimidad de las investigaciones, la fabricación de laboratorios y de centros de producción de semillas mejoradas y los mecanismos para resolver los problemas

de representatividad de los actores”. Estamos en la perspectiva de los trabajos de Bruno Latour y las nociones teóricas del grupo del que forma parte.

Este libro nos ubica en un laberinto, en un dédalo donde los actores institucionales o individuales se responden sin verse necesariamente. En esta situación, cada uno juega su estrategia en una red que se impone progresivamente en la medida en que la historia avanza. En este asunto, cada partido tiene una parte de las reglas que marcan la negociación que se desarrolla. En síntesis, este sitio es complejo. Como en todo conjunto complejo, las reglas no son resumibles en un solo lugar ni estar disponibles por un solo actor; es posible esperar errores, sorpresas, mentiras, el juego del justo y el del injusto, y sobre todo a la emergencia de hechos novedosos. Estos hechos forman parte de las consecuencias de las decisiones tomadas por los actores, de las que nadie en particular es el autor. Tales consecuencias, que escapan a la conciencia de los actores hasta el punto de restituir sus posiciones de actores, desarrollan sus efectos desde que la complejidad del laberinto es suficiente. Los factores que aquí se encuentran copresentes avanzan en un movimiento de convergencia que entraña transformaciones de la red en la que los actores participan. Esta investigación nos sitúa en el corazón de la transformación de los hombres por la modificación de sus relaciones con los objetos técnicos y sin los cuales no habría humanidad, como diría Bruno Latour.

Necesitamos este libro y de los que le son similares, listos para abordar los *bricolages* humanizantes sin confundir los niveles de complejidad en disputa, sin pretender, como la voz *off-screen* de un documental, decir la verdad “desde afuera”. Aquí no hay verdad para “tirar línea”; sin embargo, siguiendo el trayecto del estudio mismo aparecen verdades a “considerar” (*envisager*) más que a “observar fijamente” (*devisager*), como diría Francois Juillien. Es lo menos que se puede hacer cuando se quiere salir de los modelos de verdad bajo control.

Deseo a este libro los lectores que merece, pues estoy convencido de que él es parte, junto con otros, de esos trabajos de antropología que deslegitiman las tentativas, aún tenaces, de alcanzar verdades humanas concebidas como mercancías almacenables.

Profesor Yván Simonis  
*Departamento de Antropología*  
*Universidad Laval, Quebec, Canadá*

## **PRESENTACIÓN**

---

Hacer un estudio sobre la acción de los científicos no es siempre fácil. Por un lado, la distancia antropológica del investigador no es suficiente cuando se considera como tema de estudio un grupo social que resulta casi de colegas. Por el otro, los científicos siempre tienen la posibilidad de responder las interpretaciones de los antropólogos de ciencias y técnicas más claramente que cuando éstos estudian sujetos sociales menos interesados en contestar los puntos de vista de otros grupos sociales. Pese a estas dificultades, se ha impuesto mi interés por comprender los factores sociales de la tecnociencia y la materialidad de las relaciones sociales; este interés ha remontado en mí el temor de ser contestado tanto por los antropólogos como por los agrónomos. En todo caso, si de esta investigación nace un diálogo profundo y productivo entre ellos, a propósito de la tecnología agrícola, entonces el trabajo habrá rendido frutos.

Expreso mi reconocimiento a Yván Simonis, de quien he recibido sugerencias cruciales para el desarrollo teórico y metodológico del trabajo. De igual forma agradezco los consejos de Pierre Maranda por contribuir al rigor antropológico de la investigación, y las sugerencias y lecturas críticas de Pierre Beaucage.

Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Autónoma del Estado de México —apoyándome en mi estancia en Québec y financiando una parte de la investigación—, del Gobierno del Estado de México, del Fondo George Henry Lévesque, quien financió una parte del trabajo de campo. Todos ellos contribuyeron para consagrarme a mis estudios en el ambiente estimulante de la Universidad Laval.

Agradezco a los institutos de investigación INIFAP, CIMMYT, ICAMEX (véase el repertorio de siglas), quienes se han dedicado desde hace décadas a la construcción de la Red Socio-Técnica Maíz Mejorado Científicamente. Mi gratitud a los responsables de esos centros por permitirme investigar sus instituciones. Mi admiración y respeto a los investigadores Antonio Turrent, Josué Gámez, Miguel Ángel Ávila, José Luis Arellano Vázquez, Salvador Sahagún y Hugo Mejía del INIFAP; a James Lothrop del CIMMYT; a Francisco Obregón y Juan José Márquez del ICAMEX; a Aquiles Carballo, Hermilo Ángeles, Heliodoro Díaz, Reggie Laird, Molina Galán y Leobardo Jiménez del Colegio de Postgraduados; a Rafael Ortega y Moisés Mendoza de la Universidad de Chapingo; a Antonio Rosales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas; a Carlos Alberto Trigos, divulgador del PEPMA durante el periodo 1991-1994; a los funcionarios de BANAMEX, FIRCO, COSIA, por permitirme acceder a los expedientes relacionados con la divulgación de técnicas del maíz en el Estado de México, particularmente mi agradecimiento a Leonardo González Tafolla, director de COSIA. Reconozco la amabilidad y amistad de Aristeo Álvarez Arratia y Antonio Turrent Fernández por permitirme expresar con libertad sus puntos de vista sobre su participación en el PEPMA, pues de esta manera todos los actores y personas que se describen en el trabajo son reales.

No olvido la paciencia con la que los agricultores de Los Valles Altos me transmitieron sus conocimientos y experiencias en la adopción y adaptación de las semillas mejoradas en las condiciones de sus terrenos, particularmente los de San Pedro la Concepción.

Mi reconocimiento a Claudia Ortega Ponce por su participación en el trabajo de campo de la transferencia de tecnología de maíz en los Valles altos, a Berenice Adriana Mondragón por colaborar en el trabajo de campo y a María Cristina Chávez por la lectura crítica de la primera versión del texto. Gracias por su solidaridad y amistad.

Este trabajo no hubiese podido tener buen fin sin el apoyo afectivo y la ayuda permanente de mi hijo León Arellano, y sin la solidaridad fraternal de Marcos Arellano, Francisco Javier Arellano y Nidia Torruco.

## INTRODUCCIÓN

---

La oposición entre la cultura y la técnica, entre el hombre y la máquina es falsa y sin fundamento; ella no recubre más que ignorancia y resentimiento. Ella oculta atrás un fácil humanismo, una realidad rica en esfuerzos humanos y en fuerzas naturales y que constituyen el mundo de los objetos técnicos, mediadores entre la naturaleza y el hombre.

*Gilbert Simondon (1989:9)*

Gálvez iba por las tardes a sentarse en la puerta del taller para ver cómo el viejo martillaba la enorme piedra que había acarreado del río... Finalmente... cuando Gálvez vio el resultado de los martillazos del viejo escultor preguntó: ¿y usted,... cómo sabía que había un caballito dentro de la piedra?

Jorge Enrique Adoum

El estudio antropológico del conocimiento y de los artefactos tiene una tradición antigua y vasta. Conocimiento y técnica son temas fundadores de la antropología; en nuestros días ellos son ineluctables. Múltiples teorías de la evolución cultural están basadas en el rol crucial que juega el cambio técnico. Además, el estatuto de las diferentes subdisciplinas de la antropología no puede fundamentarse legítimamente sin las contribuciones académicas, producto de sus estudios sobre las técnicas y las ciencias de las culturas que ellas estudian. Así, la identificación de los procesos de la evolución cultural no habría podido avanzar sin el análisis de los objetos recolectados en las excavaciones de los arqueólogos. Los sistemas de clasificación de la naturaleza y del progreso técnico de las sociedades tradicionales y de los grupos étnicos no occidentales no habrían podido ser comprendidos sin el conjunto de estudios etnocientíficos de la *New Ethnography* de los años cincuenta. También el estudio de los actos técnicos y de los saber-hacer ha proporcionado la base empírica de los trabajos

etnotécnicos sobre las actividades agrícolas, ganaderas y artesanales de múltiples grupos humanos.

A pesar de que el conocimiento y las técnicas hayan sido abordadas por la antropología después de su nacimiento, las investigaciones sobre la ciencia y la técnica contemporáneas son temas de estudios antropológicos recientes. El primer estudio etnográfico de una comunidad científica, realizado por un antropólogo profesional, es el de Sharon Traweek en 1988 (Rip, 1992). Después de este estudio fundador, se ha formado un grupo de antropólogos consagrados a institucionalizar los estudios sobre la ciencia y la técnica bajo la denominación de Antropología de la Ciencia y la Técnica (Hess y Layne, 1992).

La institucionalización de los estudios antropológicos de la ciencia y la técnica contemporáneas es el resultado del proceso de transformación interna de la disciplina (Lepenies, 1981: 257) y de los recientes progresos de los estudios de los sociólogos de la ciencia agrupados en el movimiento del giro antropológico, que nació epistemológicamente de la crítica contra la pretensión programática del programa fuerte de la sociología de la ciencia, el cual intentaba convertirse en el referente ineludible de los estudios microsociológicos de las ciencias (González y Sánchez, 1988). Este movimiento comprende tres enfoques principales: 1) El enfoque *constructivista*, promovido por Barnes (1980, 1982), niega la posibilidad de construir teorías generales y de causa-efecto sobre la conexión entre los factores sociales y cognitivos, proponiendo en su lugar el estudio de casos concretos, como la manera de abordar empíricamente la intervención de los factores sociales en el conocimiento. Para Barnes, el único supuesto de inicio es que el conocimiento está guiado por los intereses sociales, y el análisis de los casos concretos es el que puede identificar cada situación. 2) El enfoque *relativista*, conducido por Collins (1983) y Pinch (1985), intenta conocer cómo un hecho científico es fabricado y cuáles son las influencias sociales que participan en ese proceso. Ambos autores consideran que las controversias científicas de las ciencias duras son el mejor campo de observación de la producción científica; en ese sentido, no conceden importancia a los estudios etnográficos de las prácticas de laboratorio. 3) El enfoque de la *etnografía de laboratorios*, propuesto por Woolgar (1991), Latour (Latour y Woolgar, 1979) y Knorr Cetina (1983<sup>a</sup>, 1983<sup>b</sup> 1981), se interesa en mostrar la naturaleza social de los hechos científico-técnicos partiendo de estudios sobre la actividad científica *in situ* (en laboratorios y centros de investigación).

En el marco de estos avances antropológicos, esta investigación pretende contribuir al progreso teórico y metodológico de la antropología de la ciencia y la técnica tomando como referentes principales algunos principios del *Programa fuerte de la sociología de la ciencia y de la etnografía de laboratorios*, partiendo del estudio del mejoramiento técnico de las semillas mejoradas genéticamente para el cultivo del maíz.

La contribución a la antropología de la innovación técnica consiste, sobre el plan teórico, en la exploración del carácter único y no reproducible de los objetos técnicos. Sobre el plan metodológico se reúne el principio de simetría, de flexibilidad y de imparcialidad del programa fuerte de la sociología de las ciencias con la observación etnográfica de laboratorios, enriqueciendo las aportaciones de los dos acercamientos. Asimismo, se ilustran las particularidades de la innovación científica para la agricultura, que es un campo poco explorado por la antropología de la ciencia y la técnica.

Por otro lado, este trabajo intenta participar en la comprensión de la construcción social de los artefactos técnicos. Se trata de evidenciar los mecanismos sociales que permiten acordar la creación y puesta en escena de las técnicas, así como la traducción de las leyes de la naturaleza con los intereses de los actores sociales. Siguiendo un enfoque que liga la movilización de objetos técnicos y de grupos sociales, se estudiará el nacimiento y desarrollo del objeto técnico maíz mejorado científicamente en la región de los Valles Altos del Estado de México.

Aquí daré cuenta de un hecho social único e irrepetible: la construcción de una red socio-técnica de semillas de maíz mejoradas científicamente. La exposición de este hecho social coadyuvará a explicar la formación simultánea de la materialidad de las relaciones sociales y del carácter social de las técnicas. Asimismo, mostraré cómo las controversias científicas son el mecanismo social que pone en escena las rutas concretas que marcan las vías de la evolución técnica.

En cierta medida esta investigación está inspirada en los trabajos antropológicos de Emile Durkheim y Marcel Mauss sobre la actividad cognitivo-instrumental, y en sociológicos de Bruno Latour, Michel Callon, Madeleine Akrich y John Law sobre la ciencia y la técnica contemporáneas. Sin embargo, es importante aclarar que si bien se toman prestadas ciertas nociones de estos autores, esta investigación se apega a la práctica etnográfica del mejoramiento científico del maíz.

El periodo de observación empírica de la investigación agrícola se extiende de 1992 a 1996. En 1992 realicé un trabajo de campo exploratorio en México con el fin de evaluar la posibilidad de obtener los datos pertinentes para argumentar el tema de investigación. Los trabajos de campo de 1993-1994 y 1995-1996 me han permitido encuestar a científicos, divulgadores, ciertos vendedores de tecnología, funcionarios de los programas de divulgación técnica, así como a los agricultores de maíz de San Pedro la Concepción en el valle de Toluca-Atlacomulco en el Estado de México. Con todos ellos he conversado sobre la innovación tecnológica del cultivo del maíz.

Abordaré la producción social de los objetos técnicos agrícolas ilustrándola con el ejemplo de la investigación para el mejoramiento genético y la tecnología del maíz en el seno de la sociedad mexicana. Esta investigación ha seguido dos vías:

- 1) Una investigación teórica del proceso de construcción simultánea de los objetos técnicos y de la sociedad. Pretendo mostrar la eficacia de un cuadro interpretativo que, guardando una posición crítica frente a los acercamientos teóricos establecidos, pueda ser útil para rendir cuenta empíricamente de la práctica única de construcción de los objetos técnicos agrícolas como un proceso de adecuación entre entidades de naturaleza diferente.

- 2) Una investigación empírica sobre la producción social de objetos técnicos bajo dos aspectos: *a)* el estudio de las controversias y negociaciones científico-técnicas que han tenido lugar en la formación de variedades mejoradas y de híbridos de maíz para su adopción por los agricultores de la región de los Valles Altos del Estado de México, y *b)* el estudio de las relaciones que los investigadores mantienen con las leyes propias del maíz y con otros actores sociales.

En primer lugar, abordaré los aspectos teóricos, la metodología y la presentación del objeto de estudio. Enseguida, expondré la historia del mejoramiento genético del maíz y su relación con los agricultores; finalmente, expondré algunas conclusiones de la innovación técnica para la agricultura del maíz en México.

Esta historia seguirá una lógica que mostrará el nacimiento de la red maíz mejorado, entre 1938 y 1961 (capítulo II); los debates sobre la orientación de la

investigación genética del maíz y el nacimiento de la disciplina conocida bajo el nombre de Productividad de Sistemas Agrícolas, entre 1961 y 1985 (capítulo III); y la acción de los programas de investigación-divulgación de maíz en los Valles Altos del Estado de México, entre 1985 y 1993 (capítulo IV), en este cuarto capítulo se abordará la posición-respuesta de los agricultores de los Valles Altos del Estado de México y de la comunidad de San Pedro la Concepción del municipio de Almoloya de Juárez, en relación con las ofertas de semillas mejoradas entre 1990 y 1993. Finalmente, evocaré las enseñanzas de esta parte de la historia de la producción simultánea y no reproducible de técnicas y de hombres.

El proceso de mejoramiento genético del maíz en México se ilustrará tomando en cuenta el hecho de que este proceso es un caso estratégico tanto para la antropología de la innovación como para México. Para la antropología de la innovación, la manipulación genética y la fabricación de híbridos vegetales es un campo de investigación inexplorado. En este caso, los híbridos no serán metáforas o nociones que aluden abstractamente al mestizaje de realidades diferentes; en realidad, se tratará de un verdadero proceso de purificación y de mezcla de plantas diferentes. Para México, el maíz es uno de los objetos más enraizados cultural y socialmente; baste decir que de él dependen cuatro de cinco agricultores mexicanos; además, proporciona 59% de calorías y 39% de proteínas del régimen alimentario mexicano.

**CAPÍTULO I**  
**ASPECTOS TEÓRICOS, PROBLEMÁTICA METODOLÓGICA**  
**Y PRESENTACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO**

---

---

## **1. ASPECTOS TEÓRICOS**

Las cuestiones fundamentales que originan esta investigación son las siguientes: ¿cómo ciertas alternativas técnicas agrícolas son puestas a punto?,<sup>1</sup> ¿cómo ciertas opciones técnicas agrícolas son aceptadas socialmente en tanto que otras son rechazadas? y ¿cómo los objetos técnicos agrícolas median las relaciones humanas y naturales? De hecho todas estas preguntas se refieren a una sola: ¿cuáles son las interacciones entre la construcción de relaciones sociales y la fabricación de objetos técnicos agrícolas?.

Respecto a la reflexión teórica sobre esas cuestiones, se discutirán y precisarán las nociones ligadas a la producción de objetos técnicos agrícolas en un camino constructivo que permitirá fijar nuestra posición teórica; primeramente, se tratarán las nociones propedéuticas para el estudio de la fabricación de objetos técnicos (OT) (puntos 1.1 y 1.2); enseguida, se situará el objeto de la investigación en relación con los estudios sociales recientes sobre las ciencias y técnicas agrícolas (punto 1.3).

---

<sup>1</sup> Se considerará que una técnica es puesta a punto en el momento en que los científicos y tecnólogos consideran que un artefacto o método instrumental ha llegado a su término o que ha sido concluido (acabado).

En primer lugar, reconocemos que las definiciones de la producción social de los objetos técnicos que se adoptarán han sido influidos por los primeros trabajos de la antropología, representados por Durkheim y Mauss y los de la Escuela de Sociólogos y Antropólogos de la Innovación (ESAI).<sup>2</sup> En los trabajos de Durkheim y Mauss encontramos una inspiración para no separar radicalmente las nociones comprometidas con la tecnicidad. La ESAI, por su parte, ha atraído nuestra atención por la posición epistemológica de sus principales autores (Latour y Polanco, 1990; Latour, 1983 y 1985), contraria a la visión hiperespecializada del conocimiento y del saber-hacer modernos. Esta posición ha aclarado nuestras preocupaciones académicas anteriores (Arellano H., 1991: 141-174; 1994: c.p.)<sup>3</sup> e inspira, de cierta manera, la presente investigación.<sup>4</sup>

Tomar los objetos técnicos como tema de investigación implica participar en los compromisos teóricos asociados a los debates socioantropológicos sobre el estatuto epistemológico de la tecnicidad humana, de la ciencia y de la técnica, así como sobre las nociones de las relaciones entre técnica y sociedad. A continuación se explorarán esos debates.

En relación con el primer debate, los tecnólogos y los técnicos comúnmente afrontan la cuestión del estatuto epistemológico de la tecnicidad, distinguiendo las categorías de *técnica* y *tecnología*. Los argumentos más empleados por aquellos que intentan delimitar las fronteras entre técnica y tecnología como formas distintas del quehacer humano, mediado por objetos, consideran que: a) la tecnología es el discurso erudito sobre la técnica y que aquella, convertida en disciplina, sería la ciencia de las operaciones técnicas (Sebestik, 1984; Haudricourt, 1974) o “la ciencia de la naturaleza de las máquinas y de sus relaciones con el hombre (Simondon,

---

2 Esto que denominaremos Escuela de Sociólogos y Antropólogos de la Innovación es un movimiento que surgió de un conjunto de investigaciones sobre las ciencias y técnicas dirigidas por Michel Callon, Bruno Latour y Madeleine Akrich del Centro de Sociología de la Innovación de la Escuela Superior de Minas de París; John Law de la Universidad de Keele y Steve Woolgar de la Universidad de Brunel en el Reino Unido. En una conversación sostenida entre el autor y John Law en marzo de 1997, Law reconocía la existencia de la ESAI y aceptaba que su núcleo se integraba por las personas arriba enunciadas.

3 c. p. significa comunicación personal. Esto quiere decir que la información ha sido obtenida por medio de entrevistas que no fueron grabadas. Las siglas c.p.r. indican que las entrevistas fueron registradas en videocasete. En ambos casos, las informaciones se divulgan de conformidad con el autor.

4 Es importante mencionar que la crítica etnometodológica de M. E. Lynch (1982) a la visión hiperdisciplinaria de la ciencia y la tecnología ha contribuido a formar el carácter no disciplinario del programa de la ESAI.

1989:13), y *b*) que la tecnología es la producción de las técnicas en el contexto de las prácticas y de las instituciones científicas. Según este segundo acercamiento, el arado tirado por animales es una acción técnica que tiene como origen un desarrollo empírico, en tanto que la operación de un tractor es una acción tecnológica cuyo origen es el desarrollo de la racionalidad formal y material de ciertos grupos humanos.

Etimológicamente, la acepción de tecnología en el significado del estudio erudito de la técnica es plausible y pertinente, pero la fuerza social del término apunta al significado que corrientemente se le asigna como la tecnicidad en la época de la modernidad. Aislando ese debate que para el tema central de esta investigación no tiene algún aporte relevante, nos queda una discusión con aquellas que pretenden separar la acción instrumental premoderna y moderna mediante los términos de técnica y tecnología, respectivamente.

La distinción entre técnica y tecnología es imposible de fijar si consideramos que:

a) La ciencia y la técnica contemporáneas han acreditado y legitimado ciertas técnicas y conocimientos reconocidos como “tradicionales”; por ejemplo, el caso de la acupuntura y de la medicina herbolaria.

b) El vasto repertorio de investigaciones etnotecnológicas sobre el carácter adecuado de múltiples técnicas locales (Thierry, 1981), como las que ha estudiado la tecnología cultural (Haudricourt, 1968; Lemonnier, 1980).

c) El amplio repertorio de monografías de la etnociencia sobre la validez de las clasificaciones e instrumentaciones de la naturaleza por los grupos autóctonos (Berlin, 1963; Raven *et al.*, 1971).

d) Contrariamente a los puntos anteriores, se cuenta con evidencias (como el ejemplo del tractor) en las que las tecnologías son asimiladas socialmente sin la mediación de complejos esquemas mentales por parte de los usuarios considerados no modernos.

e) Las últimas alusiones a las *tecnologías híbridas*, como las técnicas en las que se mezclan desarrollos endógenos con innovaciones foráneas, muestra que las características de las primeras corresponden con las posibilidades de las segundas y viceversa.

La multiplicidad de clasificaciones de la técnica y de la tecnología pone en evidencia que a pesar de los esfuerzos de ingenio de sus autores, es imposible delimitar las fronteras entre ambos términos de manera definitiva. Para los fines de esta investigación, resulta ocioso tratar de especificar una delimitación entre las categorías en juego; por el contrario, se considera a la acción técnica moderna como una acción esencialmente técnica, por lo que en este sentido, este trabajo empleará esta palabra como el término de base para aludir al fenómeno de la tecnicidad.

El debate sobre los estatutos epistemológicos de la ciencia respecto a la técnica no es menos complicado que el debate sobre la tecnicidad humana, pues éste pone en el centro de la cuestión a la naturaleza de la actividad cognitiva respecto a la de la práctica. El reciente ingreso de la antropología al estudio de la tecnociencia se manifiesta en la ausencia de nociones estables sobre la naturaleza de la ciencia y la técnica contemporáneas. Esto significa que en el orden del día de la disciplina, uno de los trabajos importantes consiste en el rescate de las nociones fundamentales que los antropólogos clásicos han establecido para estudiar los conocimientos y técnicas de las culturas tradicionales y adecuarlas a los estudios de la tecnociencia. Aquí solamente nos concretamos al rescate de algunos principios útiles de este tema para el desarrollo conceptual de la presente investigación.

Prácticamente no hay antropólogo clásico que no haya abordado el problema de las representaciones simbólicas y las técnicas de las culturas que estudiaron. Sin embargo, el estudio de los sistemas de representación y clasificación de las culturas primitivas y exóticas tiene su antecedente en el artículo *De quelques formes primitives de classification, contribution à l'étude des représentations collectives*, publicado en 1903 por Durkheim y Mauss. En discusión con las tesis de Lévi Bruhl (1922), quien afirmaba que el pensamiento primitivo era “prelógico”, Durkheim y Mauss establecían la existencia de un pensamiento lógico en los primitivos, similar —bajo ciertos aspectos— al pensamiento científico. Para estos autores:

Las clasificaciones primitivas no constituyen singularidades excepcionales sin analogía con las que se usan en los pueblos más cultivados; ellas parecen, al contrario, reunirse sin solución de continuidad a las primeras clasificaciones científicas. Esto es en efecto, tan profundamente cierto que ellas difieren de estas últimas bajo ciertas relaciones, ellas no dejan, sin embargo, de tener todos los caracteres esenciales. De inicio, ellas son, tanto como las clasificaciones de los eruditos, sistemas de nociones jerárquicas (...) Además, esos sistemas, al igual que los de la ciencia, tienen un objetivo especulativo. Ellos tienen por objeto, no facilitar la acción, sino de hacer comprender, de rendir inteligibles las relaciones que existen entre los seres (Durkheim y Mauss, 1903: 6).

Con este escrito, Durkheim y Mauss delimitan una temática antropológica que consistiría en el estudio, la descripción y la interpretación de las representaciones colectivas y las clasificaciones de los grupos humanos no occidentales. Pero es Durkheim quien aporta una teoría del conocimiento colectivo y de las formas simbólicas en su obra *Les formes élémentaires de la vie religieuse*, en donde afirma que “las representaciones colectivas pueden constituirse en objetos materiales, figuras, movimientos, palabras, etc.” (Durkheim, 1912).

Ahora bien, la historiografía habitual asigna a Marcel Mauss, en la línea de Comte y Durkheim, la tarea programática de definir y delimitar el espacio social y la ciencia de lo social relacionada con la tecnicidad. Si para los etnocientíficos el precursor evidente es Durkheim, para los etnólogos de técnicas es Marcel Mauss.

Los textos en los que Mauss aborda los aspectos de la técnica han sido lo suficientemente importantes como para sentar las bases antropológicas de la temática.<sup>5</sup> En este sentido, Mauss ha proporcionado la idea de que la técnica tiene “una naturaleza general y humana”; es decir, que ella es “el signo cierto de la humanidad” (Mauss, 1927). Asimismo, ha indicado que las cosas concretas y materiales son hechos sociales; con esto, Mauss ha invertido la regla metodológica de Durkheim según la cual “hay que considerar los hechos sociales como cosas” (Mauss, 1947). Para este autor, las técnicas conscientes o tácitas son la razón práctica que funda actos tradicionales,

---

5 Mauss ha escrito los fundamentos antropológicos de la tecnicidad en algunas páginas en *Les divisions et proportions*, en 1927 (Mauss, 1927); *Les techniques du corps*, en 1936 (Mauss, 1936), retomada en *Sociologie et anthropologie* (Mauss, 1950) y el capítulo IV del *Manuel d'ethnographie*, en 1947.

necesarios, habituales, eficaces, y nuevas relaciones vitales<sup>6</sup> (Schlanger, 1991).

Marcel Mauss es un raro ejemplo de intelectual que no atribuye *a priori* un peso causal o un valor explicativo diferente al saber-decir (la fórmula explícita del conocimiento) y al saber-hacer (la fórmula implícita). Lo anterior quedó dicho en la siguiente cita: “Toda práctica tradicional teniendo una forma, transmitiéndose tradicionalmente, es en algún grado simbólica. Luego que una generación transmite a otra la ciencia de sus gestos y de sus actos manuales, se manifiesta tanta autoridad y tradición social como cuando esta transmisión se hace por medio del lenguaje” (Mauss, 1934).

Los estudios post-maussianos interrumpen la noción holística en la que conocimiento y técnica son inseparables. Los estudios antropológicos del conocimiento y la tecnicidad posteriores adoptan el enfoque disciplinario trazado por la organización del conocimiento contemporáneo, en el que priva la separación entre los deseos antropológicos de indagar la actividad cognitiva separada de la actividad técnica.

La antropología ha desarrollado una gama muy amplia de definiciones que aluden a la tecnicidad humana. Por ejemplo, Robert Cresswell (1981) la define como una actividad humana que tiene por objeto adquirir y transformar los elementos orgánicos e inorgánicos del mundo natural; además, afirma que: “una técnica de tratamiento de una materia prima dada (...) no consiste en una serie de gestos discontinuos y separados, sino en un proceso, en una *cadena operatoria* (el conjunto de movimientos técnicos que transforman un material de un estado a otro) que posee una coherencia y una lógica interna” (Cresswell, 1981: 96). Según Lemonnier (1976), la técnica es: “el conjunto de cadenas operatorias, es decir una serie de operaciones que conducen una materia prima del estado natural a un estado fabricado” (Lemonnier, 1976: 8); de conformidad con Godelier (1991) la técnica es: “una acción del hombre sobre la naturaleza para separar ciertos de sus elementos que le son útiles y para servirse de ellos bajo la forma original o bajo una forma transformada” (Godelier, 1991: 140). A pesar de las particularidades

---

6 Según Mauss, un buen número de teoremas de la geometría han sido resueltos por las personas dedicadas a la cestería, sin necesidad de ser formulados conscientemente (Mauss, 1947).

de las nociones antropológicas más recientes sobre la técnica, todas coinciden en el carácter práctico de la intervención humana sobre el mundo y de la acción socializada sobre la materia; ellas comparten la definición general de la técnica de Gottl (1923), según la cual una técnica es: “toda acción humana que, conforme a un objetivo, produce o aplica los saber-hacer humanos” (Rophol, 1984: 7). En el conjunto de definiciones evocadas anteriormente, las técnicas pertenecen al mundo de la práctica, en tanto que la ciencia pertenece al mundo de la teoría.

Al igual que la noción de técnica, el término ciencia es polisémico. Así por ejemplo, para Galileo, la ciencia era un conocimiento cualitativamente igual al de Dios; en tanto que para Feyerabend, la ciencia revela frecuentemente un mito visionario y chovinista, que respecto a la creatividad y a la invención ofrece pocas ventajas en relación con sus múltiples desventajas (Feyerabend, 1993).

En la antropología se ha desarrollado una subdisciplina de estudios sobre la diversidad de criterios que utilizan las sociedades para definir, clasificar y ordenar los seres y las cosas, así como las explicaciones sobre el mundo: la antropología cognitiva. En el pasado, sus incursiones en los aspectos cognitivos se concentraron en la indagación de los mecanismos mentales de la adquisición de la “competencia intelectual” de los actores, de la racionalidad de las clasificaciones sobre la naturaleza de los grupos autóctonos a partir de categorías semánticas indígenas, del conocimiento que una sociedad tiene sobre su ambiente (Berlin y Kay, 1969; Conklin, 1955) y de las mentalidades primitivas (Lévi Strauss, 1962), principalmente. De esta corriente se consolidó la etnociencia en los años cincuenta (Murdock, 1951).

El repertorio de definiciones antropológicas sobre la actividad cognitivo-instrumental post-maussianas comparten su atavismo para estudiar las sociedades tradicionales y su disciplinariedad para comprender a uno de los dos aspectos de la cultura. El atavismo para analizar dichas sociedades tuvo como consecuencia la tardía aplicación del método etnográfico al estudio de la tecnociencia (Latour y Woolgar, 1981; Escobar, 1994). A excepción de Durkheim y Mauss, la disciplinariedad de la antropología respecto a la actividad cognitivo-instrumental es una herencia que se funda en el

pensamiento aristotélico. En efecto, la diferencia entre la ciencia y la técnica fue elaborada por los fundadores del pensamiento occidental. Aristóteles estableció la diferencia entre *episteme*, que aludía a la actitud teórica y contemplativa el mundo, y la *techne* para referirse a la actitud humana que produce materialmente el mundo (Barone, 1989).

Actualmente, la distinción conceptual entre la naturaleza de la ciencia y la técnica está en crisis. Si en la época de los clásicos parecía haber razones para pensar que la ciencia y la creación de las técnicas eran dos actividades distintas, en el siglo XX el progreso científico y el desarrollo técnico se han integrado en un solo haz que pone en duda la esencia de su diferenciación (Habermas, 1973). De conformidad con Barone (1989), la producción científica moderna liga condicionalmente hipótesis con experiencia de la siguiente forma: “en la medida que el momento de la verificación experimental es indispensable a la vida misma de una teoría científica y que el momento de la verificación teórica se consolida como momento técnico, en esa medida la experiencia técnica adquiere la dignidad de ciencia” (Barone, 1989: 122).

La amplitud de los debates sobre la distinción ciencia/técnica o investigación fundamental/investigación aplicada, han puesto en evidencia la imposibilidad de concebirlas como dominios diferentes (Callon, 1986; Ducos y Joly, 1988: 17-18). Esos debates indican, como dice Callon, que “las distinciones que los actores defienden en estas controversias únicamente muestran los intereses de aquellos que quieren ser reconocidos como teóricos y de aquellos que quieren ser reconocidos como técnicos” (Callon, 1981: 387) a partir de las políticas de las instituciones en las que actúan.

Un aporte crucial contra la distinción entre las nociones ciencia y técnica proviene de los estudios *in situ* de laboratorios realizados en las etnografías elaboradas por los antropólogos de la ciencia (Knorr Cetina; 1981; Latour y Woolgar, 1981), quienes muestran los mecanismos científico-técnicos empleados por los investigadores para movilizar teorías, materias primas de origen natural y equipos científicos en un incesante esfuerzo por innovar teórica y empíricamente.

La distinción de la que hablamos ha impedido que teorías tan radicales como la de Feyerabend contra la dictadura, no importa de qué método científico, no se extiendan al rechazo de la distinción entre método científico y método técnico o entre el pensamiento y la acción práctica.

Uno de los problemas esenciales a los que se enfrentan quienes se empeñan en caracterizar las actividades científicas y técnicas como acciones distintas es que sus observaciones son posteriores a las propias definiciones de los investigadores. Obsesionados por la racionalidad y los resultados científicos, esos autores no perciben los prolongados periodos de incertidumbre, desorganización, anarquía e indefinición de ideas por los que atraviesan científicos, tecnólogos y proyectos científicos. La antropología de la ciencia y, particularmente, las etnografías de laboratorio deben considerar los periodos de incertidumbre e indefinición por las que atraviesa la actividad tecnocientífica tal y como se hace para dar cuenta del gran peso que tienen los aspectos sociales y culturales en las trayectorias técnicas.

Respecto a la discusión sobre las nociones de las relaciones entre la técnica y la sociedad, dos movimientos epistemológicos contrarios e irreconciliables son comunes a los acercamientos disciplinarios de sus estudiosos. El primer movimiento consiste en explicar y reducir la tecnicidad a las nociones ontológicas técnica y sociedad. Según este movimiento, la técnica es la causa de la inmanencia de la actividad humana (Leroi-Gourhan, 1945) o de la trascendencia de la producción cultural (Perrin, 1987; Basaglia, 1991).

Esta imagen esquizofrénica de la práctica técnica requiere de la reconciliación de las nociones ontológicas a través de un contramovimiento que pueda simular la recuperación de las relaciones extraviadas en el primero.

El segundo movimiento intenta, entonces, reconciliar técnica y sociedad mediante un modelo de relaciones recíprocas, de sentido contrario, dialécticas, etc.

En realidad, la mayor parte de autores aceptan a priori el primer movimiento, y ubicados en la solución del segundo, tratan de enlazar la técnica y la sociedad mediante una relación causal. De esta manera, el enfoque del *determinismo tecnológico* considera que la técnica es la causa de la sociedad (Cresswell, 1974; Chamoux, 1978), en tanto que el del *constructivismo social* afirma que el progreso de la técnica está determinado por las condiciones socioeconómicas; por ejemplo, Parain está convencido de que “el estudio de las condiciones materiales de la vida social muestra las determinaciones que ellas ejercen sobre los otros aspectos de la sociedad” (Parain, 1975: 4). Basaglia considera que el progreso técnico está determinado por la propia evolución de las técnicas (Basaglia, 1991).

En la tradición antropológica, Marcel Mauss mantenía una posición holística y no determinista sobre la técnica. En su célebre fórmula del “hecho social total” (*Fait social total*), integra en un solo haz los útiles, los usos y las representaciones (Mauss, 1936). En la presente investigación, se retendrá este concepto de técnica en una versión que la enuncia como una red constituida por elementos materiales, sociales y simbólicos. Retomaremos este tema más adelante.

Modificando las formulaciones de Mauss sobre la técnica *como hecho social total*, André Leroi-Gourhan defendió una posición evolucionista. Para las sociedades prehistóricas, él aceptaba la noción técnica de Mauss; pero para las sociedades post-neolíticas escindía las nociones de técnica y de hombre (Leroi-Gourhan, 1964); asimismo, aceptaba una relación en la que la evolución humana se determinaba por la evolución técnica. Según este autor, hombre y técnica han evolucionado paralelamente durante muchos siglos, partiendo de la idea de que la acción técnica es biológica y que ella está presente tanto en los invertebrados como en el hombre. También, afirma que la tecnicidad protohumana es somática y que los órganos corporales son sus instrumentos. De acuerdo con esta lógica evolutiva, la existencia humana comienza con la doble separación del instrumento del órgano humano, así como la del verbo del objeto (Leroi-Gourhan, 1964). El paralelismo evolutivo entre la técnica y el organismo pierde su carácter somático en el momento en que el hombre deviene un grupo étnico y éste es el punto evolutivo cuando Leroi-Gourhan afirma que “el organismo colectivo deviene preponderante de manera más y más imperativa y el hombre deviene el instrumento de una ascensión tecnoeconómica a la cual él presta sus ideas y sus brazos” (Leroi-Gourhan, 1964: 260).

Por otra parte, Leroi-Gourhan colaboró de manera decisiva en la fundación de la escuela de la *tecnología cultural*, basada en la idea de la creciente independencia y preponderancia de la técnica en relación con la sociedad y en la noción del objeto técnico como una *cadena operatoria*, integrada por instrumentos y gestos técnicos. Abordaremos esta noción posteriormente.

En el modelo del determinismo tecnológico se supone que la técnica es un factor independiente de la sociedad. Según la idea de Schumpeter (1911), la innovación es la principal fuente de dinamismo en el desarrollo capitalista. La técnica es, según una buena parte de economistas, “la determinante

fundamental que permite mantener ventajas competitivas y elevar los niveles de bienestar de la población” (Corona *et al.*, 1994); es la variable independiente que actuando sobre la sociedad, provoca su desarrollo. En esta tradición, la técnica integra junto con las fuerzas productivas la base de la sociedad (infraestructura), quien determina los otros aspectos de la vida social.<sup>7</sup> Así, por ejemplo, Cresswell (1981: 95) considera que “la evolución de las técnicas actuando por intermediación de la economía determina la evolución de la sociedad”; y, frente al diagnóstico de Max Weber sobre el carácter racional y burocrático de la sociedad moderna, Marcuse imagina la extensión de la dominación metódica, científica, calculada y calculadora de la técnica sobre la naturaleza y sobre los hombres (Marcuse, 1968: 120-138). Para Habermas, el determinismo tecnológico es la fuente de legitimación del sistema capitalista avanzado del siguiente modo:

El progreso casi autónomo de la ciencia y la tecnología aparece, pues, como una variable independiente de la que dependen las variables más importantes del Sistema, es decir, el crecimiento económico. Surge así una perspectiva en la cual el desarrollo del sistema social parece determinado por la lógica del progreso científico-técnico. De este modo el progreso científico-técnico se ha convertido ahora en la base de la legitimación, pero esta forma de legitimación ha abandonado la vieja forma de la ideología sustentada en las imágenes míticas y metafísicas del mundo” (Habermas, 1971: 14).

Existen diversas formas de determinismo técnico, tales como el interno, la idea de neutralidad de la técnica y el mito del inventor genial. En general, el determinismo tecnológico no niega que los técnicos pertenecen a la sociedad, pero todo se pasa como si ellos estuviesen en una esfera independiente del resto de la sociedad (Vinck, 1995).

El determinismo social se enuncia como la tesis del *Constructivismo Social*. Según esta posición, la sociedad no solamente es un mecanismo de modulación o de selección de las opciones técnicas, sino que además interviene en la génesis propia de las técnicas. Los estudios comparativos entre los modelos de innovación de diferentes países, realizados por Marc Maurice (1989), muestran que las condiciones socioeconómicas influyen en la variabilidad social de la innovación. Asimismo, múltiples estudios feministas evidencian que las relaciones de género repercuten sobre ciertas trayectorias tecnológicas (Chabaud, 1991).

---

7

La vasta obra económica marxiana y casi toda la obra marxista han inspirado esta tradición por más de un siglo.

También existen modelos más generales en los que se defiende el punto de vista del constructivismo social. Por ejemplo, los autores agrupados en las llamadas *Escuela de Edimburgo* y *Escuela de Twente*, lideradas por Donald MacKenzie-Trevor Pinch y Wiebe E. Bijker, respectivamente, argumentan que los grupos sociales constituyen el ambiente social que juega un papel crítico en la definición y solución de los problemas que se presentan durante el desarrollo de un artefacto.

Existe una posición que rechaza la división ontológica y determinista de las nociones técnica y sociedad conocida como el modelo del *tejido sin costuras* (Vinck, 1995). Este modelo es defendido por los últimos desarrollos de Bijker (Bijker y Law, 1992) sobre la noción de *estructura tecnológica* (*technological frame*), la teoría del *actor-red* (*acteur-réseau*) de la ESAI y la de *sistemas tecnológicos* de Thomas Hughes (1983a). Contra los determinismos, la posición de los reflexivistas (tomando como inspiración el principio de reflexión del programa fuerte de la sociología de la ciencia), como Steve Woolgar, es aún más radical; ellos se pronuncian por llevar más lejos la reflexión sobre la relación técnica/sociedad; para Woolgar y otros, los análisis de técnicas han otorgado la preeminencia a los humanos y a las relaciones entre humanos sobre la base de suponer *a priori* que lo humano es de una naturaleza diferente al artefacto; en tanto, la pregunta a responder consiste en saber en qué circunstancias el artefacto es diferente de lo humano, esto es, a juicio de los reflexivistas, el punto crucial de la materialidad de la sociedad contemporánea (Law, 1997: c.p.).

La ventaja de la antropología de la ciencia, respecto a la sociología de la ciencia, consiste en que para explicar la actividad tecno-científica, la antropología puede alejarse de las explicaciones externalistas/internalistas que en algún momento diseñó Lakatos (1974) para abordar la actividad científica. La antropología de la tecnociencia puede guiarse por sus propias observaciones etnográficas de campo para rendir cuenta del contenido irracional (la noción de irracionalidad está tomada en un sentido weberiano, [Weber, 1976]) que habita en la racionalidad científica y del complejo contexto de decisiones que afecta el rumbo de una trayectoria tecnológica.

Tomando conciencia de la envergadura de los compromisos epistemológicos que es necesario asumir ante los complejos debates entre las relaciones

técnica/tecnología, ciencia/técnica y técnica/sociedad, anteriormente exploradas, esta investigación pretende contribuir a generar una visión de la actividad científico-técnica caracterizada por la flexibilidad, permeabilidad e imposibilidad de delimitar fronteras definitivas entre esos pares de nociones. En esta pretensión, este trabajo se inspira en la adisciplinarietà de la antropología de la actividad cognitivo-instrumental de Durkheim, Mauss y de la ESAI.

## **1.1. El objeto técnico<sup>8</sup>**

Para precisar la noción de objeto técnico (OT), se abordan las principales discusiones que en torno al origen y naturaleza, la estructura y el funcionamiento de los objetos técnicos, han tenido lugar en la sociología y la antropología de ciencias y técnicas, así como de otras disciplinas relacionadas.

### ***1.1.1. Origen y naturaleza de los objetos científico-técnicos***

Para rendir cuenta del origen de los objetos científico-técnicos, los sociólogos de técnicas han debatido durante mucho tiempo sobre el peso específico de los contenidos técnicos y sociales de las técnicas. Tradicionalmente, la sociología de ciencias ha sido inspirada en los determinismos tecnológicos y sociales enunciados anteriormente. Así, las explicaciones del progreso técnico han partido de nociones políticas, sociales o ideológicas de los actores cientifizados o de ideas lógico-rationales implícitas en el aparato científico-técnico.

Las tesis objetivista y constructivista son las posiciones extremas de la controversia en torno al origen del hecho científico. Para la tesis objetivista, también conocida como realista (Barnes, 1993-1994), el hecho científico es una revelación de los mecanismos que rigen el funcionamiento de la realidad. Los productos científicos consisten en el descubrimiento de las

---

<sup>8</sup> Las técnicas tal como se abordan en esta investigación son el resultado de la actividad de las instituciones de investigación científica y se enuncian por el término objeto científico-técnico (OCT). Se insistirá sobre esta denominación cuando sea necesario mostrar el origen institucional científico-técnico, las características o las funciones específicas de los OT; sin embargo, se empleará el término objeto técnico (OT) por razones analíticas o cuando no sea necesario atraer la atención sobre su origen social.

relaciones entre fenómenos naturales, que es un develamiento de una entidad objetiva independiente de la acción humana que siempre ha existido. La ciencia clásica sostuvo esta tesis, pero actualmente su descrédito va en aumento; a pesar de esto, la mayor parte de los científicos enuncian públicamente la tesis objetivista por necesidad práctica, pues su credibilidad entraría en crisis si aceptaran que sus conocimientos son el resultado de construcciones propias (Latour y Woolgar, 1981).

Para el constructivismo, el hecho científico es una acepción de *factum* (hacer) que consiste en establecer convencionalmente explicaciones eruditas sobre la regularidad de los fenómenos observados (Bloor, 1976; Barnes, 1993-1994; Knorr-Cetina, 1981, 1983a, 1983b; Lynch, 1982). Dicho de otra manera, los asertos de la ciencia son invenciones humanas cuyo origen y validez se establece, en estricto sentido, en procesos sociales. De conformidad con Barry Barnes, en la sociología de la ciencia ya no se debaten los méritos del enfoque constructivista puesto que toda la disciplina se encuentra influida de una u otra manera por este enfoque (Barnes, 1993-1994).

Contra las posiciones realista y constructivista, se encuentran quienes niegan que las aserciones científicas son solamente el resultado de enormes esfuerzos de invención o el producto de informes fidedignos resultantes de procedimientos inferenciales.

En relación con el origen de los OT, los estudios etnográficos y sociológicos recientes sobre la ciencia y la técnica han rechazado la idea de que los OT son el producto de una racionalidad tecnológica trascendente descubierta por los ingenieros, o que ellos son la expresión de las demandas socioeconómicas impuestas a las instituciones y a los científicos responsables de la innovación técnica.<sup>9</sup> Esos estudios etnográficos recientes corresponden tipológicamente a los enfoques de *selección de estructuras tecnológicas*, *de construcción de sistemas tecnológicos* y *traduccionista*. A pesar de sus diferentes puntos de vista, los tres comparten su oposición a cualquier determinismo y su intención de construir un cuadro explicativo pluridisciplinario sobre el

---

9 Véase el repertorio de trabajos sobre las controversias científicas y los estudios de laboratorios en La ciencia tal como se hace (Callon y Latour, 1991). Por ejemplo, el de Farley y Geison El debate entre Pasteur y Pouchet: Ciencia, Política y Generación espontánea en el siglo XIX en Francia, el de Steve Shapin La política de cerebros, o la querrela phrenológica en Edimburgo en el siglo XIX, o el de Collins y Pinch sobre los debates relacionados con la parasicología.

origen de los objetos técnicos. Este enfoque considera que los hechos científicos no son irreales o puramente artificiales, sino que son el resultado de elaboraciones constantemente construidas y deconstruidas en el marco de las limitaciones y posibilidades que brindan los discursos y las prácticas científicas (Lynch, 1985; Pinch, 1985). Enfatizando la preocupación por zanjar las diferencias entre realistas y constructivistas, la tesis constructivista-deconstructivista expresa claramente el marco de referencia social y técnico en el que se desenvuelven las elaboraciones científicas y la crítica social de esas elaboraciones, pero en este intento olvida definir el origen de los hechos científicos.

Los trabajos de Pinch, Collins y Shapin han reunido los supuestos del acercamiento empírico-constructivista de la sociología de la ciencia y los movilizan en un programa de investigación empírica de estudios de caso para dar cuenta de la producción tecnológica (Pinch y Collins, 1979; Collins, 1982 y 1983 y Shapin, 1980). El supuesto fundamental de este acercamiento consiste en asignar a los grupos sociales el papel de constructores críticos en la definición y en la solución de los problemas que impiden la construcción y el desarrollo de un artefacto (Bijker *et al.*, 1993) o de un hecho científico (Pinch, 1985). Según estas nociones, la construcción de una técnica o de un hecho social está sometida a las múltiples direcciones que las controversias entre los grupos socialmente influyentes negocian y renegocian constantemente. Así, luego que estos grupos llegan a un acuerdo sobre la solución particular de un problema, puede afirmarse que una innovación está estabilizada (Bijker *et al.*, 1993) o que un hecho científico está puesto en “caja negra” (Pinch, 1985: 103).

El enfoque de la selección de estructuras tecnológicas es una modificación del proyecto empirista-constructivista. Este enfoque privilegia los estudios microsociológicos de las crisis y rupturas de las actividades rutinarias en los laboratorios, así como de las controversias y de las disputas científicas que son resueltas por medio de consensos. Para ellos, el origen de la flexibilidad en la asignación de significados y opciones técnicas se debe a la definición de los problemas por los grupos sociales. La reputación académica y epistemológica de este enfoque se juega en la aportación de las evidencias que apoyan la flexibilidad interpretativa mediante la negociación de criterios de selección técnica, de procedimientos de prueba, de objetivos a lograr y de

maneras de uso de los OT. Bijker y Pinch han elegido como tema fundamental de estudio empírico el de los mecanismos sociales comprometidos con la selección de una opción técnica, que ellos han denominado *el cierre de una controversia* (Pinch y Bijker, 1993), que ocurre cuando un consenso emerge de tal modo que la “verdad” ha sido lograda desde varias interpretaciones; y en tecnología cuando un consenso emerge de tal forma que un problema definido durante el desarrollo de la tecnología ha sido resuelto.

Para los autores del enfoque de selección de estructuras tecnológicas, los objetos técnicos se forjan en el calor de las controversias entre los grupos de interés, debido a la negociación y renegociación de los significados y selección de trayectorias tecnológicas. El reproche que puede hacerse al modelo es que, finalmente, sigue impregnado de los supuestos del determinismo social. Este enfoque no concede importancia al origen natural de los OT, de hecho todo es obra de la sociedad representada por los grupos influyentes.

El acercamiento de la construcción de los sistemas tecnológicos ha sido promovido principalmente por Thomas P. Hughes (1983b), quien subraya que los constructores de los sistemas tecnológicos no respetan ninguna frontera disciplinaria o cognitiva en su afán de crear estructuras sociotécnicas coherentes. Sin embargo, puesto que los actores sociales o los componentes no-humanos están ligados funcionalmente, los cambios en cualquier elemento del sistema pueden causar desequilibrios retardatarios en el progreso de los sistemas antes de avanzar y ajustar las relaciones óptimas. En su libro sobre la electrificación de América, Hughes (1983a) sostiene que los constructores de sistemas alinean todos los elementos para crear una visión central única y un sistema coherente y articulado. Según él, la construcción de los sistemas técnicos es un proceso aditivo de objetos, innovaciones, principios científicos, especialistas y fuentes financieras, todos ellos ensamblados en un poderoso sistema holístico (Hughes, 1983a y b). Para Hughes, los OT están constituidos por una serie de compromisos de acción entre los elementos de los sistemas, de tal manera que las acciones son ordenadas y previsibles.<sup>10</sup> La crítica que puede formularse al

---

<sup>10</sup> En el Sistema de iluminación de Edison, la Ley de Joule se asocia a la energía, intensidad, resistencia y tensión eléctrica. En tanto que la Ley de Ohm pone en relación la energía, tensión, resistencia e intensidad. En ambos casos, las dos leyes deben permitir dos restricciones: a) evitar el aumento en el diámetro de los filamentos conductores (área de la sección) para evitar el volumen total de los filamentos y de poder mantener los costos del sistema a un nivel de ganancia previsto por los inversionistas y b) permitir tener una iluminación de 100 watts para poder competir con la industria de iluminación a gas que proporcionaba una calidad de iluminación equivalente a la proporcionada por un bulbo de 100 watts.

acercamiento de Hughes es que la autoría de los OT se diluye en el proceso aditivo que integra el sistema mismo. La falta de jerarquía de los elementos constitutivos del sistema confunde el origen de los OT.

El enfoque traduccionista,<sup>11</sup> conocido también como el acercamiento del actor-red (Hughes, 1993) fue establecido por Michel Callon, Bruno Latour y John Law. La hipótesis fuerte de este enfoque reconoce el papel protagónico que juegan las leyes naturales en el desarrollo de los intereses humanos transformados en técnicas. Según ellos, los actores humanos y las leyes naturales se integran en forma de redes socio-técnicas mediante complejos procesos de hibridación. Law justifica la noción de actor-red tomando un ejemplo de la industria petrolera, de la siguiente manera: “cuando un actor construye su mundo, define una situación y pone en relación toda una serie de cajas negras, trátase de seres humanos, de partículas elementales o de firmas petroleras. Es legítimo, entonces, nombrar actor-red a estos ensambles” (Law, 1984: 121).

Según la tesis traduccionista, los hechos y los OT son el resultado (*outputs*) de una larga cadena de desplazamientos, traducciones, controversias y asociaciones-disociaciones de realidades humanas y naturales. En esta tesis, “un hecho científico” es la aceptación social de la adecuación simbólica y práctica entre los enunciados y las cosas (Callon, 1986: 204-205) que consiste en la mezcla entre la naturaleza y la sociedad (*inputs*) que tiene lugar en los laboratorios (Woolgar y Latour, 1981: 177-189).

Frente a los supuestos sobre el origen controversial de los OT del programa empírico-constructivista y al establecimiento de compromisos entre los elementos de un sistema tecnológico de Hughes, la tesis traduccionista considera que el origen de los OT debe explicarse sobre la base de la commensurabilidad y la adecuación entre realidades sociales y naturales.

---

11 El adjetivo traduccionista está inspirado en la noción de traducción tomada de la filosofía de Michel Serres, quien retomando el mito del dios Hermes (ver Hermes III: La traducción 1974 y *Éclaircissements*, 1994) alude al proceso de mediación por el cual un personaje puede representar legítimamente a una entidad y ser aceptada (legítimamente, también) por otra. En un sentido radical, Callon ha desarrollado un modelo de traducción a propósito del estudio de la domesticación de almejas Saint-Brieuc por un grupo de investigadores, en el que los científicos rinden equivalentes las leyes naturales de la reproducción de las almejas con los intereses de los actores humanos (Callon, 1986).

La traducción ha sido expresada directamente por Callon de la siguiente manera:

recordemos las dos significaciones esenciales de la noción de traducción (...): a) ella establece una equivalencia siempre contestable entre los problemas formulados por varios actores en repertorios diferentes (...) y b) poniendo en equivalencia esos problemas, la operación de traducción identifica y define los diferentes actores humanos y no-humanos<sup>12</sup> implicados por la formulación de los problemas (científico-técnicos) y por su resolución (Callon, 1989: 81).

La cuestión de la coincidencia entre la construcción simbólica del mundo y la acción de la naturaleza externa, expresadas en las ciencias de la naturaleza (a) y las ciencias sociales (b), así como la sincronización instrumental entre la elaboración de artefactos y la manipulación de las materias primas, expresadas en la tecnología (c), son problemáticas mayores de la ciencia y la tecnología. En la reflexión científica y tecnológica, estas problemáticas no son nuevas ni pertenecen necesariamente a aspectos epistemológicos o instrumentales de la ESAI.

a) En las ciencias de la naturaleza, la veracidad de las pretensiones de validez<sup>13</sup> sobre las leyes naturales y la objetividad del conocimiento, como la forma de negociación de las nociones sobre la realidad, han tomado la forma de una controversia entre las tesis objetivista, constructivista, constructivista-deconstructivista y traduccionista.

En la tesis traduccionista se encuentra una teoría del origen de los asertos científicos que se expresa mediante la metáfora de la hibridación. Según esta tesis, el hecho científico es la estabilización de la adecuación empírica entre los enunciados y las cosas (Callon, 1986: 204-205). Según Callon, los hechos científicos tienen una naturaleza paradójica: ellos son realizados por la coproducción de los aspectos sociales y naturales en el interior de los laboratorios, pero que en la etapa final de su construcción son separados en factores sociales o en los atribuidos a la naturaleza. Para los traduccionistas,

---

12 El sentido del término OT es cercano al término no-humano, que tomado de Michel Serres (véase Statues, 1987) es retomado por Callon y otros autores para remarcar que las cosas, las bestias, etc., son elementos activos en las relaciones técnicas.

13 Se emplea la noción habermasiana de pretensiones de validez a los actos comunicacionales susceptibles de ser criticados por los interlocutores participantes (Habermas, 1987: 391-407).

la correspondencia existente entre la cosa (entidad objetiva) y el enunciado (*factum*) de los hechos científicos tiene como base el origen común que comienza con la mezcla entre naturaleza y sociedad en el seno de los laboratorios (Woolgar y Latour, 1981).

b) En las ciencias sociales, los debates complejos sobre la objetividad en las ciencias han cuestionado los mecanismos que relacionan las pretensiones de validez formuladas por los teóricos y la realidad externa. Schutz introdujo el “principio de adecuación” para rendir cuenta de la relación pertinente entre los conceptos teóricos de las ciencias sociales y las nociones que los actores mismos utilizan para actuar comunicativamente en el mundo de las significaciones (Giddens, 1987). Weber proponía la construcción de modelos de la acción social racional (tipos ideales) con el fin de aclarar la indagación de la acción subjetiva de los actores reales (Weber, 1968). Los tipos ideales no son adecuaciones exactas entre la realidad y los modelos de acción social racional; por el contrario, su inadecuación sirve para observar los grados de racionalidad existente en la acción social. Dicho de otra manera, los tipos ideales weberianos son útiles instrumentos de conceptualización y de diseño heurístico de vínculos adecuados entre realidad y representación. Para Giddens, la relación entre los conceptos técnicos sociológicos y las concepciones seculares de la acción mantienen una situación de tensión y de cambio de significaciones. Para él,

La relación entre los vocabularios técnicos de las ciencias sociales y los conceptos legos, sin embargo, es cambiante: así como los científicos sociales adoptan conceptos corrientes —significado, poder, motivo, etc.— y los usan en sentidos especializados, también los actores legos tienden a apoderarse de conceptos y teorías de las ciencias sociales y encarnarlos como elementos constitutivos en la racionalización de su propia conducta (Giddens, 1987: 162-163).

El principio de adecuación y el uso epistemológico de los tipos ideales se emplea por los actores eruditos; en tanto que Giddens se refiere al tráfico de significaciones en el contexto de una doble adecuación entre realidades y representaciones eruditas, por un lado, y entre representaciones eruditas y seculares, por otro.

Entenderemos el “principio de adecuación” como la correspondencia socialmente negociada entre los enunciados científicos y las respuestas empíricas que, de manera controlada, logran los investigadores en el tratamiento instrumental de los fenómenos sociales o naturales.

c) En los dos incisos anteriores se han abordado brevemente los debates sobre la naturaleza de la objetividad científica en la sociología y antropología de la ciencia. Ahora es el momento de abordar los debates antropológicos sobre la naturaleza de los artefactos.

Después de los trabajos fundadores de Mauss y Leroi-Gourhan, la antropología ha tratado de responder a la naturaleza de los artefactos a partir de las cuestiones siguientes: ¿cómo puede explicarse la existencia de los OT a partir de la evidencia empírica de la acción humana y de las leyes naturales? y ¿cuál es el mecanismo que puede hacer realidad la fusión de entidades tan diferentes como la naturaleza y el hombre para establecer la tecnicidad?

Para Mauss, la tecnicidad es una propiedad corporal del hombre. Según él, “el primer y más natural objeto técnico —y en el mismo tiempo medio técnico— del hombre es su propio cuerpo” (Mauss, 1936: 372). La tecnicidad es una propiedad humana variable culturalmente, esto explica la gran diversidad de maneras corporales y de gestos de una sociedad a otra. Así, las técnicas corporales no son sólo naturales en sí; estas técnicas son la expresión de la mediación entre dos entidades: la naturaleza humana y la modalidad del uso culturalmente variable del cuerpo. Un gesto es elevado a la condición de técnica en la medida en que él deviene un acto tradicional eficaz (*acte traditionnel efficace*); esto significa que el gesto debe ser colectivo y de una eficacia probada (Mauss, 1936). Dicho de otra manera, las técnicas en tanto que actos tradicionales eficaces son las mediaciones que permiten ligar la naturaleza humana a la cultura.

En el esquema de Leroi-Gourhan, las técnicas tienen un origen biológico. Sin embargo, aun en esta posición, hace falta explicar cómo las “pulsiones” técnicas de los hombres se coordinan con las leyes materiales para dar lugar a las técnicas (y a la lengua, aunque éste no sea nuestro interés aquí). En este sentido, la célebre noción de “cadena operatoria”, de Leroi-Gourhan, muestra que

“La técnica (evocando la noción de cadena operatoria) es simultáneamente gesto e instrumento, organizado en cadena por una verdadera sintaxis que da a las series operatorias su consistencia y su suavidad. La sintaxis operatoria está propuesta por la memoria y nace entre el *cerebro* y el *medio natural* (agregamos el subrayado al texto original). Si se da seguimiento al paralelismo con la lengua, el mismo proceso está presente” (Leroi-Gourhan, 1964: 164).

Es evidente que la noción de cadena operatoria tiene la intención de dar cuenta de la adecuación de las relaciones entre el cerebro y el medio natural bajo la noción de una estructura técnica.

En Leroi-Gourhan, la cadena operatoria es el mecanismo que liga y adecua las entidades humanas y las no-humanas. En este mecanismo de adecuación, la fabricación de un hecho científico, de conceptos teóricos o de objetos técnicos, implica en todos los casos dos fenómenos complementarios. De una parte, hay una desaparición de las entidades originales (humanas y no-humanas). De la otra, se asiste al nacimiento de una entidad inédita. En la fabricación de un OT, las entidades naturales y humanas dan lugar al nacimiento de un objeto que responde a las leyes de funcionamiento cultural. En este trabajo, se enunciará el término hibridación al proceso de ligar entidades diferentes y de provocar el nacimiento de realidades semi-humanas.<sup>14</sup>

La noción de hibridación es pertinente para discutir las evidencias empíricas de la aparición de un objeto técnico llamado: híbridos y variedades mejoradas de maíz en los Valles Altos de México. Ella corresponde al interés de discutir las pretensiones de los actores de asociar las entidades naturales y sociales para crear nuevas redes sociotécnicas mediante la creación de nuevas plantas de maíz. Simultáneamente, ella corresponde a las pretensiones de los fitogenetistas de asociar los genes de las plantas de maíz diferente para crear nuevas plantas de esta especie. Además, se explorará una nueva hipótesis sobre la naturaleza de los OT: la que considera a éstos como objetos y esquemas de producción únicos y no reproducibles. Según esta idea, las técnicas no serían solamente realidades producidas por mecanismos de hibridación, sino también construcciones únicas en las que la reproducción es por consecuencia muy difícil.

Por otra parte, se intentará mostrar empíricamente que los esquemas de mejoramiento genético, las variedades mejoradas y las plantas híbridas afrontan enormes desafíos de reproducibilidad. Si la suposición de inicio es válida y si se logra mostrar la condición única por el que pasa el proceso de

---

14 El término híbrido proviene de la teoría genética del siglo XIX cuando el grupo conocido como los "híbridos", del cual Johann (Gregor) Mendel formaba parte, cruzaba artificialmente plantas para intentar mostrar la hibridación como una teoría de la evolución natural y para oponerla a la tesis darwiniana de la selección natural por la dispersión de los individuos.

mejoramiento genético, así como las plantas de maíz creadas, se podrá pensar que la unicidad de los híbridos podría ser válido para otros objetos científico-técnicos.

### **1.1.2. Estructura de los objetos científico-técnicos**

En antropología, las concepciones de la estructura de los OT han tenido dos acepciones principales. Apelando a la adición de factores, una reúne a la técnica y a la sociedad en un ensamble binomial; la otra, alude a una estructura de red, recurriendo al carácter social de la técnica.

Como se ha dicho anteriormente, la más celebre noción antropológica de estructura técnica es la de *cadena operatoria* (Leroi-Gourhan, 1964). André Leroi-Gourhan tomó de Marcel Mauss (Schlanger, 1991), la idea de cadena operatoria para rendir cuenta de la técnica como un “hecho social total” que consiste en una serie de actos y de representaciones montadas y remontadas colectivamente, un saber tácito que deviene necesario, una razón práctica habitual, perpetuamente eficaz, puesto que ella constituye nuevas relaciones en tanto que se practica (Mauss, 1927 y 1934).

La definición maussiana de la cadena operatoria considera a la estructura de la técnica como un ensamble donde los textos y la sociedad forman una totalidad. En André Leroi-Gourhan, la noción de cadena operatoria no resiste la tentación disciplinaria que le empuja a la división de los componentes del hecho social total. Además, este autor ha distribuido las nociones de técnica según dos tipos de sociedad: en el paleolítico superior, donde la técnica correspondía exactamente a la organicidad humana; y las de los estadios posteriores al neolítico, donde la técnica experimentaría un proceso de autonomía creciente que exigiría del hombre una colaboración subordinada al simple papel de instrumento (Leroi-Gourhan, 1964). Así, según Leroi-Gourhan, el ritmo de esta ineluctable evolución divergente entre el hombre y la técnica marcaría las contradicciones del devenir de la humanidad. La cadena operatoria, que en una época era la organización inseparable del gesto técnico y del instrumento, se separa del hombre y se integra a las entidades que no son necesariamente humanas.

Una vez que la separación cadena operatoria/sociedad ha sido consumada, la noción de cadena operatoria admite una relación causal entre la técnica y la

sociedad. Esta relación causal técnica/sociedad es más clara en ciertos modelos de la corriente de la tecnología cultural,<sup>15</sup> como el de la “adaptación entre el ambiente y la tecnología” de Akrich (1987, 1989), o el de “la relación entre lógica técnica y lógica social” de Pierre Lemonnier (1980: 185-187), o aún más, el de “las relaciones entre cadenas operatorias y sus relaciones sociales” de Cresswell<sup>16</sup> (Cresswell, 1981: 96; Chamoux, 1978).

Frente a la perspectiva de escindir la noción cadena operatoria de la noción sociedad, se coincide con el diagnóstico de Pierre Bonte según el cual: “el problema de las determinaciones que se ejercen de lo técnico a lo social y recíprocamente está mal planteado, y en realidad hace falta reconsiderar el problema de esta distinción” (Bonte, 1986: 42-43). La noción de híbrido, en tanto que una estructura integrada indisolublemente por las dimensiones naturales y sociales, reconsidera la distinción señalada por Bonte y permite rechazar los dos determinismos que se originan de la división innecesaria entre técnica y sociedad.

En los estudios recientes sobre la tecnociencia, el término cadena operatoria ha recibido la competencia de la noción de red, la cual considera que la estructura sociotécnica relaciona los elementos componentes por medio de un hilo conductor material y simbólico representado por las mediaciones materiales manifestadas por los OT. Estos estudios muestran el disenso en la significación del término red; así, el término Macro-Sistema Técnico (MST) se refiere al nivel empírico material de una red. Un MST sería, en ese sentido, un conjunto de hilos que permiten enviar y transmitir mensajes y objetos, y que une comunicativamente los diferentes puntos que integran la

---

15 La corriente de la tecnología cultural ha abordado la creación de estructuras técnicas en las modalidades morfológica e histórica (Cresswell, 1991). La modalidad morfológica ha descrito los instrumentos, productos y procesos técnicos introduciendo tipologías, como los trabajos de Charles Parain sobre las técnicas agrícolas (Parain, 1954, 1957, 1975); los de André G. Haudricourt (1962) sobre la domesticación de animales, el cultivo de plantas y el arado a través del mundo; los de Meillassoux (1967) sobre el papel de la tierra y las relaciones de producción y la agricultura, y finalmente los que aparecen en el número 16 de la revista *Culture technique* (C.R.T.C., 1986). La modalidad histórica ha mostrado el nacimiento de las máquinas y de los instrumentos, así como de las rutas de su difusión espacial y temporal (Cresswell, 1981: 95), con los estudios de B. Gille (1978), de M. Dumas (1970) y de A. G. Haudricourt (1987) acerca de la historia de las técnicas y de Pierre Bonte (1985) sobre las sociedades pastoril-nómadas del norte de África.

16 Influidos por la Teoría de sistemas, los últimos trabajos de la Tecnología cultural (Cresswell, 1974, 1991, 1986) abordan la “construcción de estructuras” en términos de sistemas técnicos que reúnen elementos políticos, económicos, sociales, etc.” (Lemonnier, 1980; Cresswell, 1981). La recepción de la teoría de sistemas en la tecnología cultural ha sido marcada por aislar nuevos elementos más que promover su asociación.

red. De esta forma, el primer MST sería el ferrocarril, seguido por la red de iluminación pública urbana (Hughes, 1983), la telefonía, la aeronáutica y últimamente las telecomunicaciones por satélite, incluyendo las autorrutas informáticas (*Culture technique*, 1990).

En la sociología y la antropología de ciencias y técnicas la noción estructural de las técnicas, enunciada bajo el nombre de red, tiene varias interpretaciones. Para Latour y Woolgar (1981: 94), la definición propedéutica de red se enunció como “un conjunto de posiciones en las que un objeto tiene un sentido”, esto alude a los contextos significantes de un hecho científico o de un objeto técnico; más tarde, Latour explicaría que una red es “en un mismo tiempo, real como la naturaleza, narrado como el discurso y colectivo como la sociedad” (Latour, 1991b: 15). Un tanto ambiguamente, Law (1989: 117) considera que “una red designa un conjunto de elementos interconectados, un orden y una estructura”. En la perspectiva traduccionista, Callon considera que una red es “una traducción (de entidades diferentes) por la cual un mundo natural y social se forma y se estabiliza” (Callon, 1986: 205). Influido por la teoría de sistemas, Hughes (1983a) define una red simplemente como una estructura coherente. Para él, un sistema es una red y viceversa.

El autor de esta investigación comparte la significación estructural de red de Callon (1986: 201-205), quien considera que los OT son estructuras integradas por dimensiones naturales y sociales y provisionalmente estabilizadas. En el fondo, esta noción estructural de los OT ha sido enunciada por Latour y Callon bajo el término de híbrido (Latour, 1991b; Callon, 1986). La idea de híbrido permite tratar, en el mismo esquema de análisis, la construcción de relaciones sociales y la fabricación de objetos técnicos; de mantener en copresencia la sociedad, los OT y los textos; y finalmente, de evitar las rupturas hiperdisciplinarias tradicionales en los estudios de la innovación tecnológica.

Esta investigación intenta mostrar que, además de las características estructurales de los OT, enunciadas en el párrafo anterior, la innovación técnica construye relaciones inéditas y únicas entre las cosas y los hombres. Según esta idea, los científicos construyen redes únicas de naturaleza y

sociedad gracias a la capacidad de coordinar algunas leyes naturales de las plantas de maíz con el interés de ciertos sujetos sociales promotores de las innovaciones.

En el ámbito agrícola, después de los años cuarenta, ciertos grupos de investigadores han manifestado su interés por ofrecer a los agricultores *paquetes tecnológicos*, quienes debían proporcionar estructuras técnicas integradas gracias a los OT y a las recomendaciones de su explotación. Estos paquetes comprendían una estructura aditiva, en el que las semillas, fertilizantes, pesticidas, máquinas e informaciones consideradas pertinentes por los técnicos integraban una unidad.

Posteriormente se abordará, con los datos precisos, la manera en que los científicos de la agricultura intentaban estructurar esos paquetes tecnológicos y cuáles eran las nociones subyacentes. En ese momento se estudiará la diferencia entre la noción técnica de red y la de paquetes tecnológicos.

### **1.1.3. Funcionamiento de los objetos técnicos**

Para algunos autores, el objeto técnico es el medio que el hombre interpone entre él mismo y la naturaleza para apropiarse del mundo. Esta idea tiene dos aspectos a considerar: el OT muestra una relación instrumental entre el hombre y la naturaleza, el hombre (sujeto) actúa sobre la materia (objeto) por medio de instrumentos; la técnica sirve directamente a la humanización de la naturaleza y sufren la misma suerte de dictadura que la naturaleza.

Respecto a la relación instrumental, la corriente antropológica de la *ecología cultural* y la ESAI han criticado las limitaciones de las perspectivas que hipostasian la acción e intereses del sujeto privando a la naturaleza de la acción de sus leyes de respuesta. La ecología cultural se opone al intento de establecer un modelo de acción instrumental donde el hombre actúa sobre la materia inerte sin que se establezca ninguna relación de reciprocidad. Por el contrario, propone un modelo donde la acción técnica provoca una reacción ambiental, misma que es procesada y resuelta culturalmente en el proceso de ambientación social (Stewart, 1968). El modelo interactivo de la ecología cultural corresponde con las últimas evidencias de las relaciones

ambiente/hombre, generadas en el progreso de aprendizaje social del fenómeno del deterioro ambiental de la llamada crisis ecológica. Pero al separar ambiente y cultura, este modelo no permite comprender que el ambiente contiene una construcción cultural y que la cultura tiene una fuente medio ambiental a la que el hombre no puede escapar. Justamente, la globalización de la crisis ecológica muestra que los fenómenos ecológicos son producto de una mezcla de aspectos sociales y naturales.

El mayor defecto de la ecología cultural reside en que presta atención a los extremos de la relación sociedad/naturaleza sin tomar en cuenta el funcionamiento de los OT en las relaciones entre el hombre y el ambiente.

La ESAI propone reconsiderar el papel mediador de relaciones que los OT cumplen entre los hombres mismos y entre los hombres y las cosas (Latour, 1992a). La teoría de la materialidad de las relaciones sociales que esta escuela impulsa (Law, 1997: c.p.), juzga que la hominización es un proceso del que surge la relación social mediada por objetos y símbolos codificables concretamente.

Ahora bien, las posiciones de la ESAI sobre la función de mediación de los OT no forman un bloque monolítico. Algunos, como Callon, han notado su función en el proceso de traducción por la cual dos realidades devienen un híbrido (Callon, 1986: 170-177); otros, como Akrich, han subrayado su función en la organización de relaciones sociopolíticas (Akrich, 1987: 49-63); Latour ha remarcado su función central en la distribución de roles entre los actores humanos y no-humanos (Latour, 1991a, 1990).

Las tres funciones coinciden en mostrar el lado activo de los OT en la reconstrucción de la realidad. La función de traducción se refiere a la función mediadora de los OT en el proceso de creación de nuevos híbridos, por ejemplo, el uso humano de los instrumentos en la creación de nuevos artefactos instrumentales a partir de ciertas materias primas. La función organizadora de relaciones y la distribuidora de papeles se refieren a la función que los OT tienen en las relaciones sociales y en las socio-técnicas, respectivamente.

En realidad, las tres funciones no son puntos de vista contradictorios, en cambio pueden ser complementarios. Suponiendo el juicio de un observador exótico sobre una autopista, Lévi Strauss (1962) ha expuesto en un pasaje del *Pensamiento salvaje*, las funciones organizadora de relaciones, distribuidora de papeles y roles, de la manera siguiente:

Un observador exótico juzgaría sin duda que la circulación de automóviles en el centro de una gran ciudad o sobre una autopista sobrepasa las facultades humanas, y en efecto, las sobrepasa, por cuanto no pone exactamente cara a cara, ni a hombres, ni a leyes naturales, sino a sistemas de fuerzas naturales humanizadas por la intención de los conductores, y a hombres transformados en fuerzas naturales por la energía física de la cual se convierten en mediadores. Ya no se trata de la operación de un agente sobre un objeto inerte, ni de la acción de rechazo de un objeto, ascendido al papel de agente, sobre un sujeto que se habrá desposeído en su favor, sin pedirle nada a cambio, es decir, de situaciones que lleven consigo, así de una parte como de la otra, una dosis determinada de pasividad: los seres que se hallan en mutua presencia se enfrentan, a la vez, como sujetos y como objetos; y, en el código que utilizan, una simple variación de la distancia que los separa tiene la fuerza de una muda súplica (Lévi-Strauss, 1962: 322-323 en Latour, 1991).

En esta cita, la autopista (el OT), la fabricación de éstas y su uso legítimo e instrumental traducen el interés de los conductores y de las leyes naturales de los materiales de su construcción. Asimismo, la autopista distribuye y organiza las relaciones de los conductores, de otros usuarios, de los autos y los códigos de manejo. Inspirándose en Lévi Strauss puede reconocerse que, afrontando y distribuyendo a seres de identidad diferente, los OT adoptan una función activa en la coproducción de objetos y sujetos.

Tomando en consideración la naturaleza híbrida de naturaleza y sociedad de los OT, su estructura reticular sociotécnica y su papel mediador de las relaciones entre los hombres y con la naturaleza, no es sorprendente que ahora se les asigne el derecho a devenir actores y a ser estudiados en un nivel similar que los humanos. En este trabajo se ha decidido tomar el riesgo de atribuir a los OT la categoría de actor no-humano por los argumentos que se han expuesto anteriormente, y porque esta decisión es la única posibilidad de sostener una antropología de la innovación técnica que no sea una antropología de los científicos y/o de los ingenieros.

## **1.2. Producción y adopción de los objetos técnicos**

Habiendo definido las nociones propedéuticas que conciernen al estudio de la producción social de las técnicas de la óptica adisciplinaria, ahora se precisarán las nociones relacionadas con la producción de los objetos técnicos y su adopción.

### **1.2.1. Producción de objetos técnicos**

En el primer punto se han definido provisionalmente los OT como híbridos integrados por las leyes de la naturaleza y la acción social, que median las relaciones entre los actores sociales y las cosas. En este apartado se abordarán las discusiones teóricas a propósito del proceso de adopción de técnicas, así como la función de las controversias y negociaciones sociotécnicas en la definición y construcción de los problemas científico-técnicos.

Después de algunas décadas, la filosofía y la sociología de las ciencias se interesan activamente por el estudio y caracterización de las controversias para rendir cuentas de la actividad científica. A excepción de las biografías de los científicos e inventores, no hay, actualmente, una escuela que al estudiar la actividad científica pueda negar su carácter controversial.<sup>17</sup> El escenario de la actividad científico-técnica es un terreno conflictivo, repleto de interpretaciones y de luchas donde se enfrentan las teorías, los métodos, las técnicas y los hombres.

Las controversias científicas han sido interpretadas de diferentes maneras. Entre ellas, sobresale el modelo de la sucesión de las teorías desacreditadas y declaradas falsas (Popper, 1970), y el modelo de las revoluciones científicas (Kuhn, 1985). Según el primer modelo, los científicos luchan por imponer sus teorías y, al fin, la teoría que tiene la mejor capacidad explicativa se impone mediante el convencimiento de la mayor masa de investigadores. Este modelo supone que una teoría es dominante hasta que es suplantada por otra de mayor capacidad explicativa. El segundo modelo considera simplemente que los paradigmas desacreditados pierden vigencia en la medida que los investigadores “vencidos” desaparecen, en tanto que los nuevos científicos son formados en los nuevos paradigmas.

En la segunda mitad de la década de 1970, el “programa fuerte de la sociología de la ciencia”, propuesto por David Bloor (1976), intenta estudiar

---

17 Las biografías que abordan las polémicas en las que los grandes científicos y tecnólogos estuvieron implicados son raras. El mutismo sobre esas polémicas científicas nutre una concepción simplista de la producción científico-técnica según la cual, los avances serían producto de inteligencias particulares forjadas individualmente.

y explicar la naturaleza del conocimiento científico,<sup>18</sup> así como el papel epistemológico de las controversias científicas. Según Bloor, “frente a la verdad o la falsedad, la racionalidad o la irracionalidad, el fracaso o el éxito, la sociología de las ciencias toma el compromiso de explicar cada uno de esos términos dicotómicos” (Bloor, 1976: 8).

Luego que el *programa fuerte* se convirtió en la metodología privilegiada de la sociología y de la antropología de ciencias y técnicas,<sup>19</sup> un abanico de estudios sobre proyectos científicos ha ilustrado el encuentro de sujetos y de lógicas sociales.<sup>20</sup> Derivado del programa fuerte, los principios de simetría e imparcialidad han formado el enfoque de estudios de controversias y negociaciones científicas y tecnológicas.<sup>21</sup>

En el enfoque de controversias y negociaciones, los actores sociales movilizan un espectro de sujetos, ideas y poderes para imponer y convencer a sus competidores de que sus puntos de vista son justos. Este enfoque permite desmitificar las nociones alusivas a la construcción exclusivamente racional de los hechos científicos y de los objetos técnicos. En este sentido, la presente investigación mostrará la enorme dosis de irracionalidad (en el

---

18 El “programa fuerte de la sociología de ciencias”, propuesto por Bloor (1976), intenta construir una sociología de la ciencia, en lugar de restringirse a continuar el avance de una sociología de las instituciones científicas, de los factores “externos” al contenido racional de la actividad científica o de los científicos.

19 Véase el trabajo de Woolgar (1991b): “The Turn to Technology in Social Studies of Science”, en *Science, Technology and Human Values*, 1991. Vol 16, No 1, Winter, pp. 20-50.

20 Véanse los trabajos de Donald MacKenzie (1990), *Inventing Accuracy. A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance System*; Hughes (1983), “L’électrification de l’Amérique”, en *Culture technique*; Callon (1986) “...Eléments pour une sociologie de la traduction, la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc”, en *L’Année sociologique*; Callon (1989), *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*; Callon (1979), *Le VEL, un enjeu social*; Latour (1992), *Aramis ou l’amour pour les techniques*; Coutouzis (1985), *Société et techniques en voie de déplacement, le transfert d’un village solaire des États-Unis en Crête*; véase también el repertorio de trabajos resumidos por Karin Knorr y Michael Mulkay, en *Science observed* y Knorr Cetina (1983b) sobre los nuevos desarrollos en los estudios de las ciencias.

21 Véase el repertorio de estudios sobre las controversias científicas publicado en 1982 en editorial Pandora bajo el título: *La science telle qu’elle se fait*. Por ejemplo: el de John Farley y Gerald I. Geison “Le débat entre Pasteur et Pouchet: Science, Politique et Génération Spontanée, au 19e siècle en France”, el de Steve Shapin “La politique des cerveaux, ou la querelle phrénologique à Édimbourg au 19e siècle” (Callon y Latour, 1982).

sentido weberiano del término, como se indicó antes, Weber, 1968) en la construcción de los OT.

Entre aquellos estudiosos que han seguido el enfoque de controversias y negociaciones, unos (Callon, 1981; Shapin y Schaffer, 1986) han desarrollado una visión en que resalta el aspecto controversial de las relaciones entre los actores. Esto fue mostrado por los primeros trabajos de Callon (1981a) de la siguiente manera:

al final, las fuerzas que se oponen a todo lo largo de la controversia se equilibran, aun si en ciertos momentos un actor particular logra acallar a los otros, a erigirse en vocero de muchos actores, éste será rápidamente contestado y desbordado por todos lados. Este equilibrio hace poco eficaces los argumentos de autoridad y permite a la controversia seguir abierta, mezclando sin cesar consideraciones científicas, técnicas, políticas o económicas (Callon, 1981: 385).

Sin embargo, otros adoptan una visión que acentúa el aspecto negociador de las relaciones entre los actores. En esta perspectiva, la situación de negociación constata el acuerdo sobre una discusión anterior. Como lo explica Latour, “los conocimientos son negociados en la medida exacta donde ellos resultan de compromisos anteriores entre los grupos, negociar es el elemento contrario a la fuerza bruta y, más generalmente, la negación de cualquier trascendencia” (1991: 30).

Ante esta aparente contradicción, adoptamos el lado de la racionalidad comunicativa de las contradicciones y negociaciones. Estas últimas son el momento que ata la cooperación social y la construcción *sui generis* de los objetos técnicos. También, son comprendidas como la fase que expresa la relación de las lógicas y de los actores implicados en la situación controversial. Si las controversias evidencian el abanico de soluciones posibles a problemas teóricos y prácticos de la ciencia y la tecnología, las negociaciones muestran los nudos de racionalidad comunicativa enraizados en la sociedad.

Las nociones de controversias y de negociaciones dan cuenta del mundo social de la producción de objetos técnicos y de actores sociales. En este proceso, no sólo la naturaleza, organización, interpretaciones y descripciones son sometidas a prueba y a debate, sino que también lo es la sociedad y su organización. Aplicando los resultados de esta discusión, puede retenerse la idea de que un

objeto técnico es el resultado de un proceso de controversias y negociaciones que ha fusionado realidades sociales y naturales. La concreción del objeto técnico representa la clausura provisional de una controversia técnica donde la naturaleza y la sociedad han sufrido una hibridación.

### **1.2.2. Adopción y adaptación de objetos técnicos**

Los términos oficiales en que las oficinas de los gobiernos y responsables de la ciencia y tecnología dividen la actividad científico-técnica, son por un lado en Investigación y Desarrollo (IyD), y la Transferencia (T), por el otro (Witkowski, 1991). Los funcionarios y burócratas tienen un cuidado meticuloso de no mezclar las actividades de los científicos e ingenieros, pero también los especialistas adoptan corrientemente una posición que les identifique como científicos o tecnólogos.<sup>22</sup>

La división investigación y desarrollo/divulgación tiene dos efectos: primeramente, divide el conjunto de la producción técnica intentando construir fronteras que ninguna persona respeta; enseguida, exige una estricta especialización profesional, o como científico o como divulgador, que tampoco se lleva a cabo.

Según esta división del trabajo, la creación y el desarrollo de los objetos científico-técnicos tienen lugar en las instituciones de investigación. Enseguida, los productos de la actividad científico-técnica, convertidos en objetos técnicos, salen de las instituciones científicas para comenzar su implantación en la sociedad gracias a la actividad de los divulgadores. La transferencia sería la actividad que relaciona la producción de tecnología con el consumo social de OT. Según esto, los divulgadores serían los actores responsables de la adaptación de las definiciones técnicas de los OT a las necesidades de los usuarios.

En la problemática de la adopción de técnicas por la sociedad, la corriente determinista tecnológica adopta el modelo de la *difusión*. Este modelo implica que los OT son totalmente construidos en las instituciones científicas quedando pendiente su transportación a los contextos sociales. El modelo es una idea de distribución de OT y de conocimientos desde los centros de alta densidad

---

<sup>22</sup> Esto es muy característico en todos los manuales que divulgan la ciencia, por ejemplo en: L'état des sciences de Witkowski (1991) y en los documentos oficiales de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 1991, 1972).

cognitivo-instrumental, representados por los institutos de investigación hacia amplias masas de la población de escasa densidad técnica y cognitiva. La extrapolación de la metáfora física de la difusión es bien recibida por casi todas las disciplinas sociales gracias a toda suerte de traducciones; por ejemplo, la idea económico-mercantil que las innovaciones, para tener éxito, sólo necesitan de clientes (el empuje del mercado o *Science & Technology push*), o a la inversa, que unos clientes tienen necesidad de ciertas innovaciones (el jalón del mercado o *Market pull*). Para Rogers, Shoemaker y Svenning, la difusión es un tipo de comunicación que esparce las ideas e innovaciones desde su fuente (los centros de investigación) hasta los miembros del sistema social (Rogers y Shoemaker, 1971; Rogers y Svenning, 1971). En cualquiera de estas ideas se percibe un movimiento rectilíneo de difusión de innovaciones o de atracción de los usuarios, los OT van del laboratorio de investigación básica al mercado o viceversa (Callon y Latour, 1986).

Una variante del modelo de la difusión es el modelo que adopta la metáfora balística, en la cual las innovaciones tendrían una fuerza cinética propia y suficiente para vencer la fuerza de resistencia de los potenciales utilizadores. El resultado de este fenómeno es que los OT impactan a la sociedad produciendo efectos innovadores irreversibles. Este es el origen de la visión común del trabajo de los divulgadores, en el que las innovaciones penetran los espacios sociales gracias a los esfuerzos de divulgadores que tienen como tarea específica la obligación de convencer a los usuarios de las bondades de los OT y de explicar los contenidos técnicos implícitos en las innovaciones.

Numerosas experiencias demuestran que las innovaciones que salen de las instituciones científicas requieren un proceso de adaptación y adopción para ser eficazmente puestas en marcha por los actores (Hennion, 1991; Akrich, 1989; Hughes, 1993). Dicho de otra manera, la innovación tecnológica no concluye su historia sino en los complejos procesos de su adopción.

Inspirados por la ESAI, Lepage (1989) y Chateauraynaud consideran que el proceso de fabricación de OT sólo puede escindirse cognitivamente. El estudio de una innovación técnica debería comprender desde el momento en el cual los científicos negocian su participación en un proyecto, hasta que los usuarios la reciben y la adoptan a sus condiciones concretas. La división de este proceso sólo puede realizarse a condición de mantener una perspectiva integral de la

innovación y de guardar una postura simétrica frente a las acciones que los actores mantienen a lo largo de la fabricación de un OT.

Aceptando durante largo tiempo las fronteras entre concepción, desarrollo y adopción de OT, la sociología de ciencias y técnicas extiende sus estudios desde que los OT son concebidos hasta su desarrollo, pero justo hasta el momento precedente a su utilización por los usuarios. Después del nacimiento del proyecto de la ESAI, Madeleine Akrich ha señalado la importancia de estudiar el proceso de adaptación y adopción de las técnicas y de no detener la sociología y la antropología de técnicas en las puertas de los usuarios (Akrich, 1987, 1989 y 1990).

La preocupación de Akrich de construir una sociología del uso de los OT no es nueva en el pensamiento social. La problemática del significado de la producción social fue abordado por Marx en el momento que discutía sobre la dialéctica de la producción y el consumo sociales. Él consideraba al consumo como un tipo de producción, e inversamente la producción era una forma de consumo. Esto fue expresado en la metáfora de comer un pudín, cuando Marx aseguraba que el último paso para concluir el acabado del producto consistía en su destrucción durante el consumo, acabar el pudín implicaba, entonces, ingerirlo y digerirlo (Marx, 1978, 1980).

Continuando con Akrich, habría que decir que la problemática de la producción social es retomada en el sentido de estudiar el proceso social de elaboración de las relaciones entre la construcción de redes sociotécnicas y la adopción de las técnicas por los usuarios (Akrich, 1989: 31-35). Dicho de otra manera, en esta investigación se intentará demostrar la construcción de colectivos sociales en la relación entre dos procesos: la de la elaboración de técnicas y la de su explotación por los usuarios.

Aceptando que los utilizadores de las técnicas constituyen la materia de trabajo de los sociólogos y antropólogos de ciencias, Akrich ha propuesto un modelo del progreso técnico según el cual el objeto técnico y su ambiente viven un ajuste mutuo. Según ella, este ambiente está constituido por la organización social (esto comprende los usuarios de las técnicas), las representaciones del mundo y los modelos culturales (Akrich, 1989). La propuesta de esta autora para tomar en cuenta a los usuarios de tecnología y al

proceso de transferencia como parte de los temas de estudio de la sociología y antropología de ciencias y técnicas es justa. Sin embargo, para el enfoque que se trata de mantener en esta investigación, es necesario cuestionar la pertinencia del modelo del mutuo ajuste entre los OT y su ambiente. Mantener el acuerdo con el diagnóstico de Akrich sobre la autolimitación de la sociología de la tecnología, para evitar a los usuarios, no significa compartir su propuesta del ajuste mutuo entre técnica y sociedad para resolver las limitaciones de otros enfoques (Akrich, 1989). En realidad, el modelo del ajuste mutuo entre el OT y sus contextos no es compatible con una perspectiva que pretende evitar la escisión técnica/sociedad.

Tomando el trabajo ejemplar de Steve Shapin sobre la “tecnología literaria” de Charles Boyle (Shapin, 1991), es posible reformular las relaciones entre los científicos, las técnicas y los usuarios, partiendo de las categorías ligadas a la producción de conocimientos científicos y su divulgación. El estudio de Shapin sobre la tecnología literaria, a propósito de la elaboración del hecho científico sobre el vacío de aire por Charles Boyle en la segunda mitad del siglo XVIII, muestra que la producción de los hechos científicos y los discursos que les conciernen no son actividades distintas. Shapin muestra que los discursos sobre la realidad son un medio de producir conocimientos relativos a una entidad externa y, simultáneamente, de reunir un consenso en torno a esos conocimientos. En ese sentido, la divulgación está ligada íntimamente a la producción misma de hechos científicos y está al origen de la formación de la objetivación y de la estabilización social de los hechos científicos. Por esta razón, de esto que corrientemente se conoce como divulgación deviene, entonces, la exposición científica que consiste en engendrar, validar y legitimar los conocimientos en el interior de un colectivo social dado (Shapin, 1991).

En el ejemplo ilustrado por Steve Shapin,<sup>23</sup> los hechos que Boyle produjo con su máquina de vacío de aire no son transportados hacia una comunidad científica sin sufrir modificaciones. Por el contrario, cada uno de los experimentos con la máquina, los reportes que los científicos escriben, la calidad de los testigos humanos (los colegas) y los instrumentos de medición (testigos no-humanos)

---

23 En la Inglaterra de 1659, los “hechos” de Boyle eran el producto de una máquina compleja para producir el vacío de aire. Las discusiones sobre esos hechos no permitían a los colegas discernir la causa que explicaba los fenómenos observados. Por esta razón, la condición *sine qua non* para poder juzgar las opiniones de Boyle y convertirlos o no en hechos científicos era únicamente la comunidad de colegas que pudo tener acceso a la máquina. Entre 1662 y 1668, los éxitos en la producción del “vacío” sólo habían ocurrido dos acciones; para 1670 Boyle comenzaba a manifestar cierto desánimo a causa de la imposibilidad de reproducir el éxito de sus experimentos (Shapin, 1991: 177).

son, todos ellos, activos en el proceso de fabricación de un *hecho científico*. El trabajo ejemplar de Shapin enseña que para establecer el *vacío de aire* como hecho científico, Boyle debió tener éxito en la construcción simultánea del experimento científico, del instrumento, pero también de los testigos, del texto científico y de los colegas.

La divulgación científica no se reduce al problema del desplazamiento de los resultados de los experimentos de un contexto de alta densidad científico-técnica hacia otro de alta densidad empírica, tal como los difusionistas han pretendido establecer. La divulgación implica el problema crucial de la fabricación final de los hechos científicos manifestado por adopción, adaptación y su explotación.

Las enseñanzas del trabajo de Shapin pueden extrapolarse para el caso de la producción y transferencia de los objetos científico-tecnológicos. De este hecho, puede decirse que el modelo de la difusión supone el transporte y el tráfico de los OT como si se tratara de productos acabados, en lugar de considerarlos como productos en proceso de fabricación, de conformidad con Shapin, o como en proceso de utilización para la producción, de acuerdo con Marx. En todo caso, la situación de la divulgación es el proceso por el cual un OT se convierte habitual y socialmente eficaz, como diría Mauss; y esto implica un proceso complejo que rebasa la simplicidad con la que el modelo difusionista lo pretende explicar.

De acuerdo con Shapin, es posible replantear el modelo de Akrich contemplando la divulgación como una parte del proceso general de innovación científico-técnica. Esto implica dos aspectos: por un lado, que los actores científicos y los usuarios están ligados de manera más compleja que como simples creadores y consumidores de OT, y por otro, que la construcción del objeto técnico es igualmente, la fabricación simultánea de su público (su contexto) y de sus condiciones de legitimidad. Dicho de otra manera, la fabricación de un OT es la construcción de colectivos sociales ligados materialmente.

Según la perspectiva que se adopta en este trabajo, la transferencia de técnicas es la etapa de construcción de los OT durante la cual un proyecto técnico es adaptado y adoptado por vastos sectores de usuarios, o bien se mantiene como pretensión de validez. La transferencia de tecnología es la fase en la cual,

siguiendo el enfoque de controversias y negociaciones, sectores cientificados negocian los contenidos técnicos y ciertas formas de uso de los OT con los usuarios. En esta perspectiva, estos últimos son actores activos del *continuum* de la innovación, en tanto que en sus manos reposa la aceptación o el rechazo de las pretensiones de validez implícitos en los OT.

Después de haber seguido las discusiones de las principales tendencias teóricas relacionadas con el tema que se ha abordado en el presente apartado, es posible enunciar una definición abstracta de la producción de los objetos técnicos, de manera que pueda ser la referencia para la búsqueda empírica de los elementos que puedan dar cuenta de ella. Así, se considera que *la producción de los OT es el resultado de un conjunto de controversias y negociaciones científico-técnicas, esta producción representa la construcción simultánea de objetos y de sujetos, de innovadores y usuarios. Estos objetos técnicos son el producto único y no reproducible de la hibridación de leyes naturales y de la acción social, toman la forma de redes y distribuyen las relaciones entre actores sociales y naturales.*

### **1.3. Los estudios sociales en las ciencias y técnicas agrícolas**

Los estudios sociales en ciencias agrícolas han abordado múltiples sujetos, dentro de los cuales destacan: a) los biográficos contextualizados socialmente; b) los impactos científicos en la producción; c) la evolución institucional; d) la política científica, y e) las condiciones de las tecnologías de punta.

a) El repertorio de biografías que abordan la vida de los científicos, de los descubrimientos y de los contextos sociales es amplio. Por ejemplo, los trabajos de Jean Louis Dumas (1965), sobre Liebig y la teoría de los fertilizantes; el de Branningan (1979), sobre Mendel y sus leyes de la genética, y las entrevistas de Aguirre (1984) y Castaños (1997) a importantes agrónomos mexicanos.

b) Los impactos de las ciencias sobre la producción han atraído la atención de diversas disciplinas. Así, la *Revolución verde* atrajo la atención de economistas y de burócratas con el fin de medir las influencias de la aplicación de programas de investigación en términos de producto-beneficio. A fines de los años cincuenta, se iniciaron los estudios de la contribución de los resultados de investigaciones al incremento de la producción agrícola en términos de la relación costo/beneficio, por Zui Griliches (1958) (Arndt y Ruttan, 1976), quien trataba de justificar los enormes presupuestos destinados a la investigación

agrícola mundial. En esa corriente, Ardito Barletta estimó que para México los gastos de la investigación para el maíz y el trigo, entre los años 1943 y 1963, tuvieron una tasa interna de retorno por programa de 90 y 35%, respectivamente. Estas tasas de retorno justificaban la utilización de los fondos de investigación en relación con el costo de oportunidad de otras inversiones de la época (Barletta, 1970).

c) La evolución de las instituciones de investigación agrícola han preocupado a múltiples autores e instituciones. Entre estos estudios se tienen los de Elgueta Guerin (1967) para la evolución de la investigación agrícola chilena y los de Trigo *et al.* (1982) para América Latina. Para México existe una serie de escritos oficiales que explican los cambios sufridos en las instituciones de investigación; la mayoría fueron escritos por funcionarios, como reportes públicos (Batalla, 1985; INIA, 1975, 1976, 1977, 1981, 1983 y 1985; INIF, 1979 y 1982; INIFAP, 1987; INIP, 1983; Ortiz, 1985).

d) Los estudios sobre las relaciones entre el Estado y la política científica han sido el terreno privilegiado de los investigadores sociales y algunos agrónomos preocupados por el origen y desarrollo de sus disciplinas. Destacan en esta temática los trabajos de Rosalba Casas (1983 y 1985) sobre la institucionalización de la investigación mexicana y la evolución simultánea de paradigmas científicos y de los sistemas de organización institucional (Arellano H., 1991; UACH, 1990; Méndez *et al.*, 1991; Caetano y Mendoza, 1991).

e) Existe una multitud de reportes de investigación sobre la investigación agrícola de punta, incluyendo la biotecnología. Desde los años sesenta, se abordó la organización y campos de estudio de la investigación de punta (BNCE, 1968), la investigación agrícola regional (Trigo *et al.*, 1982), la investigación agrícola mundial sobre el maíz (CIMMYT, 1989). También se ha publicado una serie de estudios de los impactos de la biotecnología sobre diversos aspectos de la economía, de la sociedad campesina, etc. (IIS, 1991; UAM, 1990); por ejemplo, los estudios sobre las relaciones entre los diversos tipos de productos biotecnológicos y los impactos sobre la economía (Mestries, 1990; Vega, 1989), las políticas económicas (Massieu, 1990), o aun sobre la ecología (Baark, 1991; Casas, 1991).

Actualmente, la producción y uso de tecnologías biotecnológicas es el tema de algunas investigaciones antropológicas, como el estudio de un laboratorio de biotecnología molecular de Deborah Heath (Escobar, 1994).

En ese sentido, esta investigación pertenece al estudio de tecnologías agrícolas pre-biotecnológicas.

A pesar de que la bibliografía sobre las ciencias sea enorme, las investigaciones sociológicas y antropológicas sobre el tema son escasas. Sin embargo, la lectura de los trabajos enunciados ha sido de gran ayuda para delimitar el tema de estudio de la presente investigación.

En la delimitación del tema de estudio fue importante comprender los niveles jerárquicos que encuadran la producción de las técnicas agrícolas. En efecto, la investigación agrícola mundial puede comprenderse como un proceso jerarquizado en tres niveles (Trigo *et al.*, 1982). En el primer nivel de la estructura se ubica la red de universidades/gobiernos de los países industrializados. En este nivel se crean los principios y las técnicas de gran visión y de amplias aplicaciones. En el segundo, las empresas transnacionales y los centros de investigación mundial agrupados en torno al Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI)<sup>24</sup> afinan los productos de gran aplicación. En el tercero, se sitúan los centros de investigación de los países periféricos. Ellos tienen como función desarrollar las especificaciones exactas de los objetos técnicos provenientes de los dos niveles anteriores con el fin de aplicarlas a las condiciones nacionales y regionales de los países.

El presente trabajo aborda temporalmente el periodo en el que se construía esa estructura. De hecho, la investigación agrícola que tuvo lugar en México entre 1938 y 1963 sirvió para globalizar la investigación agrícola, y simultáneamente para construir la estructura jerárquica que se describió anteriormente.

La ciencia agronómica no comparte la “pureza” de la física, química, matemáticas, biología, o de la lógica. El origen híbrido de la agronomía no resulta atractivo para los sociólogos y antropólogos de tecnociencias, quienes prefieren fijar su atención sobre las “ciencias puras” (Law, 1997: c.p.). Además, los protagonistas de la agronomía son clasificados en las

---

24 El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI) está constituido por 13 centros de investigación mundial y recibe el apoyo financiero de agencias mundiales de desarrollo de 21 países, de la Fundación Ford, del Banco Interamericano de Desarrollo, del Banco Mundial, de la Fundación Rockefeller, etc. (CIMMYT, 1989, 1991).

biografías en papeles secundarios. Aun cuando los personajes y las obras de la agronomía son importantes, para el conjunto de la producción científica se consideran aportaciones de otras disciplinas; por ejemplo, el caso de la vida de Liebig (Dumas, 1965) y de las leyes científicas sobre los fertilizantes que son reclamadas por la química, o el caso de Mendel y de las leyes de la herencia, reclamadas por la biología o por la genética, en proceso de convertirse en disciplina científica independiente (Drouin, 1988).

El campo de intervención científico-técnica de la agronomía tiene características particulares. Primeramente, la agronomía no tiene la intención de convertirse en ciencia pura, ella es más bien la síntesis de diferentes disciplinas como la biología, la física, la química, etc. Además, tomando en consideración que siempre está ligada a la producción agrícola, tiene como compromiso la adopción de las técnicas a las heterogéneas condiciones locales. Ella es un híbrido de disciplinas de la naturaleza, de la producción y del colectivo dedicado a la agricultura.

La investigación agrícola es una disciplina que integra investigaciones más especializadas. Además, afronta un problema de síntesis disciplinaria y de producción. En relación con el primer problema, ella intenta utilizar de manera sincronizada los fertilizantes, los productos sanitarios (pesticidas), las máquinas, los conocimientos instrumentales sobre el clima y los suelos, y los nuevos insumos, como el caso del plástico (Reboul, 1986) y la informática.

Respecto al problema de síntesis en la producción, la investigación agrícola está sometida a tres condiciones: no puede escapar a las distinciones culturales de los productores agrícolas, produce técnicas para un público formado por mediadores entre el consumidor agroalimentario y los proveedores de técnicas de producción y, finalmente, debe resolver las distinciones del ambiente de la producción agrícola.

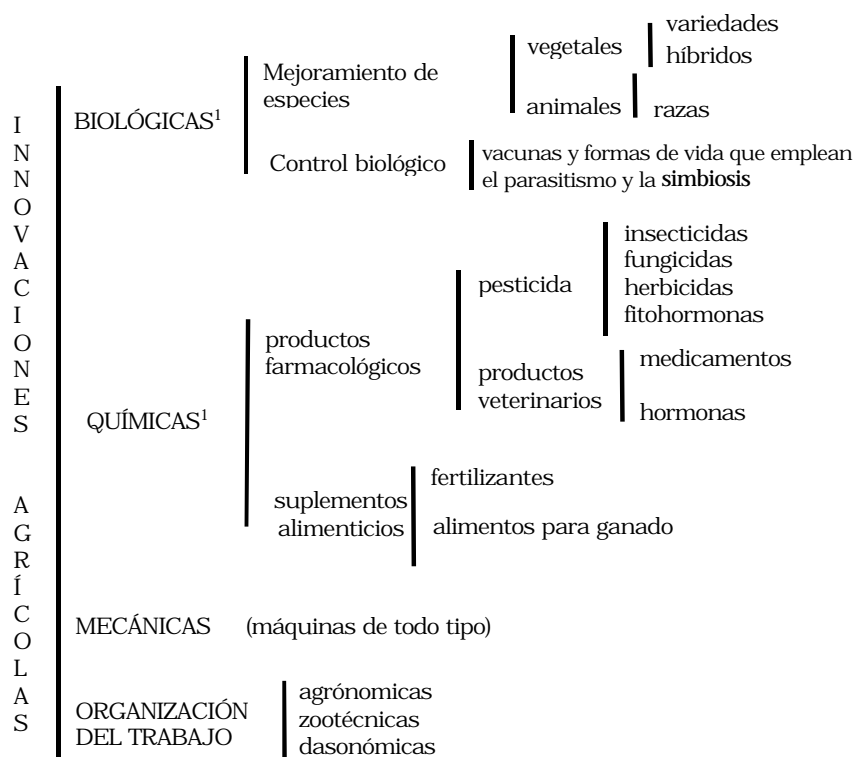
Como pocas disciplinas lo hacen, la agronomía requiere de una investigación de adaptación antes de que una técnica tenga éxito. Aun la tecnología agrícola para condiciones de ambiente controlado (condiciones hidropónicas en invernaderos) debe adaptarse a las condiciones locales. La especificidad de las realidades agrícolas locales limita las posibilidades de afinar las técnicas agrícolas por dispositivos experimentales centralizados (Reboul, 1986).

Para la antropología de técnicas, la heterogeneidad cultural, social y del ambiente que caracteriza a la agronomía es una buena ocasión de ilustrar empíricamente los desafíos de la síntesis disciplinaria y de la producción agrícola en la formación

de la *red maíz mejorado científicamente*. Ciertamente, estudiando el proceso de la hibridación sociedad-naturaleza subyacente a la formación del OT maíz mejorado, se tiene la ventaja teórico-metodológica de estar cerca de la producción de auténticos híbridos; justamente, los híbridos vegetales que han intentado formar los científicos de la historia que se abordará.

La agronomía, al igual que otras disciplinas híbridas, tiene una dimensión estratégica para la antropología de ciencias y técnicas, puesto que permite captar la hibridación y la negociación de diversas disciplinas científicas para estabilizar los OT agrícolas; además, tiene una posición intermedia entre el público y otras ciencias, esto es lo que le permite transmitir demandas sociales hacia otras ciencias y ofertas de legitimidad hacia el público.

**Figura 1. Las innovaciones agrícolas**



<sup>1</sup> Pueden ser biotecnológicas  
Fuente: Arellano-H. (1991: 18)

En otro sentido, el estudio del mejoramiento científico del maíz tiene una dimensión estratégica para la investigación agrícola mexicana, que según los dominios de la innovación agrícola (figura 1), el mejoramiento biológico del maíz ha sido uno de los más fecundos de la investigación agrícola mexicana.

Las innovaciones biológicas y las de la organización del trabajo han sido los ejes de atención más importantes y fértiles de la investigación mexicana. Las innovaciones mecánicas son, en su mayor parte, productos de la investigación extranjera. La investigación química destinada a la protección de los cultivos contra parásitos, la creación y afinación de pesticidas ha sido también realizada en el extranjero. Así, la investigación mexicana se reduce a la tarea de afinar las dosis y las fechas precisas de aplicación.<sup>25</sup>

Esta investigación aborda las innovaciones relacionadas con el mejoramiento del maíz y, en cierta medida, a la organización del trabajo de sus prácticas culturales.

## **2. METODOLOGÍA**

La metodología aplicada a la investigación tiene origen en los principios metodológicos del Programa Fuerte de la Sociología de la Ciencia (Bloor, 1976)<sup>26</sup> y las aplicaciones derivadas por los trabajos posteriores de la Escuela

---

25 Esto se observó en una encuesta aplicada sobre la investigación en la Universidad Autónoma de Chapingo entre 1937 y 1989, y al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) entre 1968 y 1978 según la cual, en las dos instituciones, 50% de las investigaciones correspondían al control químico mediante el ensayo de diferentes dosis de pesticidas (Trujillo y Ríos, 1993: 114).

26 El "programa fuerte" de la sociología de la ciencia fue establecido por David Bloor (1976) hace más de dos décadas, inspirando numerosos trabajos de sociólogos y antropólogos. Este programa tiene cuatro principios fundamentales:

1. Ser causal, es decir, interesarse en las condiciones que dan nacimiento a las creencias o a los estadios de conocimiento observados. Las creencias tienen, desde luego, explicaciones extrasociales.
2. Ser imparcial frente a la verdad o la falsedad, la racionalidad o la irracionalidad, el éxito o el fracaso. Cada uno de esos términos debe ser explicado.
3. Ser simétrico en su modo de explicación. Los mismos tipos de causas deben explicar las creencias "verdaderas" y las creencias "falsas".
4. Ser reflexivo: sus modos explicativos deben aplicarse a la sociología misma. Este principio, como el anterior, responde a la necesidad de disponer de explicaciones generales. Es una condición evidente sin la cual la sociología estaría en contradicción permanente con sus propias teorías (Bloor, 1976: 8).

de Sociólogos y Antropólogos de la Innovación (Latour, 1990, 1991, 1992b; Coutouzis, 1985, 1986; Callon, 1979, 1981, 1986; Akrich, 1987, 1989) en los estudios de las controversias y negociaciones científico-técnicas y, por otra parte, las etnografías de laboratorios (Latour, 1986; Shapin y Schaffer, 1985; Latour y Woolgar, 1981; Lynch, 1982).

Los resultados de la aplicación del “programa fuerte” y de las etnografías de laboratorio,<sup>27</sup> para comprender *la ciencia tal como se hace* (Callon, 1986 y 1989), han sido abundantes y fecundos. Estos resultados han mostrado que las nociones sobre la naturaleza son inciertas, redefinidas constantemente, convencionales y construidas socialmente. Además, pueden agruparse en dos hechos: por una parte, la ausencia de uniformidad y de consensos sobre las nociones de la naturaleza; por otra, la simetría de los debates en lo que concierne a los argumentos, los métodos, las teorías y los actores mismos. Pero, observando las cosas de cerca, los estudios socioantropológicos sobre la ciencia han evidenciado la dificultad de mantener una imagen unitaria y estable de la sociedad. Para explicar el factor social de las controversias, unos apelan al carácter religioso de los científicos (Farley y Geison, 1991); otros, a las características de las organizaciones científicas (Mulkay y Edge, 1982) y algunos, al carácter ideológico de los actores (Shapin y Schaffer, 1986). Dicho de otra manera, las nociones de los sociólogos y antropólogos de ciencias sobre la sociedad son tan inciertas, heterogéneas y asimétricas como las nociones sobre la naturaleza que producen los naturalistas (Callon, 1989).

Frente a este panorama, *a)* los etnometodólogos y *b)* los miembros de la ESAI pretenden resolver la asimetría de los recientes estudios de los sociólogos de ciencias, proponiendo estrategias metodológicas para organizar la explicación de las controversias sobre la naturaleza y también sobre la sociedad.

---

Es necesario destacar que las creencias son, para Blo+or, los conocimientos institucionalizados, entonces aceptados colectivamente. La simple creencia corresponde al conocimiento individual o singular (1976: 5).

<sup>27</sup> Los estudios empíricos recientes sobre la producción científica han concentrado sus esfuerzos para explicar los hechos científicos partiendo de trabajos de campo en los laboratorios científicos. Esto que se conoce como Etnografía de laboratorios, que comenzó de manera simultánea en 1975 con los trabajos de campo de Bruno Latour (Latour y Woolgar, 1981), de Mike Lynch (1982) y un poco más tarde con el de Karin Knorr Cetina (1981).

a) Los etnometodólogos, por su parte, admiten que la construcción de los hechos científicos es simultáneamente la construcción de su contexto social (Lynch, 1982, 1985) y que los científicos son al mismo tiempo naturalistas y sociólogos. Para ellos, la actividad científico-técnica es una “actividad mundana” que comparte todas las características de las otras “prácticas situadas” de la vida social. Por tal razón, los etnometodólogos intentan ilustrar el problema de orden social subyacente a las actividades cotidianas de los científicos en su propio mundo (Lynch, 1985) con el mismo interés que el estudio de la actividad de un pianista o del “orden natural” de las filas urbanas.

Según la etnometodología, la simultaneidad en la construcción de hechos científicos y su contexto corresponde con la formación de nociones técnicas de la naturaleza y de nociones sociales. De esta manera, todas las situaciones científicas estudiadas corresponden a la relatividad absoluta de percepciones sobre la realidad.

Los etnometodólogos se abstienen de definir la ciencia y cuál es la especificidad de la actividad científica. Según Lynch (el etnometodólogo más importante de la sociología de la ciencia), el carácter social de la actividad científica consiste solamente en los términos (la jerga) que los sociólogos agregan a sus descripciones; dicho de otro modo, el factor social de la ciencia es una construcción de los sociólogos. Según él, el real carácter social de esta actividad es el trabajo técnico y profesional que los científicos realizan en sus laboratorios día tras día.

La perspectiva etnometodológica sobre la simultaneidad en la construcción de hechos científicos y de su contexto, corresponde con la perspectiva de la presente investigación. Sin embargo, existe una diferencia de método sobre la función sociológica que la etnometodología asigna a los científicos. En efecto, nosotros coincidimos con la necesidad de prestar atención a las concepciones sociales transmitidas por los naturalistas tal y como lo recomiendan los etnometodólogos. Esto es congruente con el reclamo etnometodológico de no amputar las nociones sociales de los científicos de la naturaleza y de evitar que sean monopolizadas por los sociólogos y antropólogos de ciencias.

La autocensura interpretativa de la etnometodología respecto a la actividad científico-técnica es prácticamente imposible de practicar, al menos por tres razones. En primer lugar, el acto de seleccionar una temática de estudio y de

exponer los resultados imprimen el sello del observador etnometodológico; en segundo lugar, si la actividad científico-técnica es transparente, entonces el trabajo etnometodológico es superfluo o innecesario; pero si esta actividad no fuera transparente, la tarea etnometodológica se reduciría a la divulgación científica. En esta investigación se pretende interpretar la actividad científico-técnica de los agrónomos y de otros actores, reconociendo que los resultados son pretensiones de validez sujetas a negociación con las comunidades de los científicos de la naturaleza, los sociólogos y los antropólogos de ciencias y técnicas.

b) Por parte de la ESAI, Michel Callon ha revisado el principio blooriano de la simetría de las controversias sobre la naturaleza, extendiendo ese principio a las controversias sobre la sociedad (Callon, 1986: 176-177). El acercamiento de Callon retoma el carácter controversial de las nociones sobre la naturaleza, tal como lo han enunciado los sociólogos post-bloorianos; pero ahora tomando también el carácter controversial de las nociones sobre la sociedad. Por esta doble razón, Callon propone la construcción de un cuadro común y general para interpretar el carácter incierto de la naturaleza y de la sociedad, llamado “principio de simetría generalizada” (Callon, 1986: 176-177)<sup>28</sup>.

Callon ha expuesto la aplicación del principio de la simetría generalizada en un artículo sobre la domesticación de almejas por la acción de tres investigadores (Callon, 1986). También expone las negociaciones que éstos establecen con la naturaleza de las almejas y la acción de los pescadores, de las instituciones que financian las investigaciones, de la policía que vigila el cumplimiento de la disciplina de pesca, de los colegas científicos, etc. El proceso de transformación de un mundo natural y social desconocido hacia un mundo conocido y controlado por la acción de los científicos es bien ilustrado como un proceso de hibridación y de estabilización. Sin embargo, en este trabajo de Callon aparece una contradicción metodológica que se manifiesta en la producción de los resultados de su investigación. La acción

---

28 El principio de simetría generalizada ha sido formulado por Michel Callon (1986) a partir del principio de simetría de David Bloor (1976). Según Callon, el principio de simetría blooriano considera que la naturaleza no explica ni lo falso ni lo verdadero y que las explicaciones son dadas por la sociedad (los científicos). En el principio de simetría generalizada, tanto la naturaleza como la sociedad son categorías a explicar partiendo de las interpretaciones sobre los objetos.

y las opiniones científicas de los tres investigadores son unitarias, los tres afrontan de manera monolítica las investigaciones sobre las almejas y las negociaciones con los otros actores sociales. En otras palabras, Callon ha reducido la acción de los tres investigadores en un comportamiento común, como si se tratase de un actor solitario. En este escenario, Callon ha impedido conocer las contradicciones y negociaciones entre los tres científicos, pues resulta inverosímil su acción unívoca. Con este hecho, el autor ha coartado el sentido de una historia de innovación científico-técnica más real, llena de detalles, rica y compleja.

Lamentando la ausencia de las controversias y negociaciones en el tratamiento equilibrado de las relaciones entre los tres investigadores de Callon, el presente trabajo afronta el desafío metodológico de interpretar la actividad científica en dos aspectos: el primero comporta las relaciones que los científicos mantienen con las leyes de la naturaleza, y el segundo pretende discernir las relaciones que ellos mantienen con otros actores. Para el estudio de la relación que los científicos mantienen con su tema se emplearán las observaciones etnográficas desarrolladas por la etnografía de laboratorios, y para el estudio de las relaciones de los científicos con otros actores sociales, y que toman la forma de controversias y negociaciones, se aplicarán los principios de imparcialidad, simetría y reflexibilidad propuestos por Bloor para analizar la actividad científica.

En esta investigación se observará a los científicos confrontados en el problema de escenificar los nuevos objetos técnicos y soportar la concurrencia científico-técnica de sus colegas. Es en este campo donde se sitúa una aportación al estudio de la innovación técnica en el dominio de la agricultura.

Se tendrá cuidado de aplicar el principio de causalidad para evitar que la historia de la hibridación del maíz y de los agricultores en los Valles Altos del Estado de México sea la yuxtaposición de la historia del objeto técnico y la de su contexto. Se muestra que el contenido de la investigación y el contexto son resultado de negociaciones complejas y pacientes entre los actores. El principio de causalidad servirá para explicar las estrategias de los investigadores para: plantear esquemas de investigación que respondan a los problemas planteados por otros actores sociales, formular hipótesis, delimitar la acción de cada uno de los actores e instrumentar su manipulación, construir y consolidar las alianzas con el conjunto de relaciones dependientes de los investigadores y, al final, la clausura del proyecto mediante el cierre de las negociaciones.

Finalmente, hay que agregar que en la aplicación del principio de imparcialidad se mantendrán a distancia las explicaciones racionalistas o economicistas de las innovaciones. Se evitarán las explicaciones según las cuales una innovación es reproducida con éxito en la sociedad gracias a sus cualidades técnicas intrínsecas o por su pertinencia a las necesidades del sistema socioeconómico o, inversamente, las que sostienen que una técnica fracasa a causa de sus errores de concepción o de su inutilidad para el sistema socioeconómico.

Con la metodología aplicada al tema de investigación se mostrará el papel activo de las controversias y negociaciones en la hibridación de las leyes de la naturaleza y de los intereses de los actores sociales, así como el carácter único y no reproducible de los esquemas de producción técnica y social de los OT.

En las líneas siguientes, se señalarán las particularidades metodológicas y los problemas enfrentados en esta investigación, tomando en consideración los últimos estudios sobre la innovación agrícola y de los trabajos de la ESAI.

a) Para poner en punto un híbrido o una variedad mejorada,<sup>29</sup> los científicos trabajan varios años ininterrumpidamente, al final de los cuales nadie puede garantizar que el híbrido o la variedad mejorada en cuestión tendrá éxito en el escenario de la producción o que simplemente será rechazado por el público. En realidad, los investigadores y sus instituciones de investigación reconocen que 90% de los híbridos experimentales serán rechazados en alguna de las fases de su formación (Gámez, 1993; Ávila 1993: c.p.).

La producción de plantas mejoradas es un trabajo institucionalizado que agrupa diferentes momentos de la formación de plantas. Los institutos e investigadores cumplen simultáneamente tareas yuxtapuestas de colección de materiales, de autofecundación de materiales seleccionados, de cruza experimentales y de liberación de semillas comerciales. En esos planos complejos, los etnógrafos de las ciencias agrícolas deben escoger entre dar seguimiento a la formación de variedades mejoradas e híbridos durante

---

29 Posteriormente se explicarán las diferencias entre ambos tipos de plantas y de esquemas de mejoramiento genético aplicados.

años, o bien dar cuenta de la complejidad de la copresencia de diversas etapas del proceso de mejoramiento genético. Escogiendo la última opción, se hicieron observaciones y encuestas entre junio de 1993 y agosto de 1994 en las dos instituciones consagradas a la investigación en el Estado de México.

b) Las entrevistas entre el autor y los informantes han conducido a profundizar los antecedentes históricos de manera imprevista. En esta interrelación, el autor ha aceptado la pertinencia de avanzar la historiografía del tema tomando en consideración la acumulación de documentos históricos proporcionados por los entrevistados, de sus intereses por la historia de sus disciplinas y de sus investigaciones precedentes.

Tres hechos apoyan el análisis histórico. Primeramente, el mejoramiento genético moderno del maíz (que se inicia en México en 1938 con la formación de variedades mejoradas y en 1941, la de híbridos) es una cadena de eventos que se mantienen desde 1938 hasta nuestros días. En segundo lugar, los programas de mejoramiento genético de plantas cultivadas dependen de la eficacia del conocimiento previo de la biodiversidad y, sobre todo, de la amplitud de las semillas colectadas, preservadas y almacenadas en los bancos de fuentes genéticas de los institutos de investigación especializada. En tercer lugar, para los científicos, el conocimiento histórico de sus disciplinas resulta no sólo interesante, sino estratégico en sus actuales investigaciones.

El periodo del análisis abarca cerca de 60 años. Este tiempo cubre desde el inicio del mejoramiento genético del maíz en los Valles Altos de México en 1938 hasta las observaciones sobre la adaptación y adopción de semillas mejoradas por los agricultores a propósito de la acción de divulgación técnica del programa llamado PEPMA (que se abordará posteriormente), cancelado en 1993.

c) La historia del mejoramiento genético del maíz y las tentativas de aumentar su producción y productividad tiene múltiples facetas. La comprensión de las facetas técnicas impone la compenetración de los aspectos teórico-instrumental de la genética, de la agronomía y de la acción de las leyes de reproducción del maíz. Esto es así porque frente a la tecnociencia, la antropología no puede menospreciar el conocimiento profundo de las culturas *exóticas* del mundo científico-técnico como no lo ha hecho antes frente a los aspectos técnicos de las culturas tradicionales.

d) La historia de la hibridación del maíz y de los hombres que se expondrá no es un estudio historiográfico profesional. Los periodos de esta historia no son más que rupturas artificiales y de instrumentos para ordenar las diferentes temáticas en una lógica que mostrará los niveles y etapas de una hibridación socio-técnica, desarrollado desde la introducción de los científicos en un nuevo escenario marcado por los intereses político-productivos de algunos actores y hasta la aceptación o rechazo de los objetos técnicos creados. En esta lógica de demostración, se expondrá el nacimiento de la red maíz mejorado científicamente (capítulo II), los debates sobre la orientación de la investigación del maíz y el nacimiento de la disciplina conocida como productividad de sistemas agrícolas (capítulo III), la acción de programas de investigación-divulgación de maíz en los Valles Altos del Estado de México y las respuestas de los agricultores a las ofertas de las semillas mejoradas de maíz mejorado (capítulo IV). Finalmente, se plantearán algunas conclusiones de esta historia simultánea y no repetible de técnicas y de hombres del maíz.

e) El enfoque espacial del estudio sigue una aproximación que va de la escala nacional a la comunitaria pasando por la regional. La aproximación nacional (capítulo II) se pasa a las regiones de la Mesa Central y del Bajío (figuras 2 y 13), en las que se agrupaba casi la totalidad de la actividad científica nacional relacionada con el maíz.

**Figura 2**  
**México y la Mesa Central**



Fuente: Domino Público

La aproximación regional tiene lugar en la Mesa Central. En esta región se concentraban los institutos de investigación agrícola más importantes del país. En su interior se ubican los Valles Altos, lugar donde se enfocará la aproximación regional y comunitaria (capítulos III y IV) (figura 13) mediante el estudio de la divulgación técnica en la comunidad de San Pedro la Concepción perteneciente a los Valles Altos del Estado de México (figura 31).

f) Las observaciones y el tratamiento de la participación de los agricultores a la formación de la red maíz mejorado han tenido ciertas particularidades que merecen atención especial. En los capítulos II y III se abordará el tema de la participación de los agricultores con la ayuda de documentos existentes. En el capítulo IV se abordará la participación de los agricultores en la adopción y adaptación de las técnicas ofrecidas por los divulgadores del Programa Especial de Producción de Maíz (PEPMA) con los datos producidos mediante una encuesta en la comunidad de San Pedro la Concepción en el municipio de Almoloya de Juárez.

**Figura 3**  
**El Estado de México**



Fuente: Dominio Público

Las observaciones sobre la participación de los agricultores siguen una línea de progresión e intensificación que inicia con el análisis de los datos de otros estudios sobre la adopción de tecnología agrícola en las décadas previas a los años noventa y termina con las opiniones de los agricultores y divulgadores sobre las negociaciones técnicas para la adopción o rechazo de las semillas mejoradas de maíz entre los años 1991-1996.

Entre las décadas de 1950 y 1970 un número de agricultores de la Mesa Central sembró semillas mejoradas, pero fue imposible localizar a esas personas para conocer sus experiencias con esos OT y las instituciones que les apoyaban. En las décadas de 1970 y 1980, el número de agricultores que sembró semillas mejoradas había aumentado sensiblemente, pero era aún difícil aplicar una encuesta sobre el tema de la adopción. Sería bastante útil hacer una investigación histórica particular sobre la utilización de las semillas mejoradas en esos años por los agricultores, ¿puede la presente investigación animar ese estudio?

Los datos que se explotan en el capítulo IV para demostrar la utilización de las semillas mejoradas en los Valles Altos del Estado de México son el resultado de la fusión de intereses entre la empresa Consultores en Sistemas Administrativos (COSIA) y el autor. En efecto, en el momento que el autor diseñaba la encuesta sobre la utilización de semillas mejoradas por los agricultores, COSIA preparaba la suya para evaluar el Programa especial de producción de maíz del Estado de México. En esas circunstancias, se aplicó una encuesta compartida que permitió al autor ampliar su campo espacial de observación y a COSIA, aumentar su atención de evaluación a los tipos de semillas mejoradas que promovía el PEPMA. Aunado a lo anterior, esta encuesta permitió mejorar las condiciones de representatividad de las encuestas aplicadas en San Pedro la Concepción. Esta comunidad fue seleccionada tomando en consideración que el divulgador responsable del PEPMA había sistematizado su participación mediante una tesis de licenciatura (Trigos, 1992), esto permitió contrastar las opiniones del divulgador con las de los agricultores.

La última intervención de campo se realizó en el verano de 1996, al aplicar una encuesta ex-post a 1.8% de los agricultores participantes, en 1993, en el PEPMA. Al aplicar el principio de saturación se observó que los datos aportados por la encuesta no cambiaban los de las anteriores.

### **3. TEMA DE ESTUDIO**

La materia empírica de esta investigación está ligada directamente a los procesos de investigación-desarrollo-divulgación de nuevas semillas de maíz mejoradas genéticamente<sup>30</sup> y de técnicas complementarias que deberían aumentar la producción de maíz en los Valles Altos.

El tema del maíz es importante por razones que tocan los intereses de las ciencias naturales, de la tecnología agrícola y de las ciencias sociales.

Entre todas las plantas del mundo, el maíz es una de las más estudiadas. Los estudios biológicos de esta planta han contribuido a la comprensión de los mecanismos genéticos y al establecimiento de las bases para la modificación genética vegetal (Jugenheimer, 1981: 172-222 y 505-531). Las ciencias sociales, por su parte, han abordado abundantemente el tema del maíz en las relaciones que mantiene con la mitología de las sociedades americanas, la experiencia productiva de múltiples etnias, la formación de sistemas sociales (como la contribución del maíz en la construcción del sistema esclavista de los siglos XVI y XIX en los Estados Unidos), las condiciones sociales y económicas de la sociedad campesina en América Latina, etc. (Warman, 1988).

El estudio del maíz será concentrado sobre la producción de una red compleja de relaciones que nació en el momento en que el maíz devino un instrumento científico-técnico para la producción agrícola.

Se ha elegido el ejemplo de la producción de semillas mejoradas de maíz en el Estado de México con el fin de investigar la construcción social de técnicas para la agricultura, tomando en consideración los argumentos siguientes: el maíz es, en el contexto de la investigación agrícola, uno de los cultivos más estudiados; esta tradición se consolidó al final de los años treinta, cuando México fue un eslabón importante en el desarrollo de la “Revolución verde”

---

30 El término semilla mejorada comprende dos categorías: la primera, de carácter general, alude a los resultados caracterizados como exitosos sobre el desempeño fisiológico y productivo de las plantas por medio de manipulaciones genéticas. La segunda, distingue las semillas híbridas de las que, sometidas a procesos de selección genética, conservan la cualidad de reproducirse en las condiciones de la producción agrícola tradicional. Estas últimas son conocidas por los genetistas como variedades de polinización libre (VPL).

(Bourlaug, 1968). El Estado de México es una de las entidades que tiene la mejor infraestructura y experiencia de investigación del maíz; por ello, el gobierno estatal tiene su propia infraestructura de promoción y de investigación aplicada: el Instituto de Investigación y Capacitación Agrícola, Forestal y Piscícola del Estado de México (ICAMEX)(GEM, 1990). Aunado a lo anterior, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) concentra la investigación sobre el maíz del centro del país en el Estado de México (INIFAP, 1994). El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) coordina la investigación mundial sobre el maíz con sede oficial en México, específicamente en el Estado de México (CIMMYT, 1991; Lothrop, 1994).

Se ha considerado también que en el país entre los productos agroalimentarios, el maíz es el más importante (Álvarez, 1991; Matus y Puente, 1990) y el Estado de México es el principal productor, pues con sus 2 397 000 toneladas, proporciona 20% de la producción nacional (SARH, 1990; Andrade, 1988; Appendini, 1991, 1992).

Finalmente, se ha considerado que los institutos de investigación agrícola aplicada al maíz pretenden reducir las diferencias entre los rendimientos obtenidos por los investigadores y los de los agricultores. Así, según el INIFAP, en el Estado de México es posible incrementar la productividad del maíz 62% en condiciones de irrigación, 100% en las de suelos de buena humedad, 60% en condiciones de sequía moderada y 66% en condiciones de fuerte sequía (INIFAP, 1994; Turrent *et al.*, 1989).

Esta investigación aborda el tema del maíz al encuentro de la investigación científica, de los objetos técnicos, de los agricultores y del maíz. El maíz es la situación en juego en torno a la cual se desarrollan los contenidos naturales y sociales negociados por los diferentes grupos de científicos y de productores agrícolas.

El trabajo que se presenta es el resultado de una investigación teórica y empírica que abarca un periodo de seis años. Durante el verano de 1993, se participó en algunas reuniones del equipo de investigación sobre el maíz del INIFAP (Instituto federal) y se conversó con los miembros del grupo de investigación sobre el maíz del ICAMEX (Instituto estatal). En el caso del

INIFAP se pudieron observar las reuniones para reorganizar su programa; en cambio, en el ICAMEX se pudo presenciar un periodo normal de investigación. En el CIMMYT se entrevistó al responsable, en los últimos 10 años, de la investigación mundial de mejoramiento de maíz para los Valles Altos (Lothrop y Eagles, 1993), a los gerentes de las empresas comercializadoras de semillas mejoradas de maíz PRONASE y ASPROS, así como al responsable de la Oficina del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas del Estado de México (SNICS).

Con el responsable de la empresa Consultora en Sistemas Administrativos (COSIA), que supervisaba y controlaba el Programa Especial de Producción de Maíz, se colaboró en la presentación de una encuesta sobre los rendimientos obtenidos por el PEPMA, en 1993. En octubre de 1994 se realizó una encuesta entre los agricultores de San Pedro la Concepción y el asesor técnico del PEPMA en la comunidad.

Esta investigación no estudia la construcción de hechos y objetos en el contexto de la investigación de punta. No se aborda ni la técnica del clonaje, ni la producción de híbridos citoplásmicos, ni la producción de seres transgénicos, ni otra maravilla de la biotecnología, temas que, según Escobar (1994), deberían ser abordados en un programa de investigaciones antropológicas sobre la complejidad. Aquí se estudian las particularidades de la investigación científica aplicada a la tecnología, sin la cual otros descubrimientos no son más que ciencia ficción.

A pesar de que metodológicamente no existe una distinción esencial entre el trabajo complejo de hibridación en el plano de las ciencias, la tecnología y las técnicas tradicionales, la decisión de estudiar los productos de la agronomía plantea un problema de selección de actores y de técnicas más complejo, disperso y variado, que cuando se aborda la relativa delimitación de los actores de un laboratorio de investigación de punta, la construcción de una red organizada por hilos materiales precisos como la telefonía o la construcción de una red controlada por la naturaleza relativamente estable de sus productos, como en el caso de los productos farmacéuticos, quienes no necesitan grandes adaptaciones regionales. Los interesados en la investigación de punta son un grupo restringido de empresarios, funcionarios públicos, periodistas y otros colegas, quienes por la simple red telefónica hacen y deshacen sus alianzas.

Por el contrario, las redes de las técnicas agrícolas son móviles, flexibles e inestables. Las técnicas agrícolas no son separables de los actores puestos en la red que les produce y les utiliza. Los investigadores de las ciencias agrícolas son colectivos interdisciplinarios; el público de esta investigación está disperso en pequeñas fincas y tiene un vasto abanico de intereses. El tema que se aborda en este estudio es un híbrido repleto de “impurezas” sociales y naturales.

Vale la pena hacer dos observaciones al título *La hibridación del maíz y de los agricultores en los Valles Altos de México*. La primera es para desechar alguna mala interpretación; la segunda, para reafirmar un interés académico. Primeramente, se reconoce que las dos principales vías de mejoramiento genético del maíz que han competido durante casi seis décadas son la hibridación y la formación de variedades de polinización libre. Se ha titulado el trabajo *hibridación de maíz* sin que ello signifique una preferencia de una de las posiciones científico-técnicas concurrenciales. En segundo lugar, se escoge este tema porque refleja el principal interés teórico del autor. Además, permitirá abordar la hibridación sobre el plan simbólico de los objetos técnicos y sobre el plan de la innovación biológico-técnica. La manipulación social de la hibridación natural del maíz es el caso que se ha privilegiado para ilustrar la mezcla de las leyes de la naturaleza con los intereses humanos que da origen a los objetos científico-técnicos agrícolas y que permite la representación social de millones de agricultores en México y, simultáneamente, el caso ilustra la propia hibridación biológica sin la cual el maíz desaparecería como planta.

**CAPÍTULO II**  
**LA TENTATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE MAÍZ**  
**MEJORADO GENÉTICAMENTE**

---

En este capítulo, la atención se fijará sobre el pasado del objeto técnico semilla mejorada de maíz. Se trata de presentar el origen de la investigación genética en México, la entrada de los científicos en este escenario y la serie de eventos que han conducido al establecimiento de una red sociotécnica. Se retomarán las posiciones y los desafíos de una comunidad científica interesada en ligar la producción de nuevas semillas al desarrollo de los agricultores mexicanos.

Por otro lado, se examinarán las contradicciones que los expertos de técnicas del maíz han afrontado sobre los planos conceptual, metodológico y de estrategia social. Se ilustrará la manera en que los científicos crean espacios sociales de negociación y devienen agentes indispensables de la innovación, recrean relaciones entre el contexto y el contenido de la investigación y problematizan las opciones técnicas, estableciendo los esquemas que dan identidad a los actores en juego, definiendo los intereses, los objetivos y las maneras de acción de los actores. Se pretende demostrar cómo los científicos se interponen entre todos los actores buscando crear una interdependencia centralizada por ellos mismos.

Aunado a lo anterior, se analizará la problemática de la reproductibilidad de las redes técnicas tomando como ejemplo las tentativas de los científicos de reproducir el modelo americano de la hibridación del maíz a las condiciones

mexicanas y de extender el modelo de la formación de las variedades estabilizadas (VE) de la región del Bajío a todo el país.

En este capítulo, se describirá al maíz y a los agricultores como los actores sujetos a la acción de los científicos. Enseguida, se abordará la puesta en escena de los científicos por la acción de los políticos y otros actores sociales. Posteriormente, se analizará la estrategia que los científicos escogieron para tener éxito en sus negociaciones con la naturaleza y el resto de los actores, en una lógica que corresponde a la formulación de hipótesis y a la delimitación de los actores, a la instauración de dispositivos de interposición y de asociación de los actores, al desencadenamiento de negociaciones, a la movilización de los aliados y a la clausura de las negociaciones. Finalmente, se mostrará la constitución de la red maíz mejorado, así como la consolidación de ciertos actores y la eliminación de otros de ellos.

Esta parte de la historia del mejoramiento del maíz y de los agricultores se extiende de 1940 a 1961. Comienza con la formación de dos proyectos de mejoramiento genético, sostenidos, respectivamente, por dos instituciones de investigación y se termina con la decisión administrativa de *reunirles* en un solo instituto. Esta historia se desarrolla en las regiones conocidas como la Mesa Central y el Bajío, ambas ubicadas en el centro de México (figura 2).

## **1. MAÍZ Y AGRICULTORES, LOS SUJETOS DEL MEJORAMIENTO Y DE LA CIENCIA**

El maíz y sus agricultores son las entidades sobre las que giran los intereses, discursos y acciones de investigación.

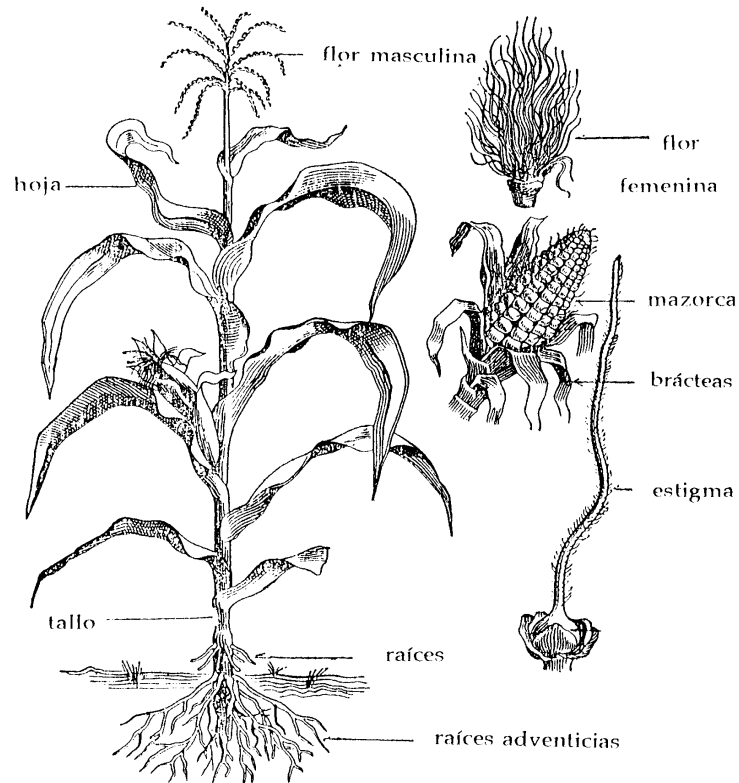
Técnicamente, el maíz pertenece a la familia de las gramíneas, Carlos Linneo lo nombró científicamente como *Zea mays*. *Zea* significa grano en griego antiguo, y *mays* significaría *el que otorga la vida* en una lengua del caribe (Warman, 1988: 24).

Entre todas las plantas domesticadas, el maíz es la más dependiente del hombre. Ella no puede reproducirse de un año al siguiente sin la intervención humana. Es una planta artificial que necesita del hombre para separar las glumas que cubren la mazorca, apartar los granos de la raspa u

olote, sembrar las semillas en la época propicia, aportar cantidades suplementarias de suelo en los surcos con el fin de anclar las raíces adventicias sin las cuales la planta caería (figura 4).

A diferencia de cereales pequeños como el trigo, la avena y el arroz que se reproducen por autofecundación, el maíz es una planta monoica de reproducción híbrida (halógama en términos técnicos). El carácter híbrido del maíz proviene del anacronismo entre las fertilidades masculina y femenina que ocurre con una diferencia de aproximadamente cinco días. El maíz sólo puede reproducirse cuando existe una población mínima que permita que el momento de la maduración femenina de una planta coincida con el de la disponibilidad de polen producida por otras plantas.

**Figura 4. La anatomía del maíz**



Fuente: Ruiz-Oronoz *et al.*, 1971

En el plano científico, el estatuto ontológico del maíz ha sido debatido durante más de 110 años, y hasta la fecha ninguna teoría ha podido establecer el origen de esta planta (Álvarez del Castillo, 1991: 17).<sup>31</sup>

En el plano social, Arturo Warman considera que el estatuto del maíz es el de un bastardo. Según él, la maternidad pertenece a las culturas autóctonas de la región centro-sur de lo que hoy es México; pero, tomando en cuenta su naturaleza biológica, la paternidad es de origen incierto (Warman, 1988: 49).

Contrario a la opinión de Warman, es posible establecer un estatuto ontológico del maíz eminentemente antropológico tomando en consideración su naturaleza biológica y su domesticación. Según lo anterior, hace cerca de seis mil años, el maíz nació de una hibridación única y no reproducible entre la naturaleza del maíz y la cultura mesoamericana. Esta hibridación creó una interdependencia que fue sellada simbólicamente y materialmente en la cultura de esos pueblos; simbólicamente, en las representaciones teológicas y míticas mesoamericanas, y materialmente, en las características de la producción, distribución y consumo de las diferentes partes de la planta. En realidad, no puede explicarse cabalmente el origen del maíz sin la intervención del hombre americano y viceversa, tampoco puede sustentarse una idea del origen y desarrollo de las culturas mesoamericanas sin la participación de la planta del maíz. Según Enrique Florescano:

Desde los olmecas hasta los mayas, pasando por la cultura de Izapa, los mitos de creación y los primeros panteones de dioses confluyeron en los cultos de la fertilidad. Como se ha visto, desde aproximadamente 1 000 años a. C. el Dios del maíz está presente en la cultura de los olmecas, y desde entonces su culto se vinculó a cuatro momentos del cultivo de la planta del maíz: su corte o decapitación en la época de la cosecha, su enterramiento como semilla en el inframundo, su viaje por las

---

31 Actualmente existen tres teorías sobre el origen del maíz como las más aceptadas. La primera sugiere que el maíz moderno evolucionó a partir de un maíz primitivo del tipo tunicado-palomero. En favor de esta teoría, Mangelsdorf y Reeves (1959) aportan datos botánicos y arqueológicos. Ellos proporcionan los resultados de los experimentos con el Carbono 14 que prueban que el polen identificado en las perforaciones de 65 m bajo la ciudad de México tiene 80 000 años (Mangelsdorf, 1986). La segunda sostiene que el maíz (*Zea mays*) y el teozintle (*Euchlaena sp*) evolucionaron separadamente partiendo de un ancestro común (Montgomery, 1906; Weatherwax, 1935). La tercera considera que el maíz derivó del teozintle por el efecto de mutaciones y que las diferencias actuales entre ambos se desarrollaron por influencia de la migración, la recombinación genética y la selección humana (Miranda, 1966).

profundidades de esta región (...) y la aparición de la planta del maíz en la superficie terrestre.

La teología y los mitos agrícolas recogieron esos cuatro momentos del desarrollo de la planta del maíz y los convirtieron en hitos centrales de las vidas de Hun Nal Ye (Dios del maíz y padre del Cosmos y de la humanidad según la cultura maya clásica), Hun Hunahpú (el gemelo divino que da el maíz a los hombres, según el Popol Vuh) y Quetzalcóatl (deidad civilasatoria de los pueblos nahuas) (Florescano, 1993: 125) (los paréntesis fueron agregados al texto original).

Los tres son dioses humanizados y sufren persecuciones, desafíos, amenazas y pérdidas. Los tres están asociados al acto de tomar el maíz del inframundo y la entrega del grano precioso a los humanos para su alimentación.<sup>32</sup> Además, son los vencedores de los señores de las profundidades de la tierra, encarnando al dios maíz y representando la victoria de las fuerzas vitales sobre la muerte (Florescano, 1993: 83)

Los pueblos mesoamericanos expresaron su conocimiento sobre la hibridación socionatural del maíz bajo la idea de la naturaleza común entre el creador y sus criaturas y de la noción de codesarrollo de la planta y de los seres humanos.

Después de la aparición de la cultura del maíz en Mesoamérica hace miles de años, su devenir ha sido indisolublemente ligado al de la planta. El maíz origina más productos industrializados que cualquier otro cultivo (CRA, 1975). La mayor parte de los habitantes del mundo dependen del maíz en algún grado. Actualmente, los usos industriales de esta planta cubren la fabricación de alimentos para la ganadería como grano o ensilaje, harinas, sémolas, aceites, cereales para desayuno, almidón, alcohol etílico, acetona, cervezas, whisky y aun combustibles para motor (Jugenheimer, 1981). Del maíz se utiliza toda la planta, ya sea como grano, follaje, tallo, raíces (llamadas por los agricultores, tocones) y como mazorca (Reyes, 1990).

---

32 De conformidad con la leyenda de los soles del Códice Chimalpopoca, Quetzalcóatl, disfrazado de hormiga negra, penetra en la montaña que guardaba las subsistencias. Extrajo los granos preciosos del maíz y los lleva a Tamoanchán, lugar en el que estaban reunidos los dioses, y en ese lugar deciden que el maíz es el alimento básico de los humanos (Florescano, 1993: 41).

**Cuadro 1. Usos del maíz según su anatomía**

GRANO	PLANTA	MAZORCA
Alimentación humana	Forraje verde	Elote-consumo humano
Alimentación ganadera	Ensilado	Forraje tosco
Materia prima industrial	Rastrojo, forraje tosco	Olote (combustible)
Semilla	Materia orgánica al suelo	

Fuente: Reyes *et al.*, 1990: 49

En relación con el consumo humano directo, solamente en Estados Unidos el consumo de tortilla alcanza una tasa de crecimiento superior a 10% anual, lo que representa la tasa de crecimiento más alta de todos los alimentos (Staimberg, 1994).

En la sociedad mexicana, el consumo del grano de maíz por persona se eleva a 185 gramos por día. Este consumo proporciona 5% de las calorías y 39% de proteínas del régimen alimentario de los mexicanos (cuadro 2). La dependencia culinaria no es menos importante si se toma en cuenta que el repertorio de recetas del Museo de Culturas Populares contiene más de 600 basadas sobre el maíz (Museo de Culturas Populares, 1982).

**Cuadro 2. Contribución energética y proteica de nueve alimentos a la dieta nacional en 1987**

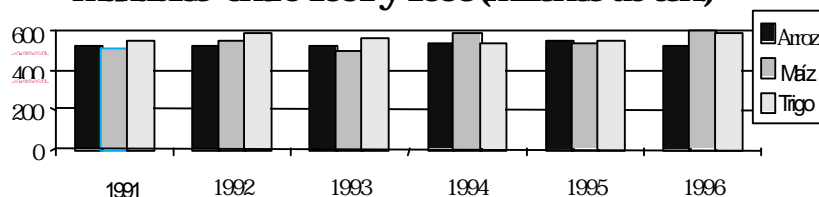
Alimento	Energía (Kcal)	% de la alimentación	Proteínas (gr)	% de la alimentación
Tortilla	1 363	58.5	29.0	38.9
Pan y pastas	512	22.0	16.0	21.4
Frijoles	111	4.8	6.4	8.6
Arroz	43	1.9	0.9	0.9
Leche	154	6.6	9.3	12.4
Huevos	49	2.1	3.7	5.0
Carne de res	53	2.3	4.9	6.6
Carne de cerdo	34	1.4	3.2	4.3
Carne de pollo	10	0.4	1.2	1.6
Total	2 329	100.0	74.6	99.7

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición, Salvador Zubirán. Tlalpan, D.F.

En México, los cultivadores de maíz supera los dos millones (CEPAL 1982); en 1991, 72.4% de las Unidades de Producción Rural tuvieron al maíz como su principal cultivo (INEGI, 1994), esto significa que la mayor parte de los agricultores mexicanos dependen del maíz para su reproducción.

En los últimos años, el maíz se ha encontrado dentro de los tres principales cereales que consume la humanidad (figura 5); en 1996 su producción superó al trigo. En México, la producción de grano de maíz representa 73% de la producción de los principales cereales (cuadro 3).

**Figura 5. Producción de los principales cereales mundiales entre 1991 y 1996 (millones de ton)**



Fuente: FAO, FAOSTAT

**Cuadro 3. Producción, superficie y productividad cerealera en México y el mundo**

Cereal	Producción (mill. ton)		Sup. sembrada (000 ha)		Productividad (t/ha)	
	México	Mundo	México	Mundo	México	Mundo
Maíz	17 300	594 120	7 900	148 006	2 189	4 014
Trigo	3 562	588 436	914	231 070	3 893	2 546
Arroz(1)	454	562 714	101	150 859	4 493	3 730
Cebada	616	155 877	275	66 826	2 234	2 332
Avena	93	31 060	54	17 316	1 723	1 793
Centeno	400	23 156	100	11 280	4 000	2 052
Total	22 425	1 955 363	9 344	625 357	2 300	3 100
Total FAO	26 694	1 889 040	10 821	721 278	2 466	2 619

(1) Se refiere a arroz en cáscara. (2) son las cifras agregadas de la FAO e incluyen cereales de menor importancia. Fuente: FAO, 1997, con datos de la base FAOSTAT.

Cabe mencionar que las cifras oficiales de innumerables organismos mundiales y nacionales sólo incluyen la producción de grano. Esta consideración olvida que la producción de esquilmos es, en el caso del maíz, una materia prima de vital importancia y que se puede estimar en términos de materia seca en el doble de la producción de grano. No existe un cereal que produzca una tasa tan alta de materia seca, como esquilmos por peso del grano, como el maíz. Aunado a lo anterior, el grano de maíz tiene una especialización que lo hace tener una diversidad que no alcanza ningún otro cultivo. Esto último se ve reflejado en el destino de la producción, mientras que en el mundo se destina 22% al consumo humano, en México este porcentaje llega a 66% y viceversa, el consumo animal en el mundo es de 68% y en México representa 15% (cuadro 4).

**Cuadro 4. El maíz en el mundo y México**

CONCEPTO	MUNDO	MÉXICO
Superficie cosechada (miles de ha)	126	7.00
Producción (millones de toneladas)	458	12.30
Rendimiento (ton/ha)	3.6	1.76
Proporción de maíz amarillo (%)	89	5.00
Proporción de maíz blanco (%)	11	95.00
Proporción de consumo humano (%)	22	66.00
Proporción de consumo animal (%)	68	15.00
Comercio internacional (miles de ton)	64	2.60

Fuentes: Secretaría Técnica del Gabinete Agropecuario y Colegio de Postgraduados, en Turrent, 1993.

## 2. ORÍGENES DE LA RED DE MAÍZ MEJORADO

En otras investigaciones sobre la actividad científica, los científicos e ingenieros actúan en un escenario ahistórico dando la impresión de que ellos han estado siempre sumergidos en sus trabajos. En esta ocasión, se trata de subrayar la manera como los científicos fueron *puestos en escena* por otros actores, principalmente por los políticos.

Para comprender bien las posiciones de los actores, haría falta emprender una investigación específica sobre las relaciones entre la política y el conocimiento científico-técnico que reinaba a finales de la década de 1930.

Sin embargo, baste señalar los pasos que los actores han debido realizar para alcanzar el acuerdo oficial entre los gobiernos mexicano y norteamericano, quienes crearían el espacio para introducir a los genetistas en su materia de trabajo. La historia toma como punto de partida el momento donde comenzaron los contactos políticos que debían permitir la actividad legítima de los científicos para aumentar la producción agroalimentaria mexicana.

Al final de los años treinta, tres instituciones estaban interesadas en la instauración de un programa de investigación agroalimentaria en México: a) La Fundación Rockefeller (FR), b) la Vicepresidencia de los Estados Unidos (EU) y c) el Gobierno mexicano. Enseguida, se muestran las acciones que ellos emprendieron para negociar su intervención.

a) La FR había incursionado en dos ocasiones en la agricultura (Fitzgerald, 1986). La primera, en 1906, fue una campaña fitosanitaria al sudeste de EU y al norte de México; su intervención en este último país procuraba luchar contra el *boll weevil* que no respetaba fronteras.<sup>33</sup> La segunda en 1933, buscó sin éxito colaborar en el área de la salud pública mexicana a través de la *International Health Board* (IHB) de la FR, discutió las perspectivas de colaboración con los responsables de la salud pública mexicana (Fitzgerald, 1986: 463). A fines de la década de 1930, la FR concentraba sus trabajos en el mejoramiento de la salud pública, de tal manera que para concretar su intervención en la agricultura mexicana necesitaba adecuar las nociones de la salud pública con las de la agricultura alimentaria. Este es el tema que se abordará en las líneas siguientes.

---

33 Según Fitzgerald, la experiencia de la Fundación Rockefeller que precede al acuerdo con el Gobierno mexicano para enviar científicos agrícolas había comenzado en 1906. Así —dice Fitzgerald— “La introducción de la FR al futuro de las ciencias agrícolas para promover tanto el mejoramiento rural como una economía agrícola viable fue el concepto del Departamento de Agricultura de Estados Unidos en 1906. El programa de 1906, llevado a cabo bajo la dirección de Seaman Knapp, fue una vigorosa cruzada contra el boll weevil en el sur de los Estados Unidos para enfatizar la importancia de las prácticas agrícolas científicas. La estrategia de Knapp para mejorar las prácticas agrícolas fue la demostración de finca, donde los agricultores, estratégicamente ubicados, fueron persuadidos para adoptar un paquete de prácticas que generalmente incluía semillas mejoradas, mejoras en la forma de cultivar, fertilización y mecanización...” (Fitzgerald 1986: 460).

b) El vicepresidente de EU, Henry Wallace, mostró su interés por la agricultura mexicana en 1940 cuando, para asistir al relevo del presidente mexicano Lázaro Cárdenas, viajó por automóvil cruzando una parte de México (Stakman, 1969: 51). A su regreso, Wallace se reunió con el presidente de la FR, Raymond B. Fosdick, y le declaró que “toda la estructura de México podría ser mejorada si alguna organización daba asistencia para el desarrollo de la agricultura” (Harrar, 1950: 5-6). Pero Wallace no sólo era un vicepresidente de Estados Unidos, interesado en promover una buena vecindad y representar los intereses de las instituciones americanas como la FR. En su persona se conjugan varios actores e intereses. Además, era un agrónomo heredero de la escuela de los hibridistas americanos. En 1926 fundó la *Pioneer Hi-breed Corn Co*, la primera empresa productora de semillas de maíz híbrido F-1 en el mundo. En efecto, luego que en 1922 Jones sugirió el uso de los cruzamientos dobles (se explicará esto posteriormente), los primeros híbridos comerciales fueron liberados en 1925.

El hecho científico-técnico de la doble hibridación como alternativa para formar semillas de maíz, sugerida por Jones, desembocó en la formación de los primeros híbridos comerciales en 1925. Entre 1925 y 1933, la superficie estadounidense sembrada con híbridos no pasó de 0.1%, pero entre las décadas de 1930 a 1950 casi 100% de la superficie cultivada de maíz fue sembrada con híbridos. En esta imponente transformación de la agricultura americana, *Pioneer Hi-breed* fue el eje de un sistema que ligaba la investigación agrícola, la producción y la comercialización de semillas híbridas de maíz. Esta red de innovación comprendía, por un lado, la formación de híbridos, la reproducción de semillas y la comercialización por la empresa *Seeds Pioneer*; por el otro, el proceso de adopción de esas semillas por los agricultores de las regiones más importantes de los Estados Unidos.

A fines de la década de 1930, la red de semillas mejoradas alcanzaba su dimensión máxima nacional. Buena parte de la superficie de la faja maicera era sembrada con híbridos, pero simultáneamente se agotaban las fuentes genéticas disponibles en el interior de Estados Unidos,<sup>34</sup> por esta última razón,

---

34 El término germoplasma vegetal alude a los materiales potencialmente herederos de las especies y que están ubicados en la semilla de las plantas (Poehlman, 1976: 439). Esta definición era válida antes de la aparición de las técnicas de clonación.

los especialistas consideraban necesario recolectar germoplasma exótico para enriquecer la base genética de los proyectos de mejoramiento genético.<sup>35</sup>

Para Wallace, el hecho de ir a otros lugares para seleccionar semillas tenía una doble significación: la de coleccionar semillas para enriquecer los programas de mejoramiento de Estados Unidos y la de construir un sistema mundial de semillas híbridas consolidando el papel de líder mundial de la empresa Pioneer Hi-breed.<sup>36</sup>

a-b) En febrero de 1941, Henry Wallace proporcionó la equivalencia entre el término de la salud pública y el de la agricultura alimentaria que necesitaba la FR para justificar su intervención en la agricultura mexicana. En una conversación privada, Wallace dijo al presidente de la FR, Fosdick, que la mejor manera de actuar sobre la salud de las poblaciones consistía en mejorar su alimentación (Harrar, 1950: 6). Después de esta conversación, Fosdick decidió proponer al gobierno mexicano la cooperación de la FR para un proyecto de producción agrícola. Tomando esta decisión, la FR abandonó la idea de intervenir en México mediante los controversiales proyectos de la salud pública y de la educación alimentaria sugeridos por el responsable de la FR en México, John A. Ferrel, como temas de cooperación entre la FR y el gobierno mexicano (Fitzgerald, 1986: 463).

Dicho brevemente, la alianza entre la FR y la vicepresidencia para intervenir en la agricultura mexicana tenía por objetivos desplazar la práctica agrícola americana hacia un país subdesarrollado<sup>37</sup> y tener acceso a la más importante diversidad genética de maíz para construir una verdadera red internacional de maíz mejorado.

c) El gobierno mexicano, quien estaba representado por Marte R. Gómez para establecer un acuerdo de cooperación científica con los Estados Unidos,

---

Para hacer mención al germoplasma vegetal, en este trabajo simplemente se dirá germoplasma, pues no se aborda el germoplasma animal.

35 Se ha diferenciado la amplitud de la investigación en las nociones de programa y proyecto. Aquí se reconoce como programa de investigación el del mejoramiento de maíz, conformado por varios proyectos, por ejemplo el de la hibridación, el de la formación de variedades mejoradas, etc.

36 Seeds Pioneer es, hasta nuestros días, la primera empresa mundial de semillas (incluyendo las de maíz) (Berlan, 1981: 176).

37 Pierre Beaucage ha sugerido que uno de los intereses de la FR para intervenir en México pudo ser la búsqueda de una salida negociada a las expropiaciones de los pozos petroleros de la familia Rockefeller por el gobierno de Lázaro Cárdenas (Beaucage, c.p.).

deseaba aplicar técnicas para aumentar la producción nacional de cultivos básicos para la alimentación de la población, pues creía que el conocimiento científico-técnico era el instrumento más útil para aumentar la productividad agrícola (Stakman, 1969: 4-5).

Gómez plasmó su interés por las ciencias agrícolas en múltiples ocasiones; aquí sólo se retoman dos hechos que se relacionan con el tema del presente estudio. Primeramente, ordenó la formación de la Oficina de Campos Experimentales<sup>38</sup> (OCE) en 1938; en segundo lugar, nombró al ingeniero Edmundo Taboada como responsable de la investigación agrícola, iniciando de esta forma el moderno mejoramiento genético del maíz en México.<sup>39</sup> No debe soslayarse que Marte R. Gómez apoyó la cooperación con la FR y el vicepresidente Wallace mediante la firma del acuerdo científico para mejorar las condiciones de los principales cultivos alimentarios de México (SARH, 1985: 7).

Al final de 1941, los tres actores estaban de acuerdo con los tres puntos siguientes: era necesario aumentar la producción agroalimentaria mexicana. El medio más adecuado para aumentarla correspondía a la ciencia y a la técnica agrícolas modernas. Faltaba establecer un programa y un instituto de investigaciones agrícolas. El último acuerdo desembocó en la firma entre la FR y el gobierno mexicano de un convenio de cooperación científica, gracias al cual fueron creados el programa de investigación *Programa Agrícola Mexicano* (PAM) y la *Oficina de Estudios Especiales* (OEE), que conducirían la investigación. El PAM comprendía la colaboración científicos americanos para varios cultivos alimentarios, pero estos se concentraron en el maíz y el trigo.

En esta situación, hace falta explicar por qué la investigación agrícola del PAM se concentró en el mejoramiento genético del maíz y trigo en tanto que otras vías técnicas, como la mecanización, irrigación y fertilización, no

---

38 En 1938, la oficina de campos experimentales (OCE) surgió del Departamento de Campos Experimentales (DCE). En 1946, la OCE deviene en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA). Se utilizará la sigla OCE para designarla hasta 1946, después de esta fecha se utilizará la sigla OCE-IIA.

39 Al iniciar el presente siglo, Zeferino Domínguez había desarrollado procedimientos para mejorar las semillas sobre la base de la manipulación genética. Se ignora la importancia de esos trabajos y el impacto sobre la producción de maíz en el México pre-revolucionario. Su obra *Agricultura* (Domínguez, 1913) sobre el maíz queda como un buen ejemplo de lo que era la investigación de punta antes de la creación de los híbridos.

fueron retenidas. Siguiendo los intereses de los tres actores puede explicarse la elección del mejoramiento genético como línea de investigación prioritaria del PAM. En primer lugar, el gobierno mexicano estaba interesado en aumentar 20% la producción agroalimentaria en seis años (Wellhausen, 1984); esto quería decir que toleraría cualquier vía técnica sugerida por la FR y el vicepresidente de Estados Unidos. La FR había aceptado la propuesta del vicepresidente Wallace sobre la equivalencia de los términos salud pública y aumento de la producción agroalimentaria, siempre y cuando se conservara el interés de intervenir en México. Y Wallace imponía su interés por transformar la red de maíz mejorado en una realidad internacional, convenciendo a la FR de enviar genetistas a México para aprovechar la neutralidad técnica del gobierno mexicano.

Sería erróneo pensar que una opción técnica se impone solamente por la racionalidad científica deseosa de estudiar todas las vías técnicas posibles y de escoger la más adecuada. El PAM muestra que una alternativa técnica llega a ser real por la imposición de los intereses puestos en juego por los actores.

Los orígenes de la red *maíz mejorado* que se han expuesto muestran el poder de los políticos para determinar la actividad científica. Es parcialmente cierto que el mejoramiento genético no habría comenzado en esta época sin la sensibilización y acción conjunta de la FR, de la vicepresidencia de Estados Unidos y del gobierno mexicano para establecer el PAM. Dicho en términos sociológicos, la firma del PAM significó la imposición del contexto social y político sobre el contenido científico. Los investigadores son parcialmente fundadores del programa de mejoramiento genético del maíz en México, en tanto que el Ingeniero Edmundo Taboada fue contratado en 1938, por Marte R. Gómez, para consolidar la red de campos de experimentación agrícola bajo el control de la Secretaría de Agricultura y Fomento. Los genetistas americanos fueron contratados en 1943 luego de que los políticos negociaron su participación en el PAM.

En el momento de la firma del PAM, los políticos negociaron un programa de investigación para aumentar la producción de los cultivos alimentarios mexicanos, y en este acto, ellos toleraron, aceptaron o impusieron la vía del mejoramiento genético. Sin embargo, la intervención de los políticos sobre la

investigación fue limitada en la medida en que ellos no podían controlar las líneas de investigación genética, los proyectos específicos ni los métodos científicos. Justamente, éstos eran los dominios en que los investigadores podían intervenir y obtener un margen de maniobra sobre los objetos técnicos y sobre la sociedad.

En la época de la firma del PAM, el poder negociador de los científicos era doblemente débil. Por un lado, la presencia de los científicos sólo representaba la esperanza de un éxito técnico consistente en aumentar la producción de maíz, y, por el otro, el programa de mejoramiento genético era objeto del inicio de la disputa entre dos vías de mejoramiento representadas por Edmundo Taboada y Edwin Wellhausen.<sup>40</sup> En ese escenario, la tarea más importante de los investigadores consistía en hacerse un lugar para negociar la realización de sus proyectos de investigación.

### **3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS Y DELIMITACIÓN DE LOS ACTORES**

La definición de los problemas de investigación, la formulación de las hipótesis y la delimitación de los actores consiste en la definición de las nociones de base, la precisión de las prácticas a seguir para afrontar los problemas y en la delimitación de los rasgos de los actores convocados a participar en los proyectos de investigación.

En el caso que se aborda, cada proyecto definió su dominio de intervención científico-técnica, expuso el problema, propuso soluciones y delimitó a los actores en arreglos únicos. A continuación se aborda la manera como se configuró cada uno esos arreglos.

#### **3.1. Definición de los problemas de investigación**

Luego que el PAM fue firmado, las discusiones sobre la investigación fueron organizadas en torno a tres cuestiones: la primera concernía a las vías de mejoramiento genético. Esta discusión tomó la forma de controversia técnica entre los dos grupos de investigación. Los investigadores de la FR

---

<sup>40</sup> En 1944, Wellhausen tomaba su puesto de mejorador, recibiendo 413 muestras de maíz mexicano colectadas por Taboada y Limón.

consideraban que el desplazamiento del modelo norteamericano de la formación y apropiación de los híbridos de maíz hacia México tenía enormes probabilidades de éxito. Mientras que los investigadores mexicanos de la Oficina de Campos Experimentales (OCE) consideraban que las semillas híbridas de maíz que les fueron dadas por los científicos norteamericanos, entre 1941 y 1945, para adaptarlas a las condiciones mexicanas habían sido un fracaso,<sup>41</sup> y que el modelo de formación de las variedades estabilizadas debería ser el modelo ejemplar a reproducir para las condiciones agrícolas mexicanas.

La segunda cuestión corresponde a las opiniones sobre las prácticas de los agricultores. Según los promotores de las semillas híbridas, los agricultores que sembraban variedades autóctonas obtenían rendimientos escasos en relación con los rendimientos potenciales que podrían obtener sembrando semillas híbridas. Por el contrario, los investigadores mexicanos consideraban que los agricultores tenían sus propias semillas, conocían sus plantas y controlaban su tecnología, pero que les faltaba mejorarlas. Según estas opiniones, los agricultores estaban conscientes de sus conocimientos y de los recursos con los que contaban; por tal razón, era injustificado remplazar sus semillas por otras desconocidas (Taboada, 1984: 136-137).

A pesar de los diferentes puntos de vista sobre los métodos y objetivos de investigación propuestos por los dos equipos, no se cuestionaba la importancia de establecer y consolidar un programa de mejoramiento genético del maíz.

La tercera cuestión atañe a los políticos, quienes estaban preocupados por la insuficiente producción agroalimentaria para atender la demanda de la creciente población mexicana. Los funcionarios de la FR pretendían extender su

---

41 En 1941, en el Campo Agrícola Experimental de León Guanajuato, se probaron 61 líneas autofecundadas provenientes de Washington, Iowa y la III.5120 de Pioneer (SAyF, 1945: 1-2 ANEXO:: líneas autofecundadas americanas cultivadas en 1941). Debido a una inundación muchas líneas no sobrevivieron (SAyF, 1945: 51). En 1942 se probaron 78 líneas autofecundadas, 17 híbridos simples, 28 híbridos comerciales y 14 variedades de polinización abierta. En 1944, la FR proporcionó 104 variedades provenientes de Estados Unidos (SAyF, 1945: 20). En 1943 se sembró un total de 108 líneas, pero en 1944 el informe del Campo Agrícola Experimental de León reportó que "la falla más grande que ha habido en las líneas americanas se registró en 1944, pues no se recuperó ni la semilla de las sembradas en los lotes de uno, dos y cinco surcos, a excepción de la líneas enviadas por el Dr. Lindstrom que se indican a continuación (3 líneas)" (SAyF, 1945: 54). En cambio, los mestizos formados por líneas americanas y tipos nacionales mejoran las condiciones de las líneas americanas (SAyF, 1945: 58).

conocimiento e influencia sobre la agricultura mexicana. Por su parte, el vicepresidente americano buscaba servirse de la diversidad genética del maíz mexicano para reunir germoplasma para los objetivos del mejoramiento genético norteamericano y de su propia empresa.<sup>42</sup>

Después de 20 años de debates entre ambos equipos se presentaron ciertos cambios que comprendían, entre otros, la formación de nuevas variedades e híbridos, la formación de un grupo de agricultores usuarios habituales de semillas mejoradas, la elaboración de un sistema productor de semillas que tomaría la forma de empresa, la aparición y consolidación de un grupo de burócratas regulador de la producción y la certificación de semillas, así como la formación de un colectivo de investigadores sobre el maíz. Todos esos cambios integrarían los elementos de una poderosa y compleja red en la que los investigadores serían el centro imprescindible de los programas de aumento de la disponibilidad alimentaria.

### **3.2. Formulación de hipótesis<sup>43</sup>**

En 1942 se inició una etapa de formulación de problemas científico-técnicos y de sus posibles soluciones. Los problemas planteados por los investigadores americanos contemplaban las cuestiones siguientes: ¿es posible repetir en México la experiencia norteamericana de los híbridos de maíz?, ¿las plantas tolerarán las manipulaciones genéticas de la misma forma que las de Estados Unidos?, ¿los agricultores mexicanos aceptarán la idea de comprar y sembrar anualmente los híbridos, tal como lo demandan sus contenidos técnicos y como lo hacían los *farmers* norteamericanos? Todas estas preguntas apuntaban, en síntesis, a una: ¿la experiencia de la FR en la promoción de nuevas técnicas agrícolas podrá repetirse en México con el mismo éxito que la realizada en Estados Unidos? (Fitzgerald, 1986).

Hay que remarcar que en la época de la firma del PAM, la hibridación no representaba un problema estrictamente científico, esto había sido demostrado

---

42 Tal como puede leerse en las razas de maíz en México y Germoplasma exótico para el mejoramiento del maíz en los Estados Unidos. Wellhausen revela que uno de los objetivos de la FR preveía recolectar germoplasma exótico para almacenarlo y utilizarlo en los programas de mejoramiento de Estados Unidos (Wellhausen, 1951: 211-214 y 1966).

43 Para los fines de este trabajo, hipótesis significa la puesta en escena de problemas y sus posibles soluciones. Hipótesis alude a los esfuerzos de los investigadores para ofrecer soluciones a problemas descritos por ellos mismos. Dicho de otra forma, la hipótesis es una construcción simbólica mediante la cual los investigadores relacionan problemas y soluciones en un solo haz.

por Jones dos décadas antes. La hibridación representaba un problema de carácter técnico-económico. Se trataba de responder a la pregunta: ¿es posible que los híbridos puedan sobrepasar el rendimiento de las variedades autóctonas y las variedades estabilizadas que generaban los científicos mexicanos?

Para los investigadores norteamericanos, la hipótesis pretendía resolver el problema del mejoramiento del maíz en México con la posibilidad de desplazar y reproducir hacia un país menos desarrollado el modelo agrícola norteamericano conocido como *Land-grant system*<sup>44</sup> (Fitzgerald, 1986; Newby, 1982).

Los funcionarios norteamericanos tenían otras preguntas por resolver, por ejemplo: ¿era cierta la idea de Henry Wallace según la cual “toda la estructura de México podía ser modificada en condiciones ventajosas si alguna organización daba asistencia para mejorar la agricultura”? (Harrar, 1950: 5-6). Así, en esa línea de pensamiento, ¿cuál era el papel de la investigación genética para tener éxito en la modificación de la estructura de México? (Fitzgerald, 1986; Stakman, 1969).

Por su lado, los investigadores mexicanos dudaban del éxito del desplazamiento del modelo agrícola de maíz híbrido norteamericano a México, tal como lo declaraban sus colegas norteamericanos. Según los primeros, el método de formar variedades estabilizadas había mostrado su eficacia científico-técnica y, también, la aceptación de los agricultores a sembrarlas. Para ellos, era evidente que los productores pobres adoptaban las nuevas semillas si los cambios no eran radicalmente diferentes de los procedimientos técnicos tradicionales.

Esto quedó evidenciado por la gran aceptación de la variedad *Celaya* en 1942 en el estado de Guanajuato. De conformidad con el Informe del Campo Agrícola Experimental de León Guanajuato (atribuido al fitogenetista Eduardo Limón), se reconoce que:

---

44 En este sentido, Deborah Fitzgerald comenta que “the Land-grant system as recognized today resulted from a long series of negotiations between federal, state, and local governments as well as farm groups, agribusiness, and agricultural professionals. The Morrill Land-Grant Act of 1861, by which the federal government provided the means for each state to develop an agricultural college, was followed by four other Acts that allowed the colleges to expand and diversify. The Hatch Act (1887) provided funding for experiment stations, the Adams Act (1906) provided funding for research, and the Smith-Lever Act (1914) provided funding for the extension of scientific knowledge and practice to farmers” (Fitzgerald, 1986: 461).

Por la superioridad demostrada, en enero de 1942, financiada por el Gobierno del Estado, se distribuyó semilla de maíz Celaya a base de canje por la que los agricultores estaban a punto de sembrar. (...) Se repartió un total de 21 toneladas (...) entre agricultores en pequeño en Silao, León, Lagos y San Francisco del Rincón. (...) En 1944 nuevamente el Gobierno se interesó en efectuar el canje de semilla para lo cual adquirió la producción de la mejor semilla entre los agricultores que la sembraron en 1942 y 1943, principalmente en León, Silao y Celaya. La cantidad reunida de 169 082 kg, fue vendida o canjeada en varios municipios del Estado de Guanajuato. De la cantidad mencionada, 18 652 kg fueron enviados a diversas partes del país (SAyF, 1945: 12-13).

Los problemas de los científicos mexicanos eran igualmente complicados que los de sus colegas norteamericanos. Se trataba de saber si los mexicanos podían reproducir los éxitos de la formación de la variedad estabilizada Celaya, si el maíz mexicano toleraría la selección-estabilización requerida técnicamente y si los agricultores aceptarían comprar las nuevas variedades estabilizadas o canjear sus semillas locales por las nuevas.

Para los científicos mexicanos, la formación de variedades estabilizadas, después de 1942, era un problema técnico-económico y no un problema científico. Ellos se preguntaban si las nuevas variedades estabilizadas tendrían rendimientos superiores a las autóctonas y si tendrían mejor aceptación que los híbridos de la FR.

A pesar de la diferencia entre las vías de mejoramiento genético, propuesto por los grupos de investigación concurrenciales, esas vías pretendían repetir los esquemas de mejoramiento previamente ensayados por los grupos de investigación.

### **3.3. Definición de los actores**

Las cuestiones elaboradas por los líderes de los grupos de científicos pusieron en escena cinco actores:<sup>45</sup> maíz, agricultores, consumidores, colegas y políticos.

El maíz<sup>46</sup> era un actor problemático, pues ningún grupo de investigación sabía hasta qué punto los mecanismos de hibridación y de formación de variedades

---

45 Según Habermas, el carácter de los actores escapa a su propio control y a una conciencia absoluta. Así, los actores nunca controlan completamente su situación de acción porque no son propietarios de sus posibilidades de comprensión, ni de las consecuencias de sus acciones (Habermas, 1987: 211-212).

estabilizadas podrían ser explotados. A pesar del éxito de sus respectivas experiencias precedentes, los proyectos de mejoramiento del maíz en cuestión no eran más que pretensiones de validez sujetas a confirmación.

Los agricultores producían el maíz con técnicas milenarias, no utilizaban fertilizantes sintéticos, herbicidas, pesticidas ni semillas mejoradas. En realidad, esta situación continuó algunas décadas posteriores al desarrollo del programa de mejoramiento genético de 1940; según Arellano Vázquez, el aumento de la producción nacional de maíz durante las décadas de 1940 a 1960 es explicada, principalmente, por el aumento de la superficie cultivada y no por los aumentos de productividad en las fincas de los agricultores (Arellano V., 1984: 20).

Los colegas científicos compiten por el reconocimiento legítimo de agentes activos en el aumento de la producción y por la búsqueda de apoyo a sus respectivos proyectos de mejoramiento genético. En esta competencia, ellos cuestionaban la validez, los objetivos, los métodos y la orientación social de sus colegas concurrentes, creando y alimentando un clima de duda y desconfianza que se convertiría en un enorme desafío para los grupos de investigación.

Por otra parte, estos científicos muestran su capacidad de definir los otros actores y, simultáneamente, de definirse ellos mismos, en términos de su identidad y lo que desean ser. En este sentido, los científicos definen a los actores como instrumentos de sus intereses en arreglos únicos pero, asimismo, ellos se definen como actores dispuestos a modificar la planta del maíz y las acciones técnicas de los agricultores para alcanzar el objetivo de incrementar la producción de maíz.

Los intereses de los políticos definían su posición en grado diferente. Los políticos mexicanos intentaban fortalecer las medidas para aumentar la producción agroalimentaria nacional por cualquier medio. Ellos creían que la ciencia era el mejor instrumento explotable para lograr sus fines, pero no tomaban partido por algún programa de acción o de explotación técnica

---

46 De conformidad con el marco teórico de referencia, los OT pueden ser considerados actores en la medida que son mediadores de las relaciones sociales y materializan las relaciones sociales, para más detalles véase 1.1.3.

(Wellhausen, 1984). Los políticos de Estados Unidos se interesaban en intervenir técnica y políticamente en los asuntos de un tercer país y en la obtención del germoplasma para los programas locales de mejoramiento. En los dos casos, el mejoramiento del maíz no fue más que un programa sometido a la prueba temporal de los políticos, quienes no se implicaban con él de por vida.

### **3.4. Relaciones entre hipótesis y actores**

La delimitación de los problemas permite a los científicos no solamente plantear preguntas, sino diagnosticar las situaciones de ciertos elementos que constituyen el nudo de los problemas; además, buscan a los actores apropiados para actuar en favor de la solución de dichos problemas. De esta manera, las preguntas científico-técnicas sobre el mejoramiento genético del maíz permiten a los científicos mostrar el papel que los actores deben jugar para resolver sus problemáticas. Además, la formulación de las relaciones entre los problemas, las respuestas controladas y los actores, muestran la posibilidad de coordinar la acción de los actores sociales con las leyes de la naturaleza en un esquema de asociaciones simétricas entre naturaleza y sociedad.

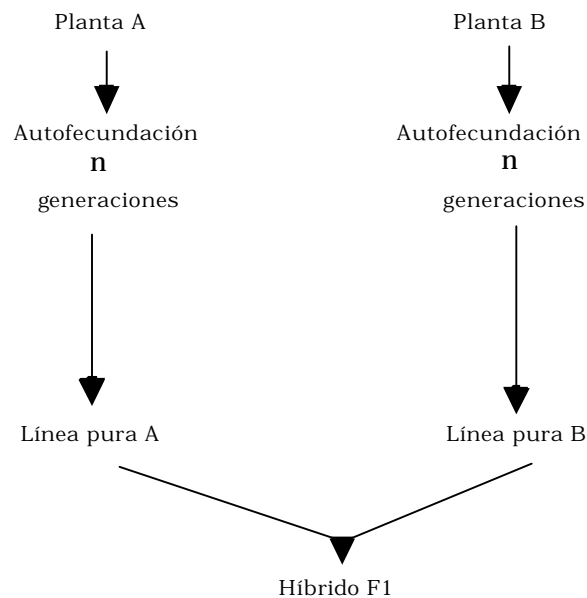
Como lo indica Callon (1986), en su estudio sobre la domesticación de almejas Saint-Brieuc, para avanzar en el programa de investigación, las hipótesis científico-técnicas definidas por los científicos deben coordinarse con la aceptación de la acción de los actores convocados. En el caso de la historia del mejoramiento genético del maíz, los argumentos tomaron la estructura siguiente: mediante la comprensión de las leyes de perpetuación del maíz, los científicos consideraron poder manipular ciertos mecanismos genéticos para mejorar la planta de maíz y aumentar la producción de grano por unidad de superficie cultivada, y de este hecho, ellos proporcionarían la respuesta más eficaz a los intereses de los otros actores. Los agricultores deseaban aumentar la producción de sus terrenos. Los políticos estaban interesados en incrementar la producción de maíz en, al menos, 20% en seis años, independientemente de la estrategia de investigación (Wellhausen, 1984). Finalmente, los colegas científicos deseaban conocer los resultados de los diferentes mecanismos de manipulación genética del maíz.

De acuerdo con Callon (1986), la formulación de problemas y su solución permite a los investigadores definir los actores participantes, indicar los

desplazamientos de contexto que las nociones deben seguir para poder adecuarse unas con otras y señalar las responsabilidades de cada actor. En el caso que nos ocupa, la relación entre hipótesis y actores adquirió la forma de un nudo convergente que cruzaba ineluctablemente realidades de todo tipo.

Los investigadores de la OEE, dirigidos por Wellhausen, propusieron cambiar la identidad y el contexto del maíz. Así, solicitaron a los miembros de la OCE intercambiar sus fuentes de germoplasma, y pidieron a los agricultores algunas muestras de sus mazorcas para seleccionarlas, almacenarlas y clasificarlas científicamente. Enseguida, cultivaron las muestras para intentar una purificación racial por medio de la autofecundación; finalmente, ciertas plantas fueron seleccionadas para ser cruzadas en diferentes combinaciones buscando los mejores cruzamientos llamados híbridos F1 (figura 6).

**Figura 6. El esquema de la hibridación**



Fuente: Wellhausen, 1951.

El éxito del esquema de mejoramiento propuesto por los investigadores de la OEE dependía del control de dos mecanismos contradictorios. Se trataba de llevar al límite la purificación racial de ciertas plantas y simultáneamente de conservar su capacidad de combinación para permitir la hibridación. En

realidad, este esquema es técnicamente más complicado. En efecto, ciertas plantas seleccionadas por sus características apropiadas no son capaces de soportar la endogamia, producto de la autofecundación y también, al soportar la endogamia, la capacidad de combinación de esas plantas es nula, lo que impide el éxito en la integración de los híbridos.<sup>47</sup>

Los mecanismos problemáticos de la purificación racial y la hibridación corresponden simétricamente a las propuestas sobre la reorganización social de la agricultura. Así, la purificación racial del maíz corresponde a la especialización productiva de los agricultores y la hibridación, a una nueva relación de interdependencia entre los agricultores y los otros actores.

La estrategia social de la OEE consiste en especializar a los agricultores de modo que sean productores de grano o de semillas mejoradas. Asimismo, los agricultores son relacionados como compradores o vendedores de semillas.

Según la OEE, el comportamiento de los actores debería ser el siguiente: los investigadores serían especializados en la formación y la puesta a punto de los híbridos. Ellos deberían transferir las líneas autofecundadas (llamadas líneas puras) y las recomendaciones técnicas pertinentes para producir las semillas híbridas comerciales. Los productores de semillas serían especializados, siguiendo las recomendaciones técnicas de los científicos, en el cultivo de las líneas purificadas racialmente y su cruzamiento para formar los híbridos comerciales para cada ciclo anual. Los productores tradicionales serían especializados en la producción de grano, cesando de producir sus propias semillas para comprarlas cada año.

Los investigadores de la OCE proponían un esquema de mejoramiento completamente diferente al de sus colegas de la OEE. De inicio, las mazorcas de los agricultores serían colectados y cambiados de contexto por la OCE, tal y como lo habían hecho anteriormente y como lo harían sus colegas de la OEE. Enseguida, sembrarían los granos de una mazorca por surco del campo de experimentación para seleccionar las plantas mejor adaptadas y

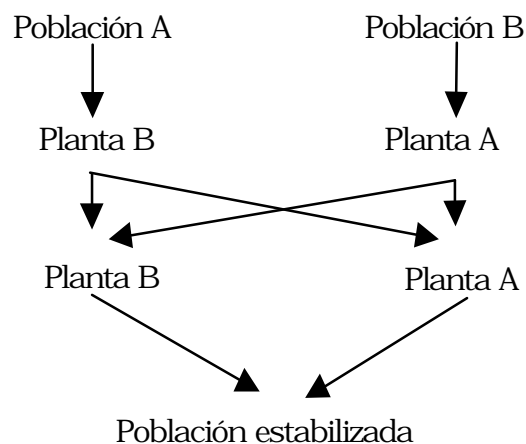
---

47 En ocasiones, los mínimos detalles impiden la formación de híbridos, como el caso del H-33 del cual las líneas puras habían sido formadas desde las décadas de 1940 y 1970 formaron el H-32, pero recientemente los investigadores cambiaron la función de reproducción sexual y han integrado el "nuevo híbrido".

de óptimos rendimientos (llamadas líneas superiores). Posteriormente, cruzarían todas las líneas superiores produciendo una población genéticamente equilibrada (llamada Variedad Estabilizada, VE) que conservaría las características de una variedad de polinización libre, como las variedades autóctonas de los agricultores (figura 7). Finalmente, los investigadores propondrían a los agricultores la sustitución de las variedades autóctonas por las VE.

El esquema de mejoramiento de la OCE no imponía ninguna especialización a los agricultores. Según el líder de los investigadores de la OCE, Edmundo Taboada, este esquema conservaría una relación estrecha entre los investigadores y los agricultores. “Esta relación provocaría el avance técnico de los agricultores sin amenazar su cultura” (Taboada, 1984: 132-133). Según este esquema, no había necesidad de inventar un actor productor de semillas, mediador de las relaciones entre científicos y agricultores.

**Figura 7. Esquema de la formación de variedades estabilizadas**



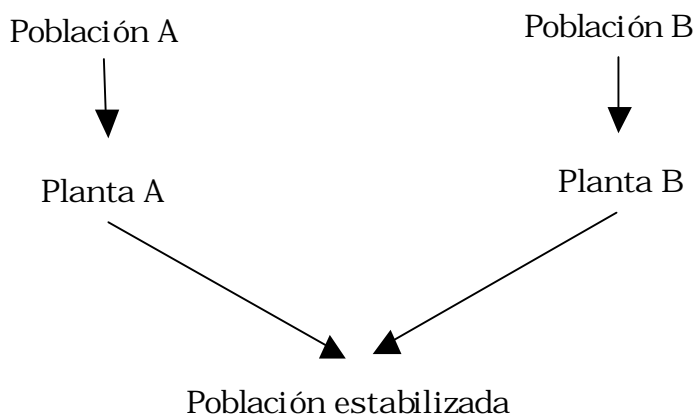
Fuente: Taboada, 1959.

La tradición antigua de seleccionar las semillas corresponde a lo que los científicos nombraban *selección masal* (figura 8). De toda la masa de mazorcas de la cosecha, los agricultores seleccionan algunas mazorcas para sembrar ciertos granos durante el ciclo agrícola siguiente. De esta manera, el maíz fue

seleccionado por miles de años en las fincas de los campesinos. Obviamente, en esta forma, los agricultores han canjeado o comprado nuevas semillas en los mercados locales.

Los mecanismos de mejoramiento de la OCE corresponden simétricamente a los de la reproducción de las interacciones sociales de los agricultores tradicionales. Según la OCE, se trata de tener una población de maíz capaz de reproducirse sin la intromisión permanente de germoplasma externo. Así, los campesinos no tendrían necesidad de comprar semillas en cada ciclo. La OCE afirma que el comportamiento de los actores debería tomar la forma siguiente: los investigadores serían responsables de la formación y la puesta en punto de las variedades estabilizadas, pero también de la transferencia a los agricultores sin ninguna restricción ni recomendación técnica suplementaria. Los agricultores serían responsables de la producción de maíz, incluyendo la producción habitual de sus semillas.

**Figura 8. Esquema de la selección masal**

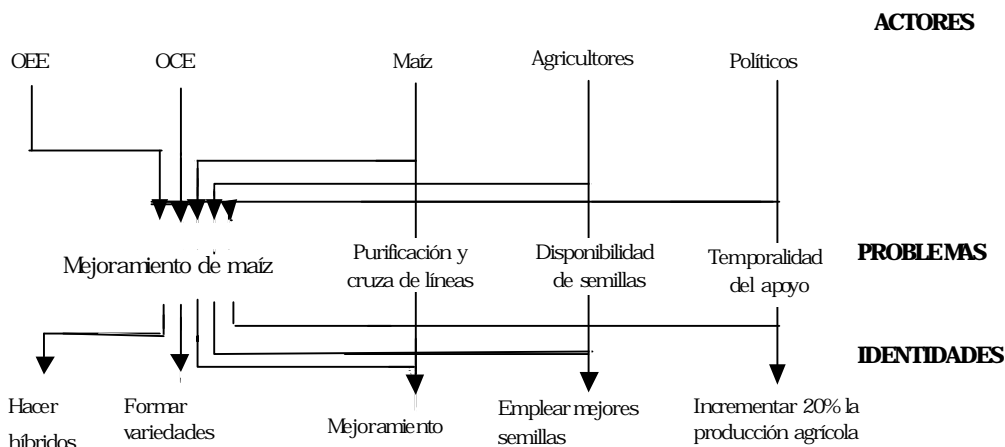


Fuente: Palacios, 1964.

Interesados por el destino científico-técnico del maíz, los científicos ofrecieron a los actores soluciones a sus problemas, responsabilidades en sus proyectos de mejoramiento y la coordinación de las relaciones simétricas naturaleza/sociedad. Ahora, se abordará la manera en la que los

investigadores organizaron las identidades de los actores y el conjunto de relaciones entre las hipótesis y los actores en una red de alianzas estratégicas (figura 9).

**Figura 9. Esquema de asociaciones de actores, hipótesis e identidades**



Fuente: interpretación del autor

Según los investigadores, el maíz tenía dos destinos posibles, ambos problemáticos: ya sea que toleraría la formación de híbridos o que soportaría la selección masal controlada para formar VE. En el primer caso, la formación de híbridos afronta el desafío de controlar bien el proceso de autofecundación avanzada de la purificación racial y de la hibridación por medio del cruzamiento de sus líneas puras. En el segundo, el desafío consistiría en estabilizar genéticamente las poblaciones de las nuevas plantas seleccionadas de polinización libre y que ellas pudieran rivalizar con los híbridos en términos del rendimiento y la adaptación al ambiente.

En el mismo sentido, los agricultores debían implicarse en utilizar las nuevas semillas mejoradas. Para Wellhausen y su equipo, los agricultores deberían aceptar, en su propio interés, aumentar el rendimiento mediante la compra de semillas híbridas anualmente y tolerar la nueva disciplina de trabajo impuesta por las recomendaciones técnicas. Para Taboada y su equipo, los agricultores no tenían necesidad de comprar semillas anualmente para aumentar los rendimientos del maíz; era suficiente que remplazaran sus variedades locales

por las nuevas variedades estabilizadas. Para los primeros, la utilización de nuevas semillas representaba un problema técnico de carácter cualitativo y para los segundos, la misma cuestión toma una dimensión cuantitativa; se trataba solamente de la intensificación de relaciones agricultores/científicos mediante la compra eventual de semillas. Dicho en términos de Freeman y Pérez (1988: 45), Taboada proponía una vía de innovaciones incrementales, y Wellhausen, otra de innovaciones radicales.

En relación con los políticos, éstos debían comprometerse a apoyar públicamente el programa de mejoramiento y a usar el derecho para financiar los proyectos de mejoramiento genético. El desafío que afrontaban los científicos consistía en la temporalidad de los apoyos políticos, pues los políticos podían anular su ayuda al programa o tomar partido por un proyecto de mejoramiento, rechazando o disminuyendo el apoyo al proyecto concurrencial. Al momento en que inicia esta historia, la FR había aceptado la decisión política del gobierno mexicano de aumentar 20% la producción del maíz y de apoyar las investigaciones que condujeran a este objetivo.

El problema fundamental de los científicos consistió en controlar la controversia que se inició a propósito de las mencionadas vías de mejoramiento. Dicha controversia puso en juego la delimitación entre los supuestos válidos anteriormente y los supuestos a verificar, entre esto que es bien conocido por las experiencias anteriores y lo que queda por conocer y desarrollar para hacer real el mejoramiento del maíz mexicano.

Así, el proceso que inicia con la hipótesis del aumento de la producción de maíz concluye con la definición de un esquema de asociaciones indispensables para lograr el funcionamiento de los proyectos de mejoramiento genético del maíz. En esas asociaciones, los científicos han construido una situación en la cual los investigadores son indispensables para alcanzar los objetivos del conjunto de los actores.

#### **4. INSTRUMENTACIÓN DE LA MANIPULACIÓN DE LOS ACTORES (LA INTERPOSICIÓN DE LOS CIENTÍFICOS)**

La instrumentación de la manipulación de los actores es la acción de investigación que permite aislar a los actores de sus relaciones precedentes para suplantarlas por un dispositivo de manipulación de interrelaciones, dirigida a

la búsqueda controlada de respuestas a los problemas de investigación. Este proceso es el mecanismo por el cual los investigadores designan la identidad de los actores convocados y éstos asumen o rechazan tal identidad. Se trata de hacer realidad los OT mediante la legitimación de la acción de los actores designados y definidos en las hipótesis.

El carácter inseparable del binomio maíz-agricultores que se ha discutido antes, impone a los investigadores del programa de intervención genética del maíz la obligación de interponerse ventajosamente entre los actores. Si el resultado de esta interposición no representa desventajas para el maíz o los actores sociales, los investigadores devendrán parásitos y entonces su legitimidad será cuestionada. De hecho, la estrategia de los investigadores de ser útiles a las entidades naturales y a los actores sociales es una premisa básica que justifica su identidad de científicos.

El mecanismo de aislamiento/suplantación de relaciones, establecido por los investigadores, consiste —primeramente— en intentar romper el acceso directo de los otros actores al maíz y los agricultores. Enseguida, procurarán aislar al maíz de los agricultores para intentar manipularlo según sus propias hipótesis. Frente al conjunto de actores, los investigadores procurarán ubicarse en la posición estratégica de ser indispensables y de llegar a ser sus representantes legítimos.<sup>48</sup>

Buscando la representatividad de los otros actores, los investigadores proponen una organización funcional en la cual todo el mundo acepta el papel de sujeto de investigación. He aquí el objetivo de la interposición de los científicos.

Según la instrumentación de los proyectos de mejoramiento genético correspondientes, los investigadores aíslan las acciones de los actores solamente para recomponerlas y restablecerlas posteriormente. Esos modelos de disociación-asociación de los actores toman la forma de dispositivos sociales en dos planos: *a)* como espacio de negociación y *b)* como centro de hibridación.

El primer dispositivo distribuye los papeles/funciones que juegan todos los actores respecto al binomio maíz-agricultores. El segundo distribuye las

---

48 La noción de representatividad está tomada del estudio de Shapin y Schaffer (1986), a propósito de las controversias entre Hobbes y Boyle sobre el carácter de la experimentación científica y la representación de los científicos y de los políticos.

funciones del maíz y de los productores, estableciendo los laboratorios para lograr la manipulación genética.

a) El espacio de negociación<sup>49</sup> es el dispositivo en el que se organizan los actores interesados en la manipulación genética del maíz. En él se distribuyen los papeles contextuales y de intervención directa de la investigación. Desde otro punto de vista, un espacio de negociación es la autorización legítima de los actores sociales para permitir a los científicos iniciar y llevar a cabo un proyecto de innovación científico-técnica.

En la sociología de ciencias es común dividir la acción de la investigación entre los elementos contextuales (o externos) y los elementos de contenido (o internos). En esta investigación se acepta esta división bajo dos condiciones: la división es el producto de las negociaciones de los actores, y es difusa, móvil y permeable. En el caso que nos ocupa, los políticos y los científicos negociaron la constitución del contexto y el contenido, de forma que los políticos y la población serían movilizados para permitir alcanzar el objetivo inédito de hibridar el maíz mexicano y de los agricultores.

Si se acepta que el contenido de la investigación es la intervención directa de los actores sobre el destino del maíz, entonces debería reconocerse que, en ciertos casos, las decisiones políticas afectan el destino de los OT. Siguiendo esta lógica, la firma del PAM fue una intervención directa de los políticos sobre el avenir del maíz al implicar a los investigadores en manipular su estructura genética. Aún más, antes de la firma del PAM, los investigadores jugaban el papel de contexto.

La delimitación del contexto y contenido mantuvo una relación paradójica. En efecto, si el mejoramiento del maíz no fuera posible en México (el contenido), entonces los actores retirarían su apoyo y el llamado contexto se desagregaría. En sentido contrario, si la FR y el gobierno mexicano (el

---

49 Según Callon (1989), la noción de espacio de negociación consiste a la interdependencia constitutiva entre el contexto y el contenido de la investigación. Él ha expresado la noción de la siguiente manera: "un espacio de negociación es un territorio al interior del cual los científicos disponen de importantes márgenes de maniobra y beneficiándose del apoyo (relativamente) incondicional de los actores que les han ubicado en situación" (Callon, 1989: 83). A esta noción se agrega la idea de que el espacio de negociación es simultáneamente un tiempo de negociación. Esto quiere decir que los márgenes de maniobra tienen un territorio, pero también un periodo de tiempo.

contexto) no apoyaba el programa de mejoramiento en México, los híbridos y las variedades mejoradas no tendrían ninguna posibilidad de existir.

Con el reconocimiento de las primeras hipótesis, los investigadores crearon sus espacios de negociación. Esto significa que tuvieron un medio favorable para la idea de manipular el maíz. Convencidos de las propuestas de los investigadores, los otros actores esperaron el tiempo suficiente para conocer los resultados de las investigaciones e intervenir en el contenido de la investigación y en la acción de los científicos. Los políticos estuvieron particularmente interesados por los últimos resultados de la investigación y por la posibilidad de movilizar los OT en las vastas redes de la economía y la política. Por ello, puede decirse que un espacio de negociación es también un tiempo de negociación.

Al integrarse el espacio de negociación, el contexto de la formación de híbridos se separó de la acción de esta formación, aunque esto nada tiene que ver con una delimitación natural y definitiva.

b) Una vez que los investigadores lograron crear sus espacios de negociación, se consagraron en la construcción de los instrumentos de base para su intervención sobre las poblaciones de maíz y de agricultores. Se trató de construir un dispositivo para actuar a distancia sobre los objetos de investigación, como enseña Mary Hesse (1961: 157-188). Esos instrumentos se agruparon en un dispositivo genérico, compuesto de instrumentos materiales y metodológicos para administrar un proceso de hibridación de realidades naturales y sociales que se llamará Centro de hibridación.<sup>50</sup> Entre los instrumentos materiales se contó con campos experimentales, laboratorios y herramientas; los instrumentos metodológicos son los métodos científicos y los procedimientos técnicos.

---

50 Callon emplea diferentes significaciones para la noción de centro de traducción. En *La Science et ses réseaux*, simplemente menciona que llamará Centro de traducción al terreno reclamado por los científicos (1986: 103-104). En su artículo sobre la sociología de la traducción (1986), dice que es un dispositivo de interés para los actores y para el control de su comportamiento (Callon, 1986: 188-189). En esta investigación se emplea la noción de centro de hibridación en alusión a los instrumentos y metodologías que los científicos emplean para manipular científicamente la naturaleza y pretender la representatividad de los actores manipulados en sus investigaciones.

Un centro de hibridación apareció en el momento de la separación de los actores en sus elementos componentes para introducirlos y manipularlos en el seno de los laboratorios. Esta separación puede compararse con aquella que se realizó entre el contenido y el contexto en la creación de los espacios de negociación. Los laboratorios son los campos de experimentación que permiten a los investigadores la separación física necesaria entre el binomio original maíz-agricultores. Los dispositivos de investigación son las manipulaciones que los investigadores establecieron con ciertas poblaciones de maíz.

La ruptura de la antigua relación maíz-agricultor fue lograda en la medida en que los científicos tomaron de las manos de los agricultores las semillas que se convertirían en las muestras representativas de las diversas regiones del país. Pero, como se ha mencionado, el maíz no sobrevive sin la intervención humana; de modo que las mazorcas colectadas tenían necesidad de ser adoptadas por los científicos. La adopción y la modificación de las semillas colectadas por los investigadores no significaba que las semillas descendientes debían necesariamente ser readoptadas por sus antiguos propietarios. Esta era la situación que ponía en juego la formación del centro de hibridación.

La ruptura de la alianza tradicional entre los agricultores y sus semillas de maíz tenía por objetivo meter en escena nuevas relaciones para lograr la colaboración del maíz (a) y de los agricultores (b) hacia el programa de mejoramiento bajo el poder de manipulación de los investigadores.

*a) La interposición entre el maíz*

Antes de 1940, en México, el proceso de producción de granos y de semillas era parte de una sola actividad que tenía lugar en las fincas de los agricultores. La investigación científica separó y aisló la producción de grano de la de semilla en los terrenos de los campos de experimentación de los institutos de investigación agrícola. Pretendiendo mejorar la fisiología y el desempeño del maíz, las controversias científicas que han tenido lugar en México durante los últimos casi 60 años, a propósito de las vías de mejoramiento, muestran los dispositivos posibles de interposición intentados y las versiones correspondientes de la red de maíz mejorado científicamente.

Regresando a la historia, Wellhausen defendía la formación de híbridos de generaciones avanzadas.<sup>51</sup> Proponía la integración de híbridos formados con líneas puras de varias autofecundaciones para aprovechar el principio del *vigor híbrido*. Evidentemente, este esquema no es más que un *tipo ideal* que toma una forma más compleja y controversial.

La técnica americana de Wellhausen se compone de cuatro etapas.<sup>52</sup> La primera consiste en coleccionar sistemáticamente muestras de todas las regiones

---

51 Consecuencias genéticas de la autofecundación:

Sean A y a los dos alelos de un gen dado. Para ese gen, las plantas pueden presentar tres genotipos AA, Aa y aa. Los dos primeros tipos son homocigotos, los dos cromosomas portan el gen A o a. El tipo Aa es heterocigoto, los dos cromosomas portan dos genes diferentes: A y a.

En el momento de la reproducción, los individuos homocigotos dan origen a células sexuales del tipo A o a. La recombinación da nacimiento a individuos AA o aa, es decir, idénticas a la planta madre. De una generación a la otra, el genotipo es reproducido idénticamente. Una planta homocigota es fijada, esto es una línea pura.

El caso de una planta heterocigota, reproducida una primera vez por autofecundación, es más compleja. Ella da nacimiento a gametos A y a en igual proporción quienes, recombinándose, dan nacimiento a una generación compuesta por 1/4 de individuos AA, 1/2 de Aa y 1/4 de aa. Si se autofecunda una segunda vez esta generación F2, se tendrá 3/4 de plantas homocigotas.

La enésima generación de autofecundación dará un porcentaje de plantas homocigotas igual a:

$2N-1/2 N$ .

La autofecundación conduce progresivamente a la homocigosis. Los seleccionadores admiten que una decena de generaciones de autofecundación son necesarias para obtener plantas homocigotas (Berlan, 1981: 175).

52 Según Wellhausen: "el primer paso consistía en reunir sistemáticamente muestras de maíz de todas las zonas de México, para integrar una colección completa del material genético disponible para producir nuevos y mejores tipos de maíz. Este interés en emplear variedades autóctonas tenía como base las observaciones, según las cuales la mayoría de los tipos que el investigador mexicano Eduardo Limón había introducido de los Estados Unidos no habían sido adaptados a las condiciones mexicanas.

El segundo paso del programa consistía en cultivar todas las variedades seleccionadas bajo condiciones uniformes a fin de compararlas desde el punto de vista de la productividad, de la resistencia a enfermedades y de otras características agronómicas importantes. Se trataba de seleccionar las mejores variedades para distribuir las semillas a los agricultores lo más pronto posible.

El tercer paso consistía en cruzar las mejores variedades para producir nuevas variedades sintéticas e híbridos modificados. Mientras que los investigadores hacían hibridaciones de cruce doble, las variedades sintéticas e híbridos modificados podrían distribuirse a los campesinos.

El cuarto paso consistía en continuar los cruzamientos entre las variedades colectadas por la FR y las variedades obtenidas mediante los cruzamientos logrados en los programas de los científicos mexicanos Taboada y Limón. El objetivo era producir semillas híbridas convencionales de cruce doble y bien adaptados a las principales regiones agrícolas" (Wellhausen, en Stakman, 1969).

de México. La segunda, en cultivar todas las variedades seleccionadas en condiciones homogéneas para comparar su desempeño, su resistencia a las pestes y plagas, etc. Esta etapa tenía por objetivo seleccionar las mejores variedades para distribuirlas entre los agricultores. La tercera, en cruzar las mejores variedades para formar nuevas variedades sintéticas<sup>53</sup> e híbridos modificados. En la misma etapa, los científicos hacían autofecundaciones para integrar líneas puras (figura 12, nivel 1), y cruzaban líneas puras para formar *híbridos simples* (figura 10, nivel 2). La cuarta, en cruzar híbridos para integrar *híbridos de híbridos*, conocidos técnicamente como *híbridos de cruza doble* (figura 10, nivel 3) y seleccionar los mejores de ellos.<sup>54</sup> Esta etapa comprendía la formación de híbridos por medio del cruzamiento de las mejores variedades y de las líneas puras superiores del equipo de Taboada para no perder las características genéticas positivas logradas por el equipo concurrente. Wellhausen esperaba producir sobre un periodo de cinco años híbridos bien adaptados a las condiciones mexicanas (Stakman, 1969) (figura 10).

---

53 Las variedades sintéticas no tienen la misma metodología de formación que las variedades estabilizadas. Las VE son formadas por cruzamientos fraternales y las variedades sintéticas son un arreglo estable de plantas de polinización semi-libre.

54 Según el número de cruzamientos, los híbridos son simples, dobles o triples. El esquema presentado en la figura 8 corresponde a los híbridos simples provenientes de varias autofecundaciones. El éxito de estos híbridos representa el más alto nivel de mejoramiento del maíz. Los híbridos simples requieren la cruza de dos líneas puras. Los híbridos dobles requieren dos cruzamientos precedentes y cuatro líneas puras. Los híbridos triples requieren tres cruzamientos precedentes y seis líneas puras.

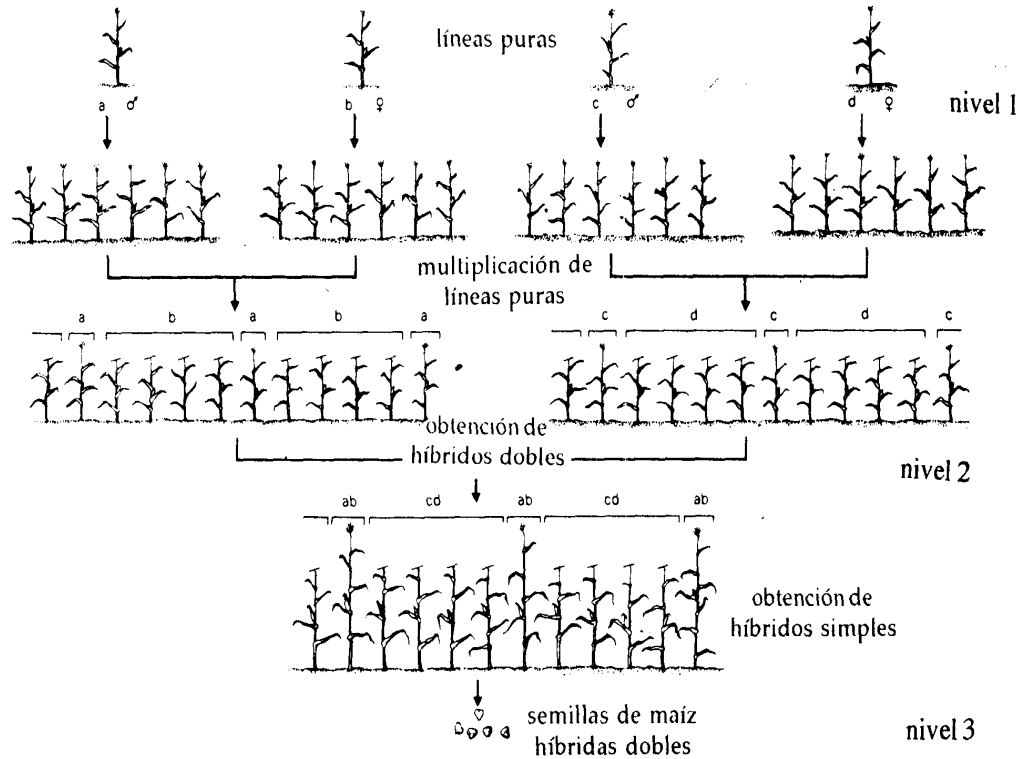
La hibridación es también una cuestión de rentabilidad. Así, los híbridos triples tienen un costo de producción menos elevado y los simples tienen el más elevado. En parte, la explicación consiste en que cada cruzamiento produce una cantidad de semilla comercial diferente. En efecto, los tres cruzamientos de un híbrido triple proporcionan tres veces más semilla mejorada que un híbrido simple.

La herencia de las características es directamente proporcional al número de autofecundaciones de las líneas puras, pero la disminución del rendimiento es inversamente proporcional.

El aumento del rendimiento por el hecho de cruzar líneas puras es conocido por los científicos como vigor híbrido. Este efecto de aumento del rendimiento se pierde si el grano de la cosecha es sembrado en un ciclo posterior. La pérdida del vigor híbrido es más espectacular en un híbrido simple proveniente de líneas puras de seis autofecundaciones que en uno de cruza doble y menos evidente en un híbrido de cruza triple. Esto quiere decir que si se siembran las mazorcas de la cosecha de un híbrido simple el cultivo siguiente tendrá una población muy irregular y el rendimiento descenderá al menos 15% en relación con las semillas originales.

**Figura 10**

**Obtención de Semillas Híbridas**



Fuente: Dominio público

El método de la formación de las VE de Edmundo Taboada consistía en recolectar un gran número de variedades autóctonas representativas de vastas zonas agrícolas.<sup>55</sup> Se trataba de tener líneas de buenas características agronómicas y aptitudes combinatorias. Posteriormente, las líneas seleccionadas se cruzaban por el método AxB (donde las líneas son cruzadas perfectamente: el polen de la línea A fecunda los estigmas de la línea B y viceversa). Durante la cosecha, los cruzamientos que producían las plantas

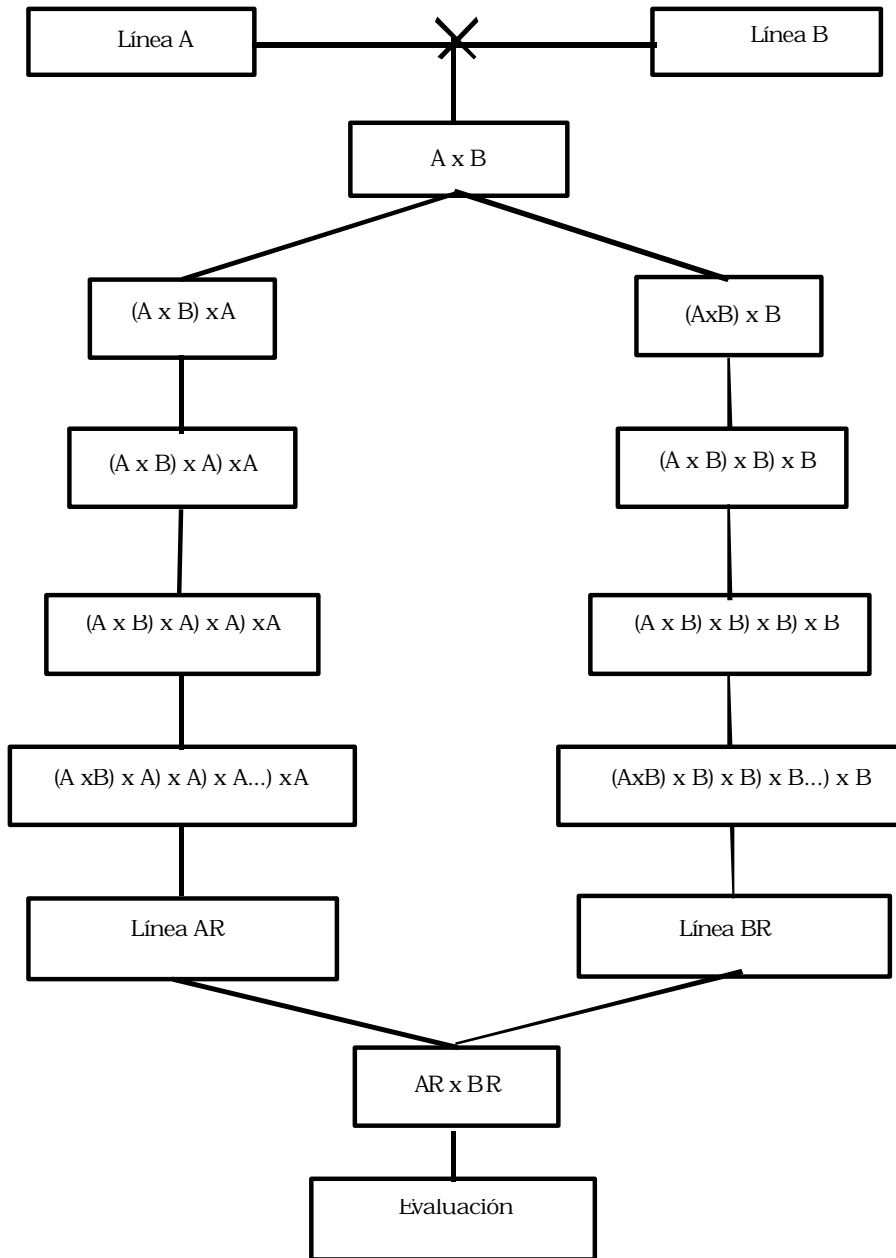
55 Las variedades autóctonas o locales son conocidas en México como variedades criollas. El término criolla alude a una población que es el resultado de un proceso de mezcla entre variedades extranjeras y locales. El maíz jamás ha cesado de viajar y de formar auténticas variedades criollas; sin embargo, el término criolla asociado a las variedades locales de México puede tener un sentido mal comprendido. En este trabajo se evitará el término variedad criolla para utilizar los términos variedad local o variedad autóctona a las poblaciones de maíz que no han sido tocadas por alguna manipulación genético-científica. Cabe aclarar que actualmente los científicos utilizan el término variedades de polinización libre (VPL) para enunciar las variedades que, siendo manipuladas científicamente, son capaces de reproducirse sin perder ni sus características fenotípicas ni genotípicas, igual que las variedades autóctonas.

de más alto rendimientos eran seleccionadas. Finalmente, todos los cruzamientos posibles entre las líneas superiores daban una población de equilibrio genético (INIA, 1985: 10).

Con las VE, los agricultores pueden seleccionar sus mejores mazorcas para sembrar los granos durante el o los ciclos agrícolas siguientes sin que ellas pierdan sus características ni su rendimiento. De hecho, la formación de las VE es una forma racionalizada de la forma tradicional de producir las semillas de las variedades autóctonas. Taboada consideraba que “el mejoramiento del maíz no era más que un largo proceso de mejoras parciales que había iniciado desde los tiempos de Quetzalcóatl” (Taboada, 1984: 112-141).

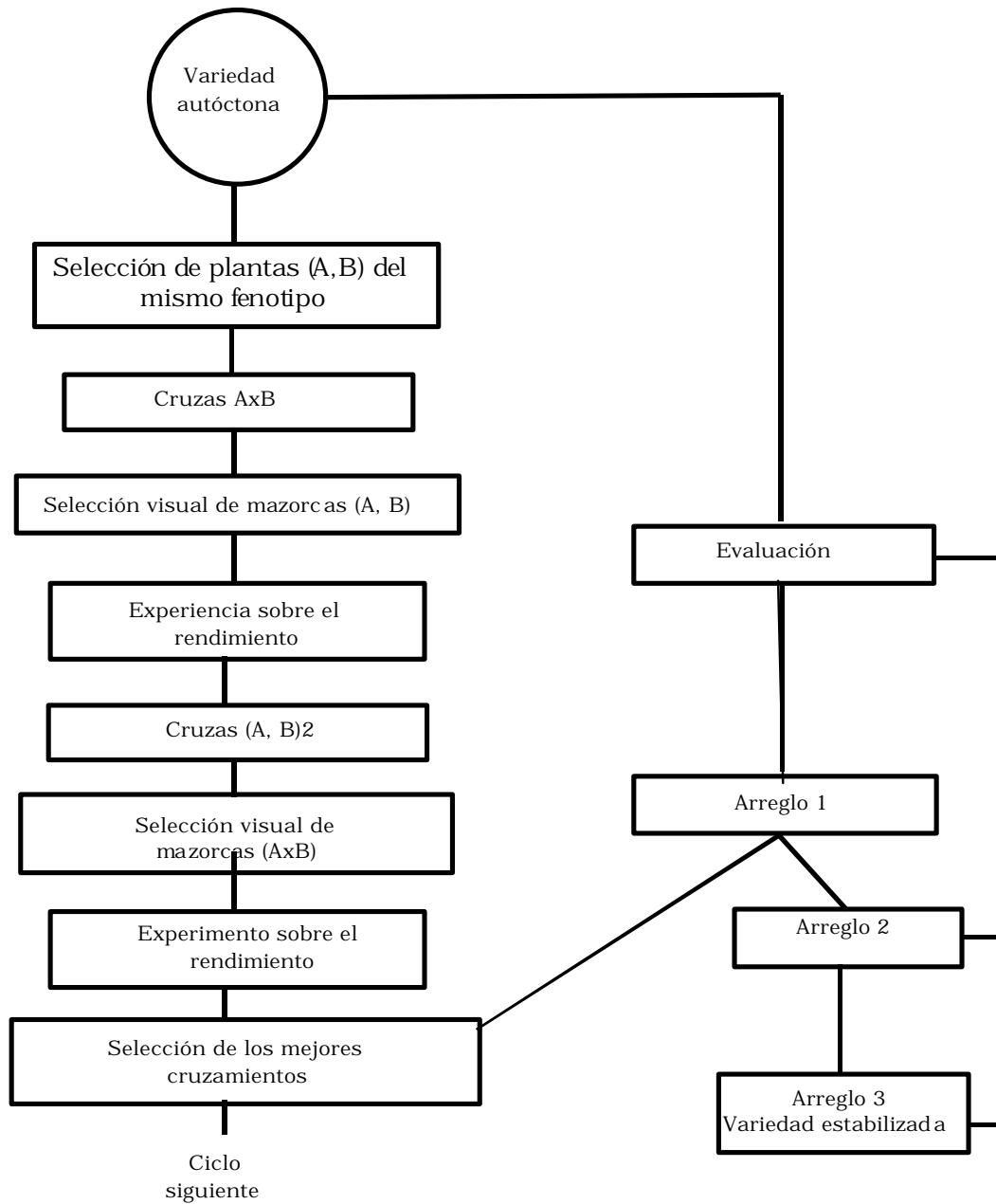
Los dos métodos de mejoramiento expuestos no implicaban solamente la suerte del maíz, sino también la de los agricultores. Cada proyecto suponía el dominio de las leyes de la autofecundación y del cruzamiento del maíz según los intereses de los investigadores.

**Figura 11. Mejoramiento convergente**



Fuente: Palacios de la Rosa, 1985:

**Figura 12. Método de cruzas A x B**



Fuente: Palacios de la Rosa, 1985:

*b) La interposición entre los agricultores*

A la pregunta sobre el tipo de plantas a producir, los científicos respondieron: a) proponiendo modificar la organización de la producción agrícola en función del contenido científico-técnico de las plantas híbridas, según la estrategia de la OEE o b) mejorando las plantas según la estrategia de selección de semillas de los agricultores tradicionales y según la estrategia de la OCE. En el primer caso, los agricultores debían comprar anualmente las semillas híbridas; en tanto que en el segundo, debían comprar eventualmente semillas provenientes del exterior. El proyecto de la OEE suponía la formación de híbridos de cruce doble y aceptaba la formación de variedades de polinización libre solamente como un primer paso para habituar a los agricultores a comprar semillas y para que ellos aceptaran el papel de compradores anuales de semillas, tal como sucedió en Estados Unidos.

En 1942, Taboada pudo interesar a algunos agricultores y políticos en conocer las buenas cualidades de las VE. Y en representación de la OCE, estableció un acuerdo de cooperación con el gobierno del estado de Guanajuato para multiplicar y distribuir la VE nombrada Celaya. Según este acuerdo,

La OCE sería responsable de la multiplicación de la variedad; el gobierno demandaría créditos para comprar la semilla; enseguida, el gobierno estatal prestaría la semilla a los gobiernos municipales más importantes en la producción de maíz. El gobierno estatal fijaría un precio por kilogramo de semilla Celaya, pero que los agricultores pagarían en especie, de conformidad con el precio comercial del grano. Finalmente, los gobiernos municipales y el gobierno vendería el grano recuperando el crédito y los gastos de administración (Taboada, 1984: 132-133).

La interposición hace parte de las controversias entre los equipos de investigación. La interposición que había logrado Taboada lo ponía en la vanguardia, en tanto que Wellhausen estaba en la fase de la recolecta de muestras de germoplasma y de la observación de ciertos materiales sobresalientes obtenidos de la OCE.

Los investigadores de la OEE presentaron resultados que pudiesen interesar a los agricultores hasta 1946, en el momento en el que Wellhausen pudo obtener algunas variedades sintéticas (diferentes a las VE, como se verá posteriormente). En 1948, la OEE pudo liberar su primer híbrido, el histórico H-1 (Stakman, 1969: 62).

La tradición *Land-grant system* suponía el establecimiento de un dispositivo nombrado “divulgación” para interesar técnicamente a los actores. Wellhausen pretendía importar este dispositivo a México. Se trataba de crear una red de divulgadores profesionales que tendrían a su cargo el proceso de adopción de semillas híbridas y sus tecnologías particulares<sup>56</sup> por parte de los agricultores. En relación con el proceso de adopción de nuevas semillas, Wellhausen asignaba a los científicos un papel activo, en cambio Taboada consideraba que las VE accederían a los circuitos tradicionales de transferencia de semillas sin intervención de profesionales de la divulgación (Taboada, 1984).

A lo largo de esta historia, los partidarios de las VE fueron animados por la hipótesis según la cual los agricultores rechazarían la oferta de comprar anualmente semillas híbridas, y los partidarios de los híbridos pensaron que tarde o temprano los agricultores terminarían siendo usuarios consuetudinarios de semillas híbridas, tal como pasaba en Estados Unidos.

El dispositivo de interposición y de asociación para el maíz no podía separarse del que se había diseñado para los agricultores. Faltaba conocer la colaboración de los actores sobre los proyectos de mejoramiento en juego.

## **5. INTERVENCIÓN SOBRE LOS ACTORES**

La intervención sobre los actores es el mecanismo por el cual los investigadores pretenden hacer aceptar a los actores las funciones evocadas para que de esta forma colaboren en la realización del proyecto técnico.

Luego que los científicos tienen sus espacios de negociación y sus centros de hibridación, el siguiente paso consiste en la búsqueda de colaboración de las leyes del maíz para poder lograr sus proyectos de innovación. Estas negociaciones pretenden organizar las posibles respuestas de la planta de maíz, de tal manera que los investigadores puedan funcionar como los

---

<sup>56</sup> La propuesta de integrar un grupo de divulgadores para difundir las nuevas semillas fue lanzada en 1953 por Edwin Wellhausen. En una reunión de la OEE, la OEE-IIA y la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), Wellhausen propuso la formación del Servicio Nacional de Extensión Agrícola, institución que nacería prácticamente después de esta reunión (Wellhausen, 1984: 320).

representantes de la naturaleza híbrida del maíz y de los actores dependientes de esta característica.

### **5.1. Intervenciones sobre el maíz**

En 1944, los caminos de la investigación habían sido definidos. Wellhausen inicia la formación de híbridos y Taboada consolidaba la formación de las VE.

De acuerdo con la estrategia de la hibridación, Wellhausen pudo coleccionar cerca de dos mil muestras de maíz de todo el país. Esta colecta permitió tener y controlar los instrumentos fundamentales para la producción de datos y de objetos técnicos. De inicio, esas muestras integraron la base genética más importante del mundo para seleccionar y mejorar el maíz y el objeto material del trabajo de manipulación genética de la planta. Asimismo, pudo imponer dos proposiciones, la primera sobre la tipología del maíz mexicano y la segunda sobre la utilidad genética de los descubrimientos. La primera decía que “de acuerdo con el estudio de las muestras, existen 25 razas de maíz en México” (Wellhausen *et al.*, 1951) y la segunda, que “esta diversidad es prometedora para avanzar el mejoramiento genético no solamente en México sino también en los EU” (Wellhausen *et al.*, 1951: 212).<sup>57</sup> Finalmente, pudo consolidar una noción de centro de hibridación mediante la regionalización del país en cuatro zonas específicas de intervención científica para el mejoramiento (Wellhausen *et al.*, 1951), con esas puestas en escena, el proyecto de la hibridación devenía realidad.

Las intervenciones que Wellhausen comenzó a realizar sobre las muestras de maíz tienen dos fases complementarias, como se ha dicho anteriormente. La primera consiste en purificar la raza de algunas plantas por medio de la autofecundación (a), la segunda a la hibridación, gracias al cruzamiento de las plantas purificadas (b).

---

57 Según Wellhausen: “luego que el genetista de maíz de la ‘faja del maíz americano’ llegó al punto en el que el desempeño de los híbridos alcanzaba los rendimientos decrecientes, pueden lograrse mejoramientos suplementarios introduciendo germoplasma de maíz ‘dentado del sur’. Esto consiste en retomar la fuente original del germoplasma como el ‘cilindrico dentado de la costa oriental de México’, ‘tuxpeño’, el ‘teozintle’ y las razas del ‘maíz harinoso’ del sur de México y de Guatemala. Todos esos tipos raciales han intervenido en la formación del maíz dentado de la actual faja del maíz y es probable que la mezcla que habría tenido lugar, en forma accidental, sea la mejor posibilidad a retomar científicamente para mejorar el maíz de la faja del maíz americano” (Wellhausen *et al.*, 1951: 213).

a) Wellhausen comienza a intervenir el maíz intentando separar los genes deseados por la autofecundación. De las variedades de plantas provenientes de la autofecundación, seleccionaba las plantas que según él eran las mejores. Pretendía continuar la selección durante cinco o seis generaciones hasta obtener una población de maíz homogéneo (llamado sub-variedad o línea pura), simultáneamente a la autofecundación y a la selección. Además, evaluó genéticamente las selecciones para asegurar que estaba en el camino de seleccionar los genes buscados<sup>58</sup> y para evitar que la degeneración física de las líneas no pusiera en peligro la sobrevivencia de las plantas. Dicho brevemente, Wellhausen pretendía seleccionar simultáneamente plantas de alto desempeño agronómico y de alta productividad sexual.

b) Luego que Wellhausen colectó variedades originales, inició la selección y separación de los genes de alto valor. Comenzó la manipulación genética con las plantas seleccionadas sobre la idea de reunir los genes por el cruzamiento de las líneas puras, explotó el principio del vigor híbrido según el cual, si el proceso de selección de líneas puras implica la pérdida de vigor de las plantas sometidas a la autofecundación, el proceso de cruce de las líneas puras puede acrecentar el vigor de las plantas de origen (comprendiendo el rendimiento). La hipótesis de aumentar el vigor de las plantas híbridas a partir de la selección de genes causantes de alto desempeño y su concentración mediante cruces era una maquinación para evitar los genes indeseables por el efecto combinado de selección y autofecundación de líneas filogenéticas de plantas.

Una vez seleccionados los cruzamientos de alto desempeño se concretizaba y estabilizaba un esquema de producción técnico único y no reproducible. Este carácter no reproducible no significa la no repetibilidad del esquema técnico de producción; aún más, el carácter estable de los esquemas de

---

58 Una variedad autóctona de maíz tiene un alto grado de segregación genética (heterocigosis). El proceso de la homocigosis (purificación racial) es lograda por la autofecundación; sin embargo, el rendimiento dialélico disminuye en proporción inversa a la homocigosis. De acuerdo con la composición dialélica de sus características genéticas, el rendimiento de las líneas disminuye aproximadamente 50% en relación con el rendimiento de las variedades heterocigóticas, esto significa que la autofecundación y el rendimiento tienen una relación asintótica y que, después de algunas autofecundaciones, el rendimiento se estabiliza en su nivel mínimo. En muchas variedades y líneas, la homocigosis es fatal. Las degeneraciones física y fisiológica pueden impedir su reproducción. Los genetistas consideran que una línea homocigótica de rendimiento excepcionalmente elevado alcanza 20% del correspondiente al material vegetal de origen (Wellhausen, 1951).

producción técnica es la condición para la repetibilidad de la producción. El funcionamiento de la producción de maíz, sustentada en el principio de la hibridación, muestra que el aumento del vigor híbrido alcanzado en una cruce (véase nota 54) sólo puede mantenerse con la hibridación repetida de líneas puras que le han dado origen.

Si una población híbrida es dejada en libertad de reproducirse, la contaminación con genes de otras plantas eliminaría la purificación, y el rendimiento descendería inevitablemente. Dicho de otra manera, los híbridos que los genetistas han producido por el mecanismo de la manipulación genética es un producto único que no puede reproducirse sino sólo repetirse. Sobre este principio de la repetibilidad descansa la posibilidad de formar híbridos comerciales para cada ciclo agrícola.

Las intervenciones sobre la purificación racial y la hibridación tienen un soporte erudito. Para dominar las intervenciones, el conocimiento de los mecanismos que permiten la mezcla de las líneas es una condición ineludible. Es importante conocer los periodos de floración masculina y femenina para lograr el “matrimonio” de las líneas puras. De hecho, las manipulaciones para la purificación no pueden separarse de las que funcionan para la hibridación, ambas son intervenciones complementarias.

Para cada línea, el investigador debe conocer con exactitud sus características anatómicas y reproductivas. También debe conocer las condiciones físicas del ambiente que influyen en la selección y las cruces de las líneas.

Por otra parte, Wellhausen se sirvió de la purificación y la hibridación de las líneas de las plantas de maíz, del germoplasma recolectado por la OEE y la oportunidad de utilizar el germoplasma de la OCE (Ortega, 1993: c.p.). Todo esto permitió a Wellhausen poner a punto y afinar las variedades sintéticas V-7, V-10, V-520, V-216 y V-221, en un periodo que se extendió de 1944 a 1947 (Wellhausen, 1961: 443). La producción de estas variedades sintéticas tenía un carácter provisional. Según Wellhausen, el verdadero trabajo de hibridación iniciaría con la formación de mestizos simples y mestizos múltiples (véase nota 52). Los primeros con las cruces de líneas, derivadas de una autofecundación con las variedades (*línea de una autofecundación “A” x variedad X*) x (*línea de una autofecundación “B” x variedad Y*).

Rápidamente, los mestizos fueron remplazados por los híbridos de cruce doble, los cuales se compusieron por la cruce de líneas de una autofecundación (líneas "A1"), por ejemplo el H-215 que tenía la genealogía siguiente: (L-124 x L-V-126-2) x (Urq-66 x Qro.VI-101). En Estados Unidos, los híbridos comerciales de la década de 1940 eran del mismo tipo que los compuestos por Wellhausen en México; sin embargo, la gran diferencia entre ellos era que mientras los híbridos mexicanos se formaron por líneas de una o dos autofecundaciones, los norteamericanos tenían cinco o seis autofecundaciones.

Los científicos calculaban que el hecho de agregar genes de alto desempeño por la vía de la autofecundación avanzada y la formación de híbridos, aumentaba el rendimiento entre 15 y 20% respecto a las variedades de origen. En sentido contrario, sembrar los granos cosechados de semillas híbridas producirían la segregación genética, lo que representaría una pérdida de vigor híbrido que se expresaría en una caída de cerca de 15% del rendimiento respecto a la primera generación (Wellhausen, 1951). Los agricultores norteamericanos sabían que era preferible comprar semillas híbridas cada año en lugar de sembrar los granos de su propia cosecha.

En México, el uso de las líneas puras de una sola autofecundación tenía por consecuencia que los híbridos no manifestaran un aumento visiblemente superior en relación con las variedades de origen. Además, en el momento en que los agricultores intentaban reproducir los híbridos, la disminución del vigor híbrido no era tan espectacular como en el caso de los híbridos producidos por líneas autofecundadas durante varias generaciones. Esto permitía a los agricultores obtener semillas de sus cosechas tal como lo hacía con sus variedades locales; dicho de otra manera, la diferencia entre los híbridos de Wellhausen y las variedades autóctonas no era tan espectacular, por lo que los agricultores podían seleccionar sus semillas de la cosecha de siembras de híbridos sin grandes pérdidas de rendimiento.

Es importante mencionar que la OEE explotó variedades seleccionadas y mejoradas por los investigadores de la OCE en los años precedentes al arribo de los científicos norteamericanos (Ortega, 1993: c.p.). Sin esta base no podrían explicarse los éxitos en la formación de los híbridos en México.

Intervenir sobre la genética del maíz significa también “negociar” con las cambiantes condiciones geográficas y climáticas del escenario agrícola. El diseño de los híbridos consiste en formar nuevas plantas para condiciones geográfico-climáticas bien precisas. En relación con México, en Estados Unidos existen vastas áreas donde las condiciones de producción son prácticamente homogéneas; de hecho, la producción de maíz híbrido fue rentable gracias a la producción en gran escala obtenida por cada híbrido comercial. En cambio, en México, las plantas desarrolladas para el valle de México, a 2 200 metros sobre el nivel del mar (msnm) no pueden ser las mismas para el valle de Toluca, que se ubica a 2 600 msnm y a menos de 80 kilómetros de distancia del primero.

Las investigaciones wellhausianas debían considerar variaciones enormes en la precipitación pluvial, las condiciones topográficas y la fertilidad de los suelos, entre otras variables. Los frentes más importantes de las investigaciones de la OEE, que implicaban el ambiente del maíz, fueron la altura sobre el nivel del mar, el clima y particularmente la sequía (Laird, 1994: c.p.). La OEE construyó su *centro de hibridación* siguiendo un patrón que tomaba en consideración de manera determinante la variación climática y la altitud, creando cuatro regiones<sup>59</sup> de relativa heterogeneidad para delimitar espacialmente la intervención genética.

En relación con la sequía, Wellhausen se interpuso entre el maíz y las condiciones erráticas de la lluvia. La hibridación en las condiciones de irrigación avanzó más rápido que en las condiciones de sequía. Así, el modelo americano de la hibridación pudo seguir una evolución parecida en México a causa de la similitud entre las zonas irrigadas mexicanas y las del medio oeste americano, así como entre los agricultores mexicanos y los *farmers* norteamericanos. Wellhausen se interpuso entre el clima y las leyes de la hibridación genética, obteniendo algunos híbridos que superaban 30% el rendimiento de las variedades autóctonas (Wellhausen, 1951).

---

59 Las cuatro regiones en las que Wellhausen dividió al país para la formación de semillas fueron: la Mesa Central, con alturas de 2 000 a 2 600 metros, localizada en los estados de México, Michoacán, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala. El Bajío, con alturas de 1 200 a 1 800 metros, localizado en Jalisco, Guanajuato, Querétaro y Michoacán. El Bajío Norte, que comprende una parte de Querétaro, Aguascalientes y el norte de Guanajuato y Jalisco. Finalmente los trópicos, especialmente los estados de Veracruz, Nayarit y las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Wellhausen, 1951: 37).

Los criterios seguidos por Edmundo Taboada, Eduardo Limón y los otros genetistas mexicanos para seleccionar el germoplasma de base no fueron tan cuidadosamente determinados como los del equipo de la OEE. Las inexactitudes en los registros, las pérdidas de muestras, tales como la SLP 20 y el CH-II, y las incoherencias entre las características de las muestras depositadas en el banco de germoplasma y las descripciones originales sugieren confusión o alteración de los materiales genéticos (Ortega, 1993: c.p.). Gracias al único reporte exhaustivo de la investigación agrícola del campo de León Guanajuato (SAyF, 1945), atribuido a Eduardo Limón, se sabe que las colecciones de maíz de la OCE fueron obtenidas de los agricultores más importantes de las principales regiones productoras de grano.

Respecto a la OEE, que basaba su método sobre la purificación racial, la OCE pretendía lograr la estabilidad genética de las poblaciones. El equipo de la OCE no seleccionaba las plantas por el criterio de la homogeneidad, sino por el de la mejor expresión fenotípica (expresión visual). Esta simple diferencia provocaba, como fue comprendido más tarde, resultados divergentes. Seleccionando por el criterio de la homogeneidad, la purificación racial eliminaba las plantas y consecuentemente los genes considerados heterogéneos indeseables, según la teoría clásica de la hibridación. Por el contrario, seleccionando visualmente las mejores plantas según el método de Taboada, el resultado combinaba dos efectos estabilizadores de las poblaciones; los genes asociados a los caracteres indeseables eran eliminados (objetivo de Wellhausen), pero los heterogéneos que actuaban en sinergia con los deseables para tener buenas plantas se retenían en la selección.

Aunado a lo anterior, los cruzamientos fraternales AxB tenían por objetivo aumentar la frecuencia de genes deseables y estables. El método de mejoramiento de la OCE era más lento, pero las poblaciones tenían una estabilidad no superada por el método de la hibridación. Independientemente de las variaciones regionales o climáticas, las variedades estabilizadas conservaban un promedio más uniforme.

Resumiendo, puede decirse que: a) las intervenciones del equipo de Taboada fueron menos sistemáticas que las del equipo de Wellhausen;<sup>60</sup> b) en los

---

60 Los márgenes de maniobra institucional eran completamente diferentes en cada una de las dos oficinas. Las funciones de la OEE estaban limitadas al mejoramiento del maíz y del trigo, su presupuesto se aplicaba con fluidez y flexibilidad. Por el contrario, la OEE-IIA hacía investigaciones para cultivos y regiones diferentes. Su dependencia directa del

intercambios de germoplasma entre los equipos, el proveniente de EU no se adaptó a México, en tanto que el transferido de la OCE a la OEE fue crucial para la transformación de los híbridos; c) los métodos de mejoramiento confrontados representaban para las plantas en juego un destino diferente.

## **5.2. Negociaciones con los agricultores**

Las negociaciones entre los investigadores y los agricultores representaron en cada equipo significaciones diferentes: a) para el caso de la OEE se trataba de crear un grupo de agricultores-productores de semillas mejoradas, b) en tanto que para el caso de Taboada sólo se trataba de negociar con los agricultores para grano.

### *a) Nacimiento de un grupo de agricultores-productores de semilla*

Como se ha señalado, la frontera entre el contexto y el contenido es artificial. Esto era más claro en el momento mismo de la propagación y distribución de semillas mejoradas. El grupo de Taboada propagaba las semillas por su cuenta y los gobiernos las distribuían a los agricultores, de la misma manera que Taboada había distribuido la multicitada variedad *Celaya* en Guanajuato. De esta manera, la participación de la OCE en la formación de un grupo de agricultores-productores de semilla fue prácticamente nula. Sin embargo, las relaciones entre el equipo de la OEE y los agricultores comenzaron desde la llegada de Wellhausen a México. Esto marcó una diferencia entre el modelo de investigación norteamericano y el que nacía en México. En EU, la tradición de *Land-grant system* había creado una red de estaciones experimentales bien equipadas. Estos centros de hibridación permitían a los científicos interponerse de manera eficaz entre el maíz y los agricultores.

En México, la primera estación experimental de la OEE se estableció en 1944; a juicio de ésta, ella no satisfacía las necesidades que requerían sus delicados trabajos. Esto condujo a Wellhausen a buscar agricultores capitalistas que poseían terrenos de buena calidad, equipo mecánico y terrenos de buen temporal o irrigados para hacer la experimentación que no podía realizar en la estación experimental (Wellhausen, 1984). Después de algunos años de trabajo, ciertos agricultores fueron convencidos por Wellhausen de la utilidad y

---

ministerio de la agricultura le imponía órdenes derivadas de demandas políticas de corto plazo (Taboada, 1984; Wellhausen, 1984).

rentabilidad de la hibridación, creando, así, una red de personas interesadas que se convertirían en los primeros aliados mexicanos de la propagación y utilización de las semillas híbridas de maíz. Estas prácticas de investigación fueron la causa del nacimiento de un grupo de agricultores-productores de semillas que actuaría entre los mejoradores cultivadores de grano de maíz. Faltaría negociar con los agricultores su consentimiento para convertirse en cultivadores de grano mediante la siembra de híbridos.

Las condiciones de la intervención científico-técnica sobre el maíz son solidarias de las negociaciones sociales, veamos esto detenidamente. Las autofecundaciones pueden ser controladas mecánicamente por los científicos gracias al desplazamiento de polen hacia los estigmas de la misma planta; asimismo, la formación de híbridos experimentales puede ser controlada al colectar el polen de una línea pura para depositarla sobre los estigmas de otra línea pura.

En la formación comercial de híbridos, los investigadores aprovechan la acción del viento para hacer los cruzamientos genéticos. Se siembran seis surcos de la línea pura que tendrá la función femenina y dos surcos de la línea pura que tendrá la función masculina; al momento de la floración, las flores masculinas de la línea pura femenina son eliminadas dejando las flores masculinas de la línea masculina. De esta manera, un híbrido se forma en las plantas de la línea pura femenina, y la línea pura masculina es conservada por el mecanismo de la autofecundación.

El control de los *incestos* y *matrimonios*, manipulados por los investigadores, tiene necesidad de aislar los terrenos en los que se forman los híbridos del resto de las poblaciones de maíz para evitar contaminar los cruzamientos con polen desconocido. Para aislar las líneas puras responsables de la formación comercial de híbridos, es necesario no sembrar maíz en, al menos, un radio de 200 metros. Esta “maquinación” de la formación de híbridos comerciales es una actividad muy delicada que los investigadores no pueden confiar más que a un grupo selecto de agricultores, con lo que surge la necesidad técnico-social de generar un grupo de agricultores especialistas de la propagación de semillas.

La creación de un sistema de reproducción y distribución de semillas ligaría el desarrollo de la investigación agrícola del maíz con el de los agricultores. Los resultados de Wellhausen interesaron a algunos agricultores que habían

reproducido anteriormente las variedades de la OCE. Este fue el caso del ingeniero Ricardo Acosta, quien reprodujo comercialmente la semilla de la VE Celaya (Martínez, 1984: 107) y fue una de las personas más importantes para la constitución de la primera empresa productora de semillas de maíz.

En 1946, Wellhausen sugirió al agrónomo-productor Ricardo Acosta la idea de fundar una empresa reproductora y distribuidora de semillas. Acosta lleva adelante la idea y crea la primera empresa mexicana productora y distribuidora de semillas híbridas. Sin embargo, ésta fue rápidamente cooptada por el gobierno federal mexicano. Fueron el político-agrónomo Norberto Aguirre y el abogado Gabriel Ramos (Aguirre, 1984: 50) quienes, apropiándose el proyecto de reproducción y comercialización de semillas, transformaron la empresa de maíz de Acosta en la empresa estatal “Comisión del Maíz” (CM). Evidentemente, Ricardo Acosta fue contratado como alto funcionario. En 1953, la CM fue transformada en Comisión Nacional del Maíz.

La CM no era una institución aislada de los debates entre la OEE y la OCE, pues formaba parte de las posiciones del proyecto hibridista. La creación del actor productor de semillas era necesario para la estrategia de la OEE, en tanto que para la OCE un tal *productor de semillas* no era indispensable. De conformidad con esta información no hay ningún misterio sobre la estrecha colaboración entre la OEE, y la CM para integrar una “cadena operatoria” de *formación-producción-distribución de híbridos*, como no lo hay sobre el rechazo de la OCE para realizar ensayos uniformados de todas las semillas mejoradas producidas en ambas instituciones, y proporcionar a la CM semillas para su multiplicación y su venta.

En la línea de pensamiento de esta investigación, es muy importante observar las relaciones entre la fabricación de un OT y la construcción de los actores sociales. Es relevante mostrar que la puesta en escena del objeto técnico maíz mejorado corresponde al nacimiento de nuevos grupos sociales organizados en torno a las semillas mejoradas. Desde luego, el primer grupo organizado por el nacimiento del OT maíz mejorado corresponde a los equipos de investigadores. Después aparecería la empresa productora de semillas mejoradas (dirigido por Ricardo Acosta) y la aparición de un grupo de políticos que veían la ocasión de aprovechar un nuevo campo político basado en el progreso de las ciencias agrícolas (dirigido por Norberto Aguirre y Gabriel Ramos). De esta creación de actores sociales, sobresale el surgimiento de la Comisión del Maíz, porque su

entrada en escena no es el nacimiento de una empresa cualquiera, se trata de la formación de un grupo inédito de empresarios en México.

En la época de la formación de la industria de semillas mejoradas en México, el número de personas implicadas era restringido; sin embargo, la construcción de la organización social en torno al maíz mejorado científicamente había sido detonado. La construcción de lo social no está en función de la cantidad de las personas, oficinas o empresas formadas; más allá de los números, lo social es la fundación de nuevas relaciones y de actores sociales.

#### *b) Negociaciones con los agricultores productores de grano*

Las transacciones entre los científicos y los agricultores de grano fueron más complejas que las que se acaban de describir para los cultivadores de semillas.

Según el tipo de distribución, las VE de la OCE se vendían una sola vez a los agricultores, y después ellos las reproducían en la forma ancestral. Las VE se socializaban en el interior de las comunidades y en los mercados regionales sin la verificación o certificación de los científicos. Para la OEE, el año de 1948 en México era el equivalente al de 1933 en EU, en tanto que era la primera ocasión que se ponían a la venta las semillas híbridas producidas por una institución de investigación establecida en el país. Ese año, la CM distribuyó 1 400 toneladas de semillas, estimando que aproximadamente 108 mil hectáreas fueron sembradas con esas semillas. Dicho brevemente, se estimaba que 1.8% de la superficie nacional de maíz fue sembrado con híbridos (PAM, 1950: 27).

En el momento en el que brotan los primeros híbridos aparecieron tres limitaciones a su adaptación. Primeramente, el precio de la semilla representaba un costo anual sorprendentemente alto para los agricultores que no asignaban un valor monetario a su semilla. Además, los híbridos exigían condiciones precisas para poder manifestar las características científico-técnicas incorporadas en su cruzamiento. Y, finalmente, las variaciones del ambiente eran enormes respecto a los espacios restringidos de la adaptación de estas plantas.

La OEE esperaba que los agricultores y los híbridos quedasen incluidos en una fórmula equivalente, como en EU. Pero la historia tomó caminos diferentes, los agricultores rechazaron la interacción con el maíz híbrido y con las instituciones

que les ofrecían. Los agricultores que sembraron los híbridos no siguieron las recomendaciones técnicas de los científicos sobre la manera de cultivar las plantas, como tampoco respetaron la interdicción de no convertir el grano en semilla para ciclos posteriores (cuadro 5).

Para convencer a los agricultores de las ventajas de cultivar los híbridos y de ligarles a la suerte del maíz, los promotores de los híbridos aplicaron la educación no formal. Los científicos se convirtieron en divulgadores realizando películas, revistas, visitas guiadas en los campos de experimentación, emisiones de radio, etc., con el fin de mostrar las ventajas de la utilización de las nuevas semillas (Aguirre, 1984).

**Cuadro 5. Utilización de semillas mejoradas en México entre 1945 y 1961**

año	semilla mejorada (ton)	superficie (000 ha)	sup. sem. mejorada (000 ha)(1)	producción (000 ton)	rendimiento (kg/ha)
1945	n.d	5 369	n.d	3 404	634
1946	n.d	5 178	n.d	3 723	719
1947	n.d	5 505	n.d	3 948	717
1948	1 400	5 853	99	4 454	761
1949	2 000	5 982	133	4 529	757
1950	2 500	6 514	166	4 696	721
1951	2 700	6 384	180	4 935	773
1952	3 000	5 874	200	4 440	756
1953	2 400	6 505	160	4 983	766
1954	3 800	6 813	253	5 818	854
1955	5 382	6 762	358	5 653	836
1956	4 816	6 686	321	5 369	803
1957	2 008	6 440	133	5 377	835
1958	3 282	7 441	218	6 161	828
1959	8 969	7 223	597	6 356	880
1960	4 972	6 103	331	6 073	995
1961	1 454	6 196	97	6 152	993

(1) estimación sobre la dosis recomendada por la Comisión Nacional del Maíz. 15 kg/ha, (CNM, 1954).

Fuente: Cisneros, 1985: 35

Según el cuadro 5, entre 1948 y 1961, la superficie sembrada de semillas mejoradas no aumentó de manera espectacular y estable como en EU, tal como lo deseaban los investigadores, los productores de semillas y los políticos. Solamente en 1955 y 1959 la superficie sembrada con semillas mejoradas alcanzó 5 y 7%, respectivamente, de la superficie total sembrada de maíz.

De 1945 a 1961, el rendimiento de maíz creció 56.6%. Este aumento no fue el efecto del número de hectáreas cultivadas de maíz mejorado; en todo caso, este aumento podía ser atribuible a la utilización de fertilizantes sintéticos, que entre 1940 y 1950 alcanzaba 8 000 toneladas, en tanto que en 1959 esta cifra llegaba a 165 000 toneladas (Reyes *et al.*, 1974: 931-932). Esto es coherente con los datos de un estudio sobre la adopción de innovaciones por los agricultores de las regiones del Bajío (los estados de Jalisco y Michoacán) y la Laguna (los estados de Durango y Coahuila). Según los resultados de este estudio, el orden de adopción de las innovaciones era la siguiente: en primer lugar, los fertilizantes y los pesticidas; enseguida, la maquinaria agrícola; a continuación, las nuevas semillas mejoradas, después, otras materias primas como las construcciones agrícolas menores (almacenes y canales de irrigación, etc.) y, finalmente, los nuevos métodos de trabajo (Reyes *et al.*, 1974).

La construcción de la red maíz mejorado no podía rebasar el marco de las instituciones de investigación y de la empresa estatal productora de semillas. A pesar de los esfuerzos de la OEE y la OCE para ofrecer buenas semillas (Stakman, 1969: 69) y la gran publicidad en favor de las semillas mejoradas, ni las ventas de la CNM aumentaron considerablemente (cuadro 5) ni se logró la consolidación de un mercado regular. Brevemente dicho, los agricultores no estaban dispuestos a dejarse comprometer por la empresa de la hibridación.

### **5.3. Negociaciones entre colegas**

Las controversias que los investigadores vivieron entre 1943 y 1960 fueron increíblemente difíciles. En 1955, Taboada argumentaba a través de un informe de la OCE-IIA que

el maíz para la irrigación representa solamente 5.3% de la superficie total nacional; si su rendimiento aumentaba 50%, la producción nacional aumentaría solamente 5%. Entonces, la mejor alternativa para aumentar la producción nacional sería aumentar el rendimiento por hectárea en las

regiones de agricultura de temporal que representan 94.7% de la superficie total (SAG, 1952).

Las propuestas de la OEE-IIA significaban que al aumentar 19% el rendimiento de las zonas de temporal con el desempeño de las VE, la disponibilidad nacional de maíz podría incrementarse 14%. Con este análisis, Taboada defendía el trabajo a escala nacional de la OCE-IIA diciendo que no se trataba de crear zonas de desarrollo versus zonas que debían importar el grano (Taboada, 1984: 135). En 1959, Taboada decía que “las 10 variedades de maíz obtenidas por la OCE-IIA son descendientes directos de las que utilizaban los aborígenes antes de la conquista (española). Los genetistas de EU habían, solamente mientras tanto, obtenido cuatro. Entre las variedades mexicanas destacan la *costeño*, H-52, *Lleca 399*, *Cáfime*, H-22<sup>61</sup> y *la barca*” (Taboada, 1959: 882-830).

El pensamiento de Taboada contra la red de híbridos y en favor de las variedades estabilizadas se manifestó en 1961 en forma directa cuando escribió:

Una manera de evitar que la producción comercial de semillas mejoradas devenga un medio para explotar a los campesinos, sería que el Estado tome a su cargo la producción de semillas, pero esto sería una carga inútil y pesada para cualquier gobierno. El Estado debe vigilar que la semilla sea de buena calidad. La producción comercial de semillas mejoradas debe ser la base para obtener una ganancia lícita en lugar de ser un pretexto para crear empresas para obtener enormes ganancias explotando a los agricultores y al país.

Para el agricultor americano que siembra maíz, pagar 40 pesos de semilla por hectárea no representa ningún problema económico. Sin embargo, para nuestros agricultores esta cantidad es un gasto que sobrepasa sus posibilidades económicas aun si ellos están convencidos de la buena calidad del maíz híbrido. Por todo esto, nuestro campesino escoge las 125 más bellas mazorcas de la cosecha y utiliza su grano como semilla, como lo hacían sus ancestros. Esto explica por qué, en México, el uso de maíz híbrido no es generalizado. Con las semillas híbridas el problema de proporcionar semillas a los agricultores renace cada año, en tanto que con las variedades estabilizadas cada agricultor puede obtener su semilla y aun proporcionarla a sus vecinos. Las VE no ofrecen enormes ganancias como los híbridos pero para el agricultor

---

61 En stricto sensu los híbridos H-22 y H-52 eran variedades estabilizadas pero, por razones desconocidas, fueron liberadas (véase la nota siguiente) bajo el nombre de híbridos. Esta situación fue mencionada en 1961 por Wellhausen (1961: 435-462).

mexicano y para México las variedades estabilizadas representan el medio más eficaz para explotar los frutos de la genética vegetal aplicada (Taboada, 1961 en INIA,1985: 31-32).

La argumentación de Taboada tocaba un abanico de temas donde las consideraciones técnicas estaban ligadas a problemas económicos, ideológicos y políticos.

Wellhausen, por su parte, centraba sus argumentos sobre el aumento de la productividad por medio de los híbridos. Él decía que, a pesar del inicio tardío del proceso de hibridación en México, la OEE había producido, entre 1943 y 1960, 26 híbridos y 20 variedades sintéticas (INIFAP, 1986; De la Fuente, 1990: 58).

A fines de la década de 1950, las instituciones en controversia eran dos ejércitos bien definidos. La OEE tenía 100 científicos mexicanos y 19 norteamericanos y 15 ó 20 doctores, su investigación se centraba en el maíz y el trigo. En la OCE-IIA había 30 personas, de las cuales 20 eran científicos, contaba con un solo doctor y la investigación se extendía sobre muchos cultivos.

La controversia Wellhausen-Taboada no era una lucha contra el mejoramiento genético en sí. Ambos reconocían que éste y el uso de semillas mejoradas habían tenido un efecto sobre el desempeño de la agricultura, aunque no podían precisar este efecto positivo. Según los datos gubernamentales de la producción agrícola mexicana, entre 1941 y 1961, el aumento del rendimiento del maíz alcanzaba 70% (cuadros 5 y 7), pero era imposible determinar si la causa de tal aumento podía atribuirse al uso de semillas mejoradas o a la generalización de la fertilización o a la irrigación. Sin embargo, en 1960, nadie podía negar la afirmación de la OEE según la cual “la producción de maíz ha alcanzado seis millones de toneladas, gracias en parte, al uso generalizado de variedades mejoradas y de semillas híbridas, así como a la utilización creciente de fertilizantes” (OEE, 1960).

## **6. CONSOLIDACIÓN DE LAS ALIANZAS**

La movilización de los aliados tenía por objetivo que los investigadores pudieran representar de manera incontestable a los actores implicados en los proyectos de mejoramiento. Tal movilización es la serie de actos que los investigadores ponen en juego para reducir el número de actores a su expresión mínima con el fin de poder manipularlos, y hablar y actuar en su nombre.

Para lograr el mejoramiento de maíz, los investigadores negociaron la formación de híbridos y de variedades estabilizadas con un puñado de mazorcas. Se colectaron miles de semillas, pero solamente algunas plantas fueron seleccionadas para ser manipuladas genéticamente. El proceso de colecta y de selección de muestras permitió movilizar el maíz en la forma fenotípica y de acceder a la movilización de su estructura genética (la forma genotípica).

La primera movilización científica del maíz en México fue la del equipo de Taboada y Limón, quienes colectaron muestras de maíz de las mejores plantas de variedades autóctonas del centro del país. Enseguida, Efraín Hernández y Wellhausen (Wellhausen *et al.*, 1951) recolectaron las muestras de todo el país de manera más sistemática que Taboada-Limón. Desde luego, en ambos casos, el maíz colectado se convirtió en un actor domesticable, pero fue la movilización de sus leyes genéticas lo que permitió a los investigadores convertirse en sus representantes: Wellhausen representaría al maíz híbrido y a sus cultivadores de semilla y grano, y Taboada, a las variedades estabilizadas y a los agricultores de maíz.

Los investigadores no podían movilizar los miles de productores dispersos sobre el territorio nacional. Entonces, concentraron sus trabajos en la región central del país donde la producción de maíz y el número de agricultores eran los más importantes. Pero la masa de agricultores del centro del país era aún muy grande para ser movilizados. Por ello, fue necesario hacer un nuevo esfuerzo de reducción hasta tener como interlocutores a ciertos productores individuales.

Para Wellhausen, los agricultores seleccionados serían aquellos que tenían la posibilidad de controlar los procesos del cultivo de las semillas híbridas y que poseían superficies susceptibles de ser mecanizadas y de controlar la humedad; económicamente disponían de capital de riesgo. El caso típico de agricultores que buscaba Wellhausen era el de Ricardo Acosta.

Para Taboada, los investigadores no deberían demandar la movilización de los agricultores. Por el contrario, deberían ser ellos quienes debían entrar en las redes de distribución ancestral de semillas. En todo caso, aprovechando los resultados de la explotación de variedades, Taboada intentaría representar a los agricultores tradicionales.

A pesar de los éxitos de los investigadores sobre la representatividad del maíz y de los agricultores, la competencia entre los dos grupos de productores limitaba la legitimidad de su pretendida representación.

Evidentemente, la hipótesis consistente en transportar los supuestos de la hibridación de la agricultura norteamericana como solución a los problemas agrícolas de México fue parcialmente lograda. Los investigadores de la OEE formaron híbridos de una sola autofecundación, en tanto que los de EU tenían varias. Sin embargo, si un grupo importante de agricultores rechazó el uso de híbridos, un sector de productores capitalistas siguió las instrucciones científico-técnico para convertirse en productores de semillas híbridas.

En una posición equidistante de la de los investigadores de la OEE, los científicos de la OEE-IIA lograron parcialmente sus hipótesis. Después de las importantes introducciones de variedades estabilizadas en la región del Bajío, las nuevas semillas no ofrecían los mismos resultados satisfactorios que las primeras. Las investigaciones posteriores al encuentro y difusión de la variedad Celaya se complicaron, y el rendimiento no podía ser aumentado fácilmente.

Socialmente, los investigadores se convirtieron en voceros del maíz mejorado y de los agricultores de este grano. Wellhausen y Taboada se transformaron en personalidades que representaban equipos de investigación, maíces, productores de semillas y de grano, agricultores con o sin dinero, población deseosa de continuar comiendo maíz, y políticos que juzgaban necesario aumentar la producción de grano.

Al final de la década de 1930, el maíz, los agricultores y los científicos tenían identidades difusas; pero después de dos décadas, Wellhausen y Taboada pudieron hacer móviles a esos actores para acordarles y fijarles una nueva identidad. A cada desplazamiento, los investigadores construían eslabones y asociaciones que tenían como punto central su propia identidad. En el momento de la definición de hipótesis, se señaló la constitución de una red de problemas y de actores; ahora puede señalarse la formación de una red de actores que pone en el centro a un objeto técnico: el maíz mejorado genéticamente.

Paradójicamente a la libertad en la que los actores se encontraban al inicio del programa de mejoramiento, la nueva situación de los actores responde a un

consenso donde los márgenes de maniobra son restringidos. Las identidades de los actores han sido construidas, concesionadas y aceptadas. La hipótesis que indicaban nociones sobre la identidad de los actores, sus relaciones y sus objetivos, han dado lugar a una red de relaciones restringentes. Este es el carácter de poder que ha encontrado John Law en el tejido de redes sociotécnicas (Law, 1997).

## **7. FIN DE LAS NEGOCIACIONES O CÓMO LOS POLÍTICOS PARTICIPAN EN EL MEJORAMIENTO DE MAÍZ**

En 1938, los investigadores fueron *puestos en escena* por un conjunto complejo de relaciones de poder, pero durante más de 20 años de investigaciones ganaron un espacio social preponderante. El aumento del rendimiento de maíz fue el argumento más importante que ellos utilizaron para continuar participando en la recreación de la naturaleza y de la sociedad ligadas al maíz. Según ellos, entre 1942 (año de la liberación de las primeras semillas mejoradas<sup>62</sup>) y 1960, el rendimiento de maíz aumentó 56%, esto significa que una parte importante de este aumento podría atribuirse a la formación y uso de semillas mejoradas.

A pesar de la debilidad científica de la argumentación de los investigadores y los promotores de las semillas mejoradas sobre el peso específico del mejoramiento en el aumento del rendimiento del maíz, los políticos aceptaron la argumentación, y con ello éstos justificaron la pertinencia de su acción política y la rentabilidad política de invertir en la ciencias y técnicas agrícolas. Los políticos apoyaron el programa de mejoramiento genético de manera diferente. Entre 1941 y 1946, el apoyo fue concesionado sin restricción.<sup>63</sup> Entre 1946 y 1958, la competencia no inquietaba a los políticos; pero después de 1958, ellos supervisaban minuciosamente las controversias entre los equipos de científicos.

---

62 La liberación de una nueva variedad o híbrido es el momento en el que los científicos acuerdan la validez de la planta, entonces su semilla puede ser dada a los divulgadores y a los reproductores para su cultivo comercial (Gámez et al., 1993: 4).

63 Entre 1940 y 1960, el número de campos de experimentación de la OCE-IIA pasó de 10 a 30 (INIA 1975). En 1946, el gobierno decidió transformar la OCE en Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) y aumentó el presupuesto de la Institución para ampliar los temas de investigación (Arellano H., 1991).

Los investigadores conservaron sin problemas sus espacios de negociación hasta 1958. Durante 20 años, el contexto estaba alejado del contenido y los investigadores podían movilizar a los actores a partir de sus centros de hibridación. Sin embargo, después de 1958, una paradoja surgió entre el alto grado de representatividad de los investigadores y el débil grado de consenso de las controversias. Cuando Wellhausen se convirtió en el representante de los híbridos y agricultores especializados y Taboada representaba las variedades estabilizadas y los agricultores tradicionales, la controversia escapaba del medio político-científico y se desplaza hacia el político, lo que requería de una negociación generalizada y de una intervención estatal.

En 1958, la situación de las dos instituciones era la siguiente: la OCE-IIA contaba con 30 investigadores, de los cuales 50% tenía puestos administrativos en la ciudad de México. El resto del personal trabajaba en los campos de experimentación. El número de campos había aumentado porque los gobiernos estatales solicitaban la creación de, al menos, un campo en su territorio. Administrativamente, la OCE-IIA dependía del ministerio de agricultura, lo que le sobrecargaba de solicitudes burocráticas que desviaban al Instituto de su proyecto de mejoramiento de cultivos agroalimentarios (SARH, 1985).

La OEE, por su lado, tenía 19 investigadores norteamericanos y 100 mexicanos, de los cuales una parte había obtenido el grado de doctor gracias al programa de becas de la FR. El número de campos experimentales se elevaba a tres. La OEE no dependía de las solicitudes burocráticas del gobierno y su independencia científica estaba garantizada por el marco del acuerdo del Programa Agrícola Mexicano; además, la investigación se concentraba en el mejoramiento de maíz y de trigo (Wellhausen, 1984).

En ese mismo año, un nuevo gobierno federal apareció. Los políticos tomaron la iniciativa de negociar, con los científicos, sus proyectos de mejoramiento. Taboada y Wellhausen fueron convocados por el ministro de agricultura para exponer sus puntos de vista. Según el ministro Julián Rodríguez Adame, en esta ocasión Taboada argumentó que “las variedades estabilizadas evitan a los productores la compra anual de semillas híbridas”. Según Rodríguez, Taboada “reconocía el aporte representado por el uso de híbridos y de fertilizantes al

incremento de la producción pero cuestionaba la posibilidad de generalizar la explotación de híbridos porque los pequeños agricultores tenían necesidad de semillas producidas por ellos mismos” (Rodríguez, 1984: 14-15).

En la misma ocasión, Rodríguez Adame (1984) dijo que Wellhausen habló de los progresos sorprendentes que estaba logrando con los nuevos híbridos de maíz; además, preguntó a Wellhausen, en calidad de presidente de la FR en México, si, en el caso de integrar un solo instituto de investigación, los científicos de la OEE podrían ser consejeros de los investigadores mexicanos. La respuesta de Wellhausen fue afirmativa (Rodríguez, 1984: 17).

En esta época, Rodríguez divulgaba una idea amenazante para los científicos: “el país no puede darse el lujo de multiplicar esfuerzos e instituciones de investigación, falta entonces, integrar esos esfuerzos” (Rodríguez, 1984). Además, buscaba una negociación entre los científicos sobre la coordinación de la investigación nacional del maíz, pero ésta no llegaba; como Rodríguez no podía perder tiempo, en 1959 tomó la iniciativa de reunir a los dos esquemas controversiales e integrar uno solo, pero conservando el apoyo de la FR.

A fines de 1960, el gobierno toma la representatividad de los actores y se convirtió no solamente en el representante del maíz mejorado y de los agricultores, sino que también de los científicos. Teniendo en sus manos el poder legítimo, el ministro Rodríguez Adame impone una adecuación operacional para todos los actores: la creación de un nuevo instituto de investigación. Abandonando su papel de contexto, los políticos dirigidos por el Ministro intervienen en el nivel del contenido de la investigación mediante la creación del Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), quien remplazaría a la Oficina de Estudios Especiales y a la Oficina de Campos Experimentales.

Según algunos investigadores y especialistas de la historia de la investigación agrícola, la formación del INIA fue una fusión de la OEE y la OCE-IIA (Ángeles, 1968: 418; De la Fuente *et al.*, 1985). Pero esta metáfora metalúrgica no es suficiente para explicar el proceso que los científicos vivieron en la época de la formación del INIA. En la fusión, los componentes de inicio son borrados, y el resultado es un producto nuevo; sin embargo, el INIA nació de la eliminación del grupo de investigadores de la OEE-IIA y la imposición del equipo de la OEE.

En efecto, en el momento de la formación del INIA, los investigadores de la OCE-IIA fueron prácticamente expulsados de la producción técnica. El ingeniero Taboada fue separado de toda participación en el nuevo Instituto y el ingeniero Eduardo Limón, a pesar de su importante participación en la detección de los principales materiales genéticos explotados por la OCE-IIA y la propia OEE, sufrió la misma suerte de Taboada. Los otros investigadores fueron eliminados de los puestos de dirección (Ortega, 1993: c.p.). Simultáneamente, los investigadores norteamericanos de la FR tomaban los puestos de *consejeros técnicos* del INIA y los investigadores mexicanos de la ex OEE ocupaban los puestos de jefes de programas (RF, 1963: 11). En realidad, los *jefes de programa* ocupaban una posición de subordinación respecto a los *consejeros técnicos*.

Las reglas del juego científico en el INIA se fijaron por la competencia basada en la formación en investigación y en los diplomas. Esas reglas del juego daban el sustento de la jerarquización de tres grupos de investigadores: los norteamericanos de la FR dirigían la ruta de investigación; los mexicanos, venidos de la OEE, dirigían y operaban la investigación; y los mexicanos de la OCE-IIA realizaban las tareas menos importantes.

En la formación del INIA, el equipo de Taboada fue eliminado y el de Wellhausen, escindido en dos: los investigadores mexicanos y los norteamericanos. No se trata de una escisión étnica, pero ella creaba las condiciones para alimentar las controversias sobre la distribución del poder científico-técnico en el seno del INIA. En esta etapa, Wellhausen venció a Taboada. Aunque la historia del mejoramiento daría las ocasiones para reagrupar otras controversias.

Luego que Rodríguez logró la formación del INIA, su intervención no se limitó a modificar la investigación agrícola, sino que aprovechó la ocasión para intentar integrar una versión mexicana del modelo *Land-grant system*, relacionando los sistemas de investigación, producción de semillas, enseñanza y divulgación bajo el control central en un organismo gubernamental y una legislación únicos. Este es el tema que se abordará en las líneas siguientes.

## **8. CONCLUSIÓN. LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE MAÍZ MEJORADO GENÉTICAMENTE**

La centralización de elementos y de experiencias que el gobierno procuraba en 1960 y 1961 muestra la perfecta simbiosis entre los científicos que inventan

sistemas y los políticos que les aceptan y les reorganizan. En 1961, el gobierno centraliza las partes que habían sido construidas durante 20 años. De este movimiento aparece la formación de una red que, como diría Thomas Hughes (1983: 21), ligaría todos los elementos en una visión central única más o menos coherente. Sin embargo, en ciencia y técnica, las estabilizaciones de los sistemas son débiles y provisionales.

Cada posición en juego por la búsqueda de la representatividad del maíz correspondía a una noción de red diferente. La noción de red subyacente a la posición de Taboada comprendía un nivel poco complejo en la producción y distribución de semillas y un nivel de gran complejidad en su reproducción y su adopción.

Wellhausen, inspirado en las nociones del Land-grant system, reclamaba la creación de una red de investigación-producción-reproducción-divulgación de semillas mejoradas, separando los tres primeros elementos de los productores de grano y creando un puente con ellos por medio de la divulgación. Además, proponía una separación de funciones y asignaba a los actores para cumplirlas. El éxito de esta red dependía de la verificación erudita de la separación de las tareas por una cohesión fundada sobre el control de la producción anual de semillas híbridas. La producción de semillas debería ser confiada a los productores profesionales y tener, en sus procesos, autonomía respecto al gobierno.

Después de 20 años de controversias, negociaciones y adecuaciones, una red que ligaba hombres, instituciones y plantas mejoradas tenía necesidad de un reconocimiento formal en los espacios de la sociedad mexicana. La microfísica de la adecuación de las leyes del maíz, operada por algunos investigadores, fue la clave que permitió la creación —entre 1938 y 1960— de una impresionante estructura institucional fundada sobre el maíz mejorado. Entre las instituciones que integraron esta red sobresale la Empresa Productora de Semillas, el Colegio de Postgraduados, El Sistema Nacional de Extensión Agrícola, el Comité Nacional de Certificación de Semilla y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Como lo deseaba Rodríguez, todas esas instituciones dependían del ministerio de la agricultura y estaban encuadradas por la ley de producción y distribución de semillas.

Es importante insistir que esta red no habría existido si estos minúsculos grupos de científicos no hubiesen tenido éxito en sus tratos con la naturaleza del maíz para formar los híbridos y las variedades estabilizadas en el programa de mejoramiento.

A partir de la experiencia del programa de mejoramiento, se profundizó el conocimiento de la identidad del maíz y de los agricultores. La colecta de maíz manifestó que el gran número de razas y la puesta en marcha de la divulgación mostró la gran heterogeneidad de los agricultores (Stakman, 1969: 215-216). Sin embargo, este conocimiento era insuficiente para modificar las acciones productivas del maíz y de los agricultores.

La red de maíz mejorado no se realizó porque los agricultores no fueron ligados estrechamente al consumo de semillas mejoradas. Stakman ofrece algunas razones que explican el éxito parcial en la construcción de la red. El punto de vista es privilegiado, por la posición que tuvo como presidente de la Fundación Rockefeller en México en las décadas de 1940 y 1950, posteriormente como presidente de la FR en los Estados Unidos. Stakman explicó la participación de los agricultores de la siguiente forma:

Los agricultores mexicanos tienen diferentes actitudes frente a los cambios. En un extremo, hay una clase reducida de agricultores relativamente opulentos, la mayor parte instruidos, quienes han viajado y leído bastante, bien informados de lo que pasa en el mundo (...) frecuentemente, ellos ofrecen sus tierras y las materias primas a fin de realizar experimentos (...) Sus fincas son generalmente grandes, mecanizadas, sus tierras son fértiles y la mayor parte irrigadas.

En el otro extremo, se tiene a la gran mayoría de campesinos: pobres, ignorantes y desconfiados hacia los extranjeros. Sus fincas son generalmente pequeñas, con tierras infértiles y agotadas después de siglos durante los cuales ellas han sido mal trabajadas; los métodos de cultivo son primitivos y tradicionales (...) Puesto que sus recursos son limitados, ellos no pueden permitirse hacer experimentos con los nuevos métodos o técnicas porque en caso de fracaso su sobrevivencia estaría comprometida.

Entre esos dos extremos, se encuentra una clase de agricultores intermediarios en número, en nivel educativo, en recursos agrícolas y en actitud hacia el cambio. (...) En las naciones más avanzadas, este grupo intermediario es el más extenso y es el que realiza la mayor parte de la producción agrícola. En los Estados Unidos, los agricultores constituyen 8% del conjunto de la población y los agricultores que corresponderían al grupo más bajo de México han desaparecido prácticamente (Stakman, 1969: 215-216).

En 1959, el binomio maíz-agricultores contaba tres arreglos. El binomio *maíz-agricultores de híbridos* fue, respecto al de EU, una decepción. Según los

científicos, la superficie máxima sembrada con híbridos entre 1945 y 1961 fue en 1959 y alcanzó solamente 8.2% de la superficie de maíz. La mayor parte de los agricultores rechazaba el uso de híbridos negándose a aumentar la parte alícuota de la producción solicitada por los hibridistas y sus aliados. Pero el núcleo de agricultores que poseían terrenos de irrigación, maquinaria agrícola y buenas tierras se convirtió en el eje de una agricultura especializada en el cultivo de híbridos. Del *binomio maíz-agricultores de variedades estabilizadas*, es decir, el grupo de los agricultores tradicionales que habían comprado las VE, no podía decirse gran cosa de él, pues los datos no proporcionaban las cantidades de semillas utilizadas. El binomio *maíz-agricultores tradicionales* no había sido tocado por los proyectos de los mejoradores. Este último binomio representaba la capa más extensa.

En relación con la estabilidad del programa de mejoramiento, los híbridos tienen un aspecto de irreversibilidad. Esta característica significa que una vez que los híbridos son establecidos como red socio-técnica, los actores pueden cuestionar su acción concerniente a su eficacia técnica, pero no su propia existencia. Luego que los híbridos de maíz irrumpieron en el escenario de la agricultura mexicana para convertirse en verdaderos objetos técnicos, los actores sociales pueden discutir, como diría Habermas (1983: 149), sobre la naturaleza de la técnica contemporánea, sus términos técnicos, pero no sobre sus implicaciones prácticas (en el sentido de praxis). Desde luego, tanto el maíz híbrido y las variedades estabilizadas como los investigadores mejoradores devendrían en actores de la red maíz mejorado y serían indispensables para los discursos, las problemáticas y las acciones para lograr el aumento de la producción de maíz.

**CAPÍTULO III**  
**LOS DEBATES ENTRE LA GENÉTICA Y LA PRODUCTIVIDAD DE LOS**  
**SISTEMAS AGRÍCOLAS: LAS OFERTAS DE MAÍZ MANIPULADO**  
**CIENTÍFICAMENTE**

---

En el capítulo II, hemos cernido los términos del modelo explicativo que se aplicó a la escenificación de la red de maíz mejorado. En el presente capítulo se aplicará este modelo a otros sujetos. Primero, se verá cómo ha cambiado el sujeto de la investigación sobre el maíz y la manera en la cual la fabricación de un OT se realiza o se anula en función de los intereses de los científicos y de las instituciones. También se mostrarán las condiciones del nacimiento de una disciplina, su desarrollo y su aparición como campo concurrencial de la genética vegetal.

Entre 1938 y 1961, la investigación concentró sus esfuerzos en el mejoramiento del maíz de la Mesa Central y del Bajío. En este periodo, se observará la actividad científica aplicada a la Mesa Central (MC), región donde la acción científica para la agricultura es la más dinámica y avanzada de México.<sup>64</sup>

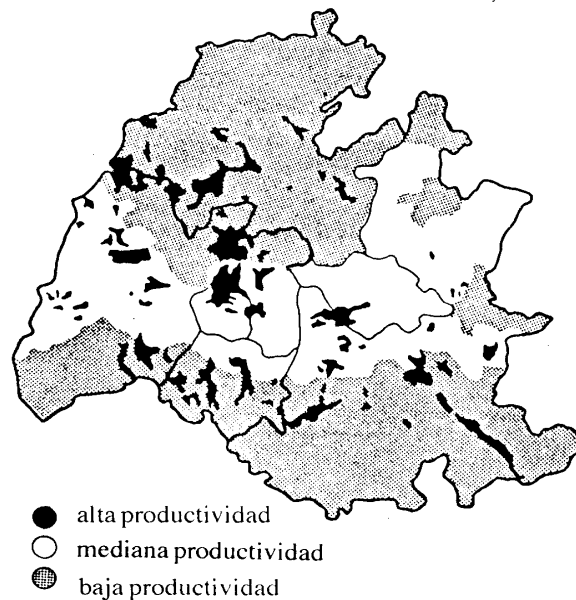
---

64 Entre 1961 y 1976 se ubicaron en la MC la Escuela Nacional de Agricultura (desde 1975, Universidad Autónoma de Chapingo); al menos ocho escuelas superiores de agricultura; el Colegio de Postgraduados, que es la primera institución formadora de doctores en Agricultura en América Latina; el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT); y las sedes de las principales instituciones ligadas a la agricultura, como el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y el Servicio Nacional de Extensión Agrícola, se encuentran en la Mesa Central en Chapingo. En Toluca se ubicó el Centro de Investigación Santa Elena, que operaba gracias a un acuerdo entre la FR y el gobierno del Estado de México.

La MC es una parte del país delimitada por los investigadores agrícolas y principalmente por Wellhausen (1951: 37). Comprende los estados de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Morelos y el Distrito Federal (Arellano-V., 1984: 19) (figura 13). La MC es una noción espacial basada en una clasificación climático-geográfica de la OEE (Laird, 1994: c.p.r). La delimitación de la MC fue un paso en la organización de los centros de hibridación de la OEE y tenía la intención de especificar el espacio de producción de datos y de OT precisos.

En este capítulo se interpretará el papel de los actores y de las investigaciones hechas entre 1961 y 1985. Se verán las pretensiones de los genetistas para volverse representantes del maíz de temporal y de los agricultores de áreas no irrigadas de la MC. Se verá también la formación y consolidación de la disciplina de la **Productividad de sistemas agrícolas** que disputara a los genetistas su representatividad.

**Figura 13**  
**La Mesa Central y la Potencialidad de sus Tierras**



Fuente: Arellano V, 1984: 21

El plan de esta segunda parte será el siguiente: primero, se expondrá el debate que tuvo lugar para cambiar el enfoque del programa de maíz mejorado de la década de 1950 y para tratar de mejorar genéticamente el maíz y las condiciones productivas de los agricultores de las zonas de agricultura pluvial (AP). Enseguida, se abordarán las tentativas de formación de la red de maíz en las zonas de agricultura pluvial. Finalmente, se analizará el nacimiento de la disciplina de la **Productividad de sistemas agrícolas** y la lucha por la representatividad del maíz manipulado científicamente.<sup>65</sup>

**Cuadro 6. Repertorio del maíz mejorado en la Mesa Central de México obtenido entre 1944 y 1960**

Año	Variación	Tipo de planta	Cond. de cultivo	(1) Altura adaptación	Rend. kg/ha
1944	ROCAMEX V-7	Sintética	R, HR	2 200-2 600	4 115
1946	V-10 (V-105)	Sintética	P, R	2 400-2 600	6 828
1946	V-107 (V-7)	Sintética	R	2 400-2 600	90t/ha
1947	ROCAMEX V-21	Sintética	P	2 400-2 600	3 851
1947	ROCAMEX VS-101	Sintética	P	2 200-2 600	3 089
1950	ROCAMEX H-1	cr. triple	R	2 200-2 600	6 113
1950	ROCAMEX H-2	cr. doble	R	2 200-2 600	5 677
1950	ROCAMEX H-5	cr. doble	R	1 900-2 100	6 558
1950	ROCAMEX H-123	cr. doble	P	2 200-2 600	3 748
1950	ROCAMEX H-102	cr. doble	P	2 200-2 600	3 706
1953	H-24	cr. doble	P	1 900-2 400	2 904
1956	ROCAMEX H-124	cr. doble	R, HR	2 200-2 600	7 618
1956	ROCAMEX V-105	Sintética	R	2 400-2 600	6 828
1957	H-125	cr. doble	R	2 000-2 400	6 305
1957	H-126	cr. doble	R	1 900-2 100	5 913
1957	H-127	cr. doble	R	2 000-2 400	6 216
1957	H125 A	cr. doble	R	1 900-2 300	7 000
1961	H-28	cr. doble	P	2 000-2 600	4 906

(1) en metros sobre el nivel del mar (msnm); R= irrigación; P= agricultura pluvial; HR= Humedad Residual; cr.= cruza; sintética= Variación sintética.

Fuente: Arellano V., 1984)

65 El término maíz manipulado científicamente hace alusión a todas las intervenciones genéticas sobre el maíz, incluyendo aquéllas sobre la estructura genética de la planta.

Antes de abordar el tema propiamente dicho, se mencionarán algunos hechos que marcaron el principio del periodo de investigación estudiado, prestando atención en la producción y disponibilidad del maíz mejorado, en la situación productiva de la Mesa Central y de los investigadores, así como de los institutos de investigación.

En 1961, la OEE había liberado para la Mesa Central seis variedades sintéticas y 12 híbridos (cuadro 6). Aunque algunas de ellas no fueron ampliamente difundidas, su existencia y utilización justificaban la presencia de todo el aparato institucional edificado gracias al mejoramiento genético. La OCE-IIA no liberó plantas adaptadas a la MC. En esta época, los agricultores de la MC sembraban 14% de la superficie nacional de maíz y obtenían 10% de la producción total. Eso significa que su rendimiento era inferior (25%) a la media nacional (cuadro 7).

**Cuadro 7. Superficie, producción y rendimiento de maíz en México y en la Mesa Central (1961)**

Nivel	Superficie		Producción		Rendimiento	
	(000 ha)	(%)	tons	(%)	Kg/ha	(%)
Nacional	6 196	100.00	6 152 000	100.00	993	100.00
Mesa central	879	14.18	657 000	10.67	747	75.22

Fuentes: Palacios, 1964 y Arellano V., 1984.

El INIA fue construido de tal manera que los investigadores mexicanos provenientes de la OEE, ocuparon los puestos operacionales (jefes de departamento) y los norteamericanos, los puestos de dirección (consejeros técnicos). El departamento más importante era el del maíz, en donde el ingeniero Gilberto Palacios de la Rosa era el jefe; el M. Sc. Hermilo Ángeles, su asistente, y el Dr. Elmer C. Johnson, el *consejero técnico* (Foundation Rockefeller, 1963: 11).

La línea de trabajo de las variedades estabilizadas fue interrumpida, pero las fuentes genéticas quedaron a disposición de los investigadores norteamericanos. De hecho, las primeras fuentes de germoplasma fueron dadas a los norteamericanos de la OEE en los años cuarenta, y como se puede observar en el *pedigrí* de los materiales liberados por la OEE, una parte importante de las fuentes genéticas de sus híbridos fueron las *variedades Celaya, Bolita y Michoacán* (Ortega, 1993: c.p.).

Entre 1961 y 1963, los investigadores mexicanos quedaron bajo la dirección de los *consejeros técnicos*. Mientras tanto, la FR creó el Programa Interamericano de Mejoramiento del Maíz.<sup>66</sup> En 1963, por consejo del gobierno mexicano, la FR, el gobierno de México y otros asociados crearon el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT)<sup>67</sup> (Breth, 1986).

## **1. RECONSIDERACIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DEL MAÍZ Y DEL PAPEL DE LOS AGRICULTORES DE LAS ZONAS DE AGRICULTURA PLUVIAL<sup>68</sup>**

Como en el caso del capítulo I, el punto de partida de este análisis no tiene fecha precisa. Sin embargo, se puede decir que en los años sesenta y setenta se vivió una lucha sociotécnica intensa por el desarrollo de semillas para la agricultura pluvial (AP).

Cuando la desaparición de la OCE-IIA tuvo lugar, las discusiones concernientes al mejoramiento del maíz se organizaron alrededor de las siguientes cuestiones:

- a) Antes de 1961, el programa de mejoramiento se concentraba en las áreas agrícolas de irrigación y de buena precipitación pluvial; sólo un tercio de la cantidad total de materiales *liberados* por la OEE se destinó a la AP (INIFAP, 1986).
- b) Las áreas de AP representaban, según diversos diagnósticos, entre 94 y 81% de las áreas cultivadas de maíz (SAG, 1952 y Palacios, 1985: 13).

---

66 Con la experiencia inicial del PAM, la FR continúa la experiencia de los programas agrícolas colombianos y chilenos (Salazar, 1959: 2). La FR concentra sus esfuerzos en la internacionalización del mejoramiento del maíz, organizando en 1954 el Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Maíz (PCCMM) con el acuerdo de los ministerios de la agricultura de Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras y El Salvador. De hecho, el PCCMM fue el antecedente directo del Programa Interamericano de Mejoramiento de Maíz (PIMM).

67 La FR ha utilizado a México como laboratorio para sus trabajos de base sobre el mejoramiento del maíz a nivel mundial, simultáneamente ha colaborado con el CP en el Plan Puebla en el mejoramiento del maíz de sequía (Ángeles, 1968: 414-419).

68 Utilizamos el término pluvial como sinónimo de sequía, puesto que para las condiciones de la Mesa Central, los dos términos tienen un significado semejante.

c) La comunidad científica no había desarrollado verdaderas plantas para la agricultura pluvial. No existía relación entre los agricultores y los materiales liberados por los científicos.

d) En relación con otras zonas agrícolas, los agricultores de las zonas no irrigadas obtenían rendimientos extraordinariamente bajos. Según Hermilo Ángeles, los rendimientos de maíz en condiciones pluviales eran tres veces menores que los obtenidos en condiciones de irrigación (cuadro 8) (Ángeles, 1968: 393).

**Cuadro 8. Superficie cultivada, producción y rendimiento de maíz en México en 1965 en relación con 1940**

Condición de producción		Superficie (000 ha)	Producción (000 t)	Rendimiento (Kg/ha)
Irigada		800	2 380	2 975
Humedad residual		700	980	1 400
A.P.	buena	2 200	3 480	1 582
A.P.	regular	1 650	1 310	794
A.P.	mala	2 400	720	300
Total 1965		7 750	8 870	1 145
Total 1940		3 341	1 640	491

A.P. = Agricultura pluvial

Fuente: Ángeles, 1968: 393

e) La formación de maíz mejorado para las zonas no irrigadas podía seguir varias vías: a) Wellhausen proponía una metodología de largo alcance que, partiendo de una nueva recolección de maíz de áreas de AP, proseguiría la formación de variedades sintéticas de alta diversidad genética. A partir de éstas podrían derivarse líneas autofecundadas para continuar la metodología general de la hibridación. Finalmente, esto concluiría con la formación de híbridos para las zonas de agricultura pluvial; b) Palacios de la Rosa, ex discípulo de Wellhausen, proponía la explotación de una línea sobreviviente a una severa sequía como fuente de germoplasma para la formación de híbridos comerciales; c) el equipo integrado por los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Abel Muñoz Orozco y Aquiles Carballo Carballo, proponía la vía de la hibridación con ciertas variantes del método de Wellhausen.

f) Los políticos mexicanos deseaban elevar los rendimientos de la producción de maíz. Consideraban que la inversión político-económica podría acrecentar sus rendimientos políticos.

Con base en estas cuestiones, se verá la formación de nuevos conocimientos y de productos genéticos, así como también la integración de un grupo de investigadores que pretenderán tener la representatividad del maíz y de los agricultores de agricultura pluvial. Se verán las dos tentativas que hubo entre 1961 y 1985. La primera, que corresponde a la década de 1960, caracterizada por la influencia directa de los científicos de la FR. La segunda, que corresponde a la década de 1970, con la acción de un grupo de científicos mexicanos independiente de las influencias directas de los hibridistas. Welhausen y Palacios de la Rosa participan en la primera tentativa; el grupo de Orozco-Carballo, en la segunda.

## **2. PRIMERA TENTATIVA DE FORMACIÓN DE LA RED DE MAÍZ MEJORADO DE AGRICULTURA PLUVIAL**

### **2.1. Formulación de hipótesis en torno al mejoramiento del maíz de Agricultura pluvial**

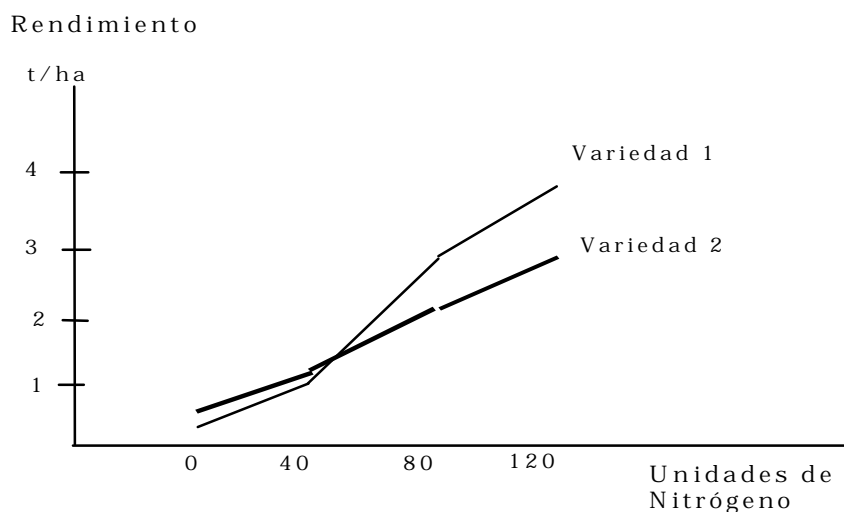
La hipótesis de Wellhausen fue publicada en un artículo en 1961. En este documento reconoce que “se dispone de variedades híbridas para las principales áreas productivas de maíz en México. Sin embargo, queda mucho por hacer, especialmente para las zonas de cultivo marginales donde el maíz es cultivado en condiciones temporales” (Wellhausen, 1961: 416-417).

Los genetistas tienen una gran responsabilidad en la solución del problema temporal de la lluvia. A veces, el problema no es la cantidad total de lluvia sino su distribución anual. Necesitamos entonces variedades resistentes a periodos más o menos largos de sequía durante su desarrollo. Desgraciadamente, la Oficina así como el Instituto han ignorado este problema (Wellhausen, 1961: 449).

Según Wellhausen, cuando las condiciones de cultivo no son buenas, las variedades autóctonas pueden tener un rendimiento que rebasa el doble de las variedades mejoradas (Wellhausen, 1961). Además, ilustra este fenómeno con los resultados de experimentación de la OEE en la figura 14, y plantea el problema de las condiciones de producción de la agricultura pluvial,

proponiendo una solución: iniciar un nuevo proyecto de mejoramiento genético basado en la formación de híbridos resistentes a la sequía. La solución de la hipótesis tiene la experiencia ejemplar de la formación del híbrido llamado *Celita*.

**Figura 14. Rendimiento de dos variedades en relación con dosis diferentes de nitrógeno**



Fuente: Wellhausen, 1961

Al principio del PAM, Wellhausen trataba de desplazar el modelo de la hibridación norteamericana a México. Pero en 1961, intentaría un desplazamiento que consistía en reproducir el caso de una experiencia casuística a la escala nacional.

En 1950, el equipo de la OEE había logrado poner en punto el híbrido H-220 llamado también *Celita*. Este híbrido era la mezcla de las líneas provenientes de las variedades *Celaya* y *Bolita*, ambas mejoradas por la OCE-IIA. La primera línea fue incorporada debido a sus buenos rendimientos, y la segunda porque tenía una extraordinaria resistencia a la sequía. El *Celita* fue recomendado para ser cultivado en las condiciones de agricultura pluvial del Bajío y sería el modelo general confiado por Wellhausen para resolver el problema del cultivo de temporal del maíz.

Wellhausen trataba de desarrollar híbridos aprovechando, como él mismo decía, “la alta correlación existente entre el nivel de producción de una variedad de polinización libre y el nivel de rendimiento que puede ser alcanzado por los híbridos que se obtienen” (Wellhausen, 1961: 451). En este

sentido, Wellhausen toma como pista la explotación de las líneas provenientes de la raza Bolita que produce al menos 20 ó 30 granos por planta en condiciones de extrema sequía, mientras que con buena humedad son capaces de producir más de 400 gramos por planta, lo que significaba garantizar una producción mínima de tres toneladas por hectárea.

Para estos momentos, Wellhausen ya no recomendaba la vía de formación de híbridos de temporal como los H-26, H-27 y H-28 en los que el germoplasma de estas líneas había sido sobreexplotado y la heterosis (la sinergia producida por la cruce de las líneas de orígenes diferentes) no repercutía en el aumento del rendimiento.

Por otro lado, frente a la hipótesis de la formación de híbridos para la agricultura pluvial, Palacios de la Rosa tenía una solución basada en el encuentro fortuito del fenómeno que permitía, a ciertas líneas, retomar su proceso de desarrollo después de un periodo de sequía. Para él, la solución estaba en la explotación de plantas capaces de resistir la sequía.

Durante el verano de 1957, Palacios de la Rosa trabajaba en la parte rutinaria de la formación de mestizos para seleccionar líneas de alta capacidad combinatoria, se trataba de sembrar las mejores líneas para lograr cruces y seleccionar las líneas que responderían bien a la hibridación. Pero una sequía prolongada causó la muerte de varias líneas; Palacios de la Rosa exigió a sus ayudantes, como lo cuenta más tarde, “la aplicación de un riego, observando que una línea de la variedad Mich-21 (era la Mich-21 *comp.* 100) pudo recuperarse de la sequía y fue incluso capaz de continuar su ciclo biológico” (Palacios, 1985: 28). Palacios nombraría a este fenómeno *latencia*, y a la línea *Mich-21 comp. 100*, línea latente.

A partir de este momento, Palacios se inclinó hacia la conversión de este hecho natural en un hecho científico, una herramienta técnica y un instrumento político. La utilidad personal de Palacios de la Rosa en el campo del mejoramiento dependía del logro de estas conversiones.

La racionalidad científica es el instrumento humano que traduce los paradigmas teóricos con los fenómenos concretos, sin que exista una preeminencia de unos en relación con otros. Cuando el encuentro de un

fenómeno precede las problemáticas teóricas, la racionalidad se dirige a la explicación erudita y a la explotación técnica de este hecho. En el caso del fenómeno de latencia, Palacios pretendía edificar un proyecto de hibridación para la agricultura pluvial basada en la explotación del efecto de latencia de la línea *Mich-21 comp. 100*.

Wellhausen y Palacios coincidían en perseguir la formación de híbridos, pero la diferencia entre ellos residía en que Palacios no cuestionaba la recolección de nuevas fuentes de germoplasma, sino que planteó el problema de la domesticación de la línea latente, y Wellhausen, el del dominio de la heterosis y de la recolección de nuevas variedades autóctonas.

## **2.2. Los actores confrontados a la sequía**

Cuando un programa de investigación consiste en la modificación de un programa ya existente, los científicos no cuestionan la legítima identidad de los actores, pero sí plantean el problema de su adaptación a las nuevas condiciones. Así, Wellhausen y Palacios no cuestionaron la estrategia de la hibridación como la única estrategia posible para avanzar en el incremento de los rendimientos en el cultivo de temporal del maíz, solamente discutían acerca de las vías utilizadas para volverla más eficaz. Las cuestiones formuladas por los científicos Wellhausen y Palacios implicaban de manera diferente al maíz, a los agricultores, al clima y suelo, a la población mexicana y a los colegas.

*Wellhausen empuña los actores de la manera siguiente:*

a) El maíz mejorado es problemático porque, según él, “esta planta ha sido mejorada en su resistencia contra las plagas y las enfermedades pero el mejoramiento del rendimiento ha sido desalentador” (Wellhausen, 1961: 451). El maíz autóctono es una fuente preciosa de germoplasma que será útil para seleccionar variedades estables de amplia base genética y para futuras manipulaciones basadas en la explotación del principio de heterosis.

b) En 1950, los agricultores de la región del Bajío cultivaron por primera vez el híbrido Celita. En este año, la sequía destruyó una parte importante de la cosecha; empero, los cultivadores del Celita obtuvieron una pequeña cosecha. Por este hecho, en 1951, la Comisión Nacional del Maíz recibió muchos pedidos del Celita. Según Wellhausen, "los agricultores consideran que con el

híbrido Celita pueden tener una cosecha mínima en los años de sequía y un rendimiento de cerca de cuatro ton/ha cuando la lluvia es normal" (Wellhausen, 1961: 457).

c) El clima y los suelos son factores influyentes en la producción del maíz. El clima influye por la cantidad y la distribución estacional de la lluvia (Wellhausen, 1961: 448). Los suelos de la MC son pobres, sobre todo aquellos que no tienen irrigación. Estos problemas se resumen en uno solo, pues la precipitación pluvial es crucial porque la humedad disponible en los suelos afecta la fisiología de las plantas y las condiciones de absorción de los fertilizantes.

d) Los pronósticos de la tasa de crecimiento de la población indicaban que entre 1960 y 1990 ésta se duplicaría. Era entonces necesario pensar en doblar, al menos, la producción agrícola nacional, incluyendo la del maíz (Wellhausen, 1961: 448).

e) Los colegas de los antiguos OEE y IIA no habían puesto suficiente atención al problema del maíz de las zonas de AP.

Wellhausen repartió los papeles a los actores que convocó de una manera única. Así, existe una correlación entre el nivel de producción de una variedad autóctona y el nivel de rendimiento de los híbridos (Wellhausen, 1961: 451). Igualmente, seleccionando variedades con el criterio de estabilidad del ambiente, es posible formar híbridos capaces de resistir o escapar a las limitaciones climáticas y edáficas de los terrenos de AP. Entonces, si los agricultores deseaban lograr una cosecha de maíz a pesar de las condiciones severas de sequía y de infertilidad de los suelos, si la población demandaba cantidades crecientes de grano y si los colegas se interesaban en estimular la producción de materiales genéticos para las zonas de agricultura pluvial, todos los actores deberían aceptar comenzar un vasto programa de mejoramiento del maíz de sequía.

*Palacios de la Rosa empuña los actores de otra manera:*

a) El maíz representa un problema mientras no haya híbridos resistentes a la sequía. En las zonas secas, los rendimientos son 50 y 29% inferiores a aquellos en condiciones de irrigación y de humedad residual (Palacios, 1985: 15) (cuadro 9) y no suscitan el interés de los agricultores para empeñarse en su actividad de producción. A partir de este hecho, Palacios se interroga sobre los límites de la

capacidad de latencia de la línea Mich-21 comp. 100. Por ejemplo, ¿cuánto tiempo puede soportar una planta la sequía? ¿En qué periodo de su ciclo puede soportar la ausencia de agua? ¿Cuál es el mecanismo fisiológico que permite la manifestación del fenómeno de latencia?

Cuadro 9. Superficies cultivadas con maíz en diferentes condiciones en 1959

<i>Tipo de cultivo</i>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Rend. (kg/ha)</b>
Irigada	602 441	967 167	1 605.41
Humedad residual	586 518	633 965	1 080.90
Temporal	5 130 059	3 962 122	771.13
<b>Total</b>	<b>6 327 018</b>	<b>5 562 254</b>	<b>879.13</b>

Fuente: Palacios, 1985: 13, con datos de la *Dirección General de Economía Agrícola, S.A.G.*

b) Los agricultores de maíz representaban 42% de la población económicamente activa en 1961 (Palacios, 1985: 13). No sembraban más de 20% de la superficie total de maíz con semillas mejoradas. Según Palacios, los agricultores que estaban convencidos de las ventajas de los híbridos no disponían de semillas en el momento preciso de la fecha de siembra (Palacios, 1985: 15).

c) El clima es problemático, pues 81% de los suelos donde el maíz es producido son de agricultura pluvial (Palacios, 1985: 28).

d) La población mexicana y los consumidores de maíz. La población mexicana tenía una tasa de crecimiento anual de 2.18%, una de las más elevadas en el mundo (en 1950 la población era de 25.8 millones de personas, en 1961 rebasaba los 56 millones). Los consumidores de maíz necesitaban 72% de la producción total de maíz (cuadro 10). Por otra parte, el régimen alimenticio de la población mexicana no cambiaría, lo que significaba que el consumo humano de maíz sería cada vez más elevado.

Palacios argumenta que la línea Mich-21 comp. 100 tiene un gene que le permite soportar ausencias de humedad (Ángeles, 1994: c.p.r.) en las cuales las plantas continúan su reproducción. Así, si este gene puede incorporarse a las cruza se podrían formar híbridos resistentes a las sequías. Si los agricultores de AP se interesan por acrecentar su producción, los híbridos de sequía podrían ser bien recibidos. Si el desempeño del maíz aumenta, la población podría disponer de cantidades suficientes de maíz para alimentarse. Finalmente, si los colegas están de acuerdo con estimular este campo de estudio y en incorporar

la línea latente a los híbridos, deben aceptar abordar la manera de manipular esta línea.

**Cuadro 10. Formas de consumo de maíz en 1961**

<b>Formas de consumo</b>	<b>Toneladas</b>	<b>(%)</b>
Consumo humano	4 026 065.76	72.0
Consumo animal directo	531 217.01	9.5
Consumo animal (pastas)	503 258.22	9.0
Consumo industrial	419 381.85	7.5
Semillas comerciales	111 835.16	2.0
Totales	5 591 758.00	100.0

Fuente: Palacios, 1985: 3

La formulación de hipótesis, la identificación y definición de los actores y las formas de relaciones para afrontar la sequía son diferentes para cada investigador. Para Palacios, los investigadores deben estudiar el fenómeno latencia; mientras que para Wellhausen éstos deben explotar los principios de la heterosis para seleccionar variedades capaces de resistir las sequías con el fin de formar híbridos bien adaptados a la agricultura pluvial.

### **2.3. La instrumentación de la manipulación de los actores según los intereses nacionales e internacionales de los investigadores sobre el maíz**

Cada proyecto de investigación constituye un esquema de relaciones donde los investigadores tratan de dar e imponer la identidad y la manera de comportarse de los actores. Las definiciones de las identidades son fijadas por los científicos con gran cuidado y no coinciden con la de otros equipos de investigación. Éstas son únicas y están en competencia permanente entre los equipos que las portan.

La existencia del OT maíz híbrido de AP es un proceso de realización o de desrealización en función de las pruebas de fuerza a las cuales es sometido por los intereses de los actores. Según las hipótesis enunciadas por los científicos, éstos pueden someterse a la realización del proyecto original o

rehusar el papel que les ha sido asignado cambiando sus intereses y objetivos.

Entre 1961 y 1963, la ambigüedad institucional del INIA impuso a los investigadores un ambiente de alta competencia entre los equipos para definir sus espacios de negociación y sus centros de hibridación. En los años que siguieron a la creación del INIA, los investigadores no podían alcanzar sus centros de hibridación, pues sus espacios de negociación eran inciertos.

La estructura del INIA limitaba la operación de los grupos de investigación. Los científicos americanos no limitaban sus actividades a la de *consejeros técnicos*. Por el contrario, dirigían la investigación de la misma manera que lo hacían en la OEE (Ángeles, 1994: c.p.r). De hecho, el estilo de trabajo caracterizado por la flexibilidad administrativa y la toma de decisiones no burocratizadas limitaba la acción de los científicos de la FR en el INIA. Sin embargo, la estructura del INIA impedía a los científicos mexicanos tomar en sus manos el control formal y real de la investigación, pero tenían la responsabilidad práctica sobre sus hombros. A pesar del apoyo de los políticos a la investigación, la ambigüedad de las instancias decisionales del INIA no permitía la movilización de la naturaleza y de los diferentes actores según las hipótesis formuladas por los equipos.<sup>69</sup>

Con la creación del CIMMYT en 1963, el grupo mexicano y el norteamericano obtuvieron en un solo movimiento sus espacios de negociación y sus centros de hibridación. En adelante, la distribución de los temas de investigación sería para el grupo norteamericano el mejoramiento internacional del maíz (y el trigo) y para el grupo mexicano, el mejoramiento nacional del grano.

### ***2.3.1. Creación del Centro Internacional de Hibridación del Maíz (el CIMMYT)***

La estrategia de internacionalizar el mejoramiento del maíz no dependió solamente de las dificultades que afrontó la FR entre 1961 y 1963 en el seno del INIA. Esta estrategia es más bien el resultado de los intereses llevados por la propia FR, las empresas de semillas y sus científicos. En efecto, los trabajos de

---

<sup>69</sup> Entre 1961 y 1963, el INIA liberó tres híbridos para las zonas de sequía, el H-26, el H-27 y el H-28 (Según el INIA, estos híbridos fueron liberados en 1965 (Arellano V., 1984). En todo caso, estos híbridos corresponden a los objetivos y a la metodología de la antigua OEE.

mejoramiento que la FR comenzó en territorio mexicano en la década de 1940 rápidamente se extendieron a América Central. En 1958, la FR creó la red de mejoramiento en esta área; en 1961, esta red se transformó en el programa interamericano de mejoramiento del maíz y, en 1963 se creó la institución de la que derivó el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

En 1963, la FR y sus nuevos *aliados* (*the Ford Foundation, the Kellogg's Foundation, etc.*) consideraron que las condiciones climático-geográficas de México son ideales para fundar un centro internacional de investigación sobre el maíz. El nacimiento y consolidación del CIMMYT impuso a Wellhausen el abandono de los trabajos de resistencia a las sequías sugeridos con anterioridad.

Hasta este momento, Wellhausen no impuso la identidad de los actores evocados en su hipótesis. Ningún dispositivo real de interés fue establecido a partir del proyecto de mejoramiento de maíz de sequía. Las negociaciones con los actores nunca tuvieron lugar. La posición de Wellhausen muestra cómo una línea de investigación es abandonada temporalmente por su grupo. Posteriormente, retomará el mejoramiento del maíz de sequía. Entre tanto, el eje de la formación de semillas mejoradas de sequía sería desplazado y concentrado en el INIA.

### ***2.3.2. Creación de un Centro de Hibridación de Maíz de Sequía en el INIA***

En la formación del INIA, el secretario Rodríguez Adame consideró el interés de los investigadores mexicanos por dirigir la investigación nacional. Según él, los nuevos investigadores mexicanos que regresaban de EU con sus postgrados deberían ser los responsables del manejo de la investigación en el país, y presionaban para ocupar los puestos de dirección del INIA (Ángeles, 1994: c.p.r. Rodríguez, 1984: 15).

El efecto inmediato de la creación del INIA fue la autorización legítima de los investigadores para continuar el mejoramiento del maíz, incluyendo el de sequía. Así, la fabricación de un centro de hibridación tomaría la forma de laboratorios y de dispositivos para manipular el *maíz latente* con el fin de formar híbridos resistentes a las sequías.

El dispositivo de intervención de la línea Mich-21 comp. 100 se inspiró en el fenómeno de latencia, observado por Palacios en 1957. El dispositivo consistió en *castigar* con sequía a la línea latente en diversas etapas de su desarrollo y en diversos periodos. Este dispositivo disocia la línea latente del agua abundante asociándolo artificialmente a la sequía. Por supuesto, los castigos perderían eficacia si la línea latente falleciera a causa de la sequía; se trataba, entonces, de encontrar la cantidad mínima y el periodo máximo que la línea puede soportar la ausencia de agua.

Entre 1961 y 1963, el laboratorio de Palacios fue el lugar heurístico de interposición de los investigadores entre la línea latente y otros actores para tratar de resolver el problema de ausencia de semillas de maíz de sequía. Se trataba de encontrar plantas capaces de disminuir su ritmo fisiológico durante periodos de sequía y de retomarlo cuando el agua estuviera presente. En este caso, un laboratorio es el dispositivo que permite mezclar las leyes de latencia con los objetivos de los investigadores para formar plantas, instituciones y relaciones sociales integrados a una red de maíz de sequía.

#### **2.4. Intervención sobre los actores**

En los años que siguieron al descubrimiento de la línea latente fue creado un grupo de investigadores especialistas, y un abanico de negociaciones inició entre ellos. Así, desde que fue observada la resistencia a las sequías de la línea latente en 1957 (Palacios, 1964), diversos estudios fueron hechos para comprender la resistencia a la sequía de esta línea, así como otras de la fuente *Michoacán 21* y para definir las condiciones experimentales bajo las cuales hay que investigar sobre la resistencia a la sequía. Hubo estudios sobre la tolerancia al marchitamiento permanente (Martínez, 1963; Muñoz, 1972; Muñoz *et al.*, 1974); sobre la tolerancia al calor (Muñoz y Ángeles, 1970), sobre la tolerancia a la presión osmótica (Muñoz, 1975b), y sobre la resistencia a la deshidratación (Rivera, 1963); sobre la morfología de la planta (Larqué, 1971); sobre los estomas en relación con el rendimiento (González, 1972) y respecto a la transpiración (Muñoz, 1964); sobre la relación agua-planta en la sequía (Long, 1974; Stevenson *et al.*, 1975; Muñoz, 1975a). También hubo estudios acerca de las condiciones geográficas para *castigar* la línea latente, como aquéllas sobre la determinación de las localidades con sequía invernal (Muñoz, 1972; Muñoz *et al.*, 1974); sobre el comportamiento de la línea latente en las zonas semiáridas de México (Castro, 1975; Muñoz y Ángeles, 1969); sobre los cambios de fechas de

siembra para escapar a los periodos críticos de sequía (Vega, 1968); sobre el comportamiento en un invernadero (Muñoz, 1972) y en laboratorio (Muñoz y Ángeles, 1970), y de diferentes modalidades de aplicación de riego/sequía (Muñoz, 1968).

En todos estos estudios, los laboratorios produjeron datos sobre un vasto abanico de temas. La línea latente fue reproducida, enviada a otros lugares y constantemente estresada artificialmente. La historia de esta línea muestra la historia del equipo de investigación. En este sentido, la intervención sobre la línea latente se alejó cada vez más de la formación de híbridos para las zonas no irrigadas y se dirigió gradualmente a una red de investigación interesada en la comprensión de los procesos de resistencia vegetal a la sequía. Progresivamente, la línea latente se volvió un sujeto de carácter teórico. Se dejaron a un lado las tentativas de combinarla con otras líneas para formar híbridos.

El ejemplo de la línea latente es característico de la ausencia de fronteras definitivas entre la investigación de base y la aplicada. Esto quedó de manifiesto cuando los investigadores condujeron a la línea latente hacia caminos de producción de datos sobre aspectos no utilizables en la producción agrícola.

La idea según la cual la línea latente podía ser parte de las líneas de híbridos no tuvo éxito. Las investigaciones fueron desplazadas del campo de la producción de los OT agrícolas al de la comprensión científica de la naturaleza vegetal de la resistencia a la sequía. De todos estos trabajos, los agricultores no explotaron las características de la línea latente. La única red integrada sobre esta línea fue la de un grupo de investigadores muy activos entre 1963 y 1976. La utilidad de la línea latente, como fuente de germoplasma para formar híbridos, sólo tocó la forma metafórica. En cambio, esta línea no formó parte de los circuitos de producción de maíz híbrido para las zonas no irrigadas. Sin embargo, su explotación no fue agotada en la investigación de base. Fue explotada en política. En el contexto de la lucha para dejar la investigación del INIA en manos de los científicos mexicanos, Palacios de la Rosa explotó políticamente la línea latente siguiendo los pasos de un silogismo. En primer lugar, reconoce que el efecto latencia de la línea *Mich-21 comp. 100* es un hecho demostrado; en segundo, acepta que el híbrido H-28 es resistente a la sequía y que la línea

Mich-21 es parte de su genealogía;<sup>70</sup> en tercer lugar, pretende que el H-28 tenga en su estructura genética una información que causa una resistencia a la sequía por medio del efecto latencia<sup>71</sup> (Palacios, 1964). Por último, reconoce que la línea latente tiene una característica útil, descubierta y explotada por el científico mexicano Palacios de la Rosa.

Entre 1961 y 1963 (época en la que Palacios es el jefe del Departamento de Maíz y Sorgo del INIA), Palacios logra *representar* un puñado de plantas que estuvieron a punto de morir de inanición en el campo de experimentación *El Horno*, en Chapingo en 1957. Estas plantas sobrevivientes a la sequía no fueron encontradas siguiendo un acto deliberado de racionalidad científica de una investigación. Al contrario, su encuentro fue un acto fortuito y no previsto por algún paradigma de mejoramiento genético.

Las intervenciones de Wellhausen para enfrentar la sequía tomaron otro giro. Él consideró que la línea Mich-21 de la que derivó la línea latente era poco resistente a la sequía, pero muy productiva. La noticia del descubrimiento de la línea latente no fue validada por los investigadores de la OEE. El reporte anual de la FR de 1963 anunció que: “para las zonas altas los nuevos híbridos H-26, H-27 Y H-28 han sido liberados y algunos de ellos portan una considerable resistencia a la sequía y al frío” (*The Rockefeller Foundation*, 1963: 20). Nunca el *efecto latencia* fue evocado en el reporte de la OEE.

## **2.5. La emigración de los investigadores y el cese de las controversias científico-técnicas sobre el maíz mejorado de sequía**

En 1963, el programa de mejoramiento del maíz para condiciones de sequía se detuvo repentinamente, por la migración de sus investigadores, Palacios de la Rosa fue nombrado director de la Escuela Nacional de Agricultura, y casi simultáneamente Wellhausen fue director del CIMMYT. En lo concerniente a las migraciones, las hay temporales y permanentes, Palacios

---

70 El H-28 es un híbrido de cruzada doble formado por la cruzada de cuatro líneas provenientes de colecciones de Mich-21 y Méx. 39. La genealogía del H-28 es la siguiente: (Mich-21-26 x [Méx. 39 comp.1 x Mich. 21-20] 29-2) (Mich. 21 comp.1-27-2 x Mich. 21 comp. 1-7-3) (INIFAP, 1986).

71 Según las descripciones de las variedades y de híbridos liberados por las instituciones de investigación en México (INIFAP 1986), la línea Mich-21 comp. 100 no forma parte del pedigrí de ningún híbrido liberado.

no retomaría el mejoramiento, mientras que Wellhausen reconsideraría el tema del maíz de sequía algún tiempo después.

Entre 1961 y 1963, ni Wellhausen ni Palacios de la Rosa tuvieron ocasión de representar legítimamente el maíz de sequía, no hubo más controversia sobre las vías de mejoramiento entre los dos investigadores. Esta situación muestra que en el tiempo la innovación tecnológica no es una cadena continua interrumpida de hechos, las controversias pueden interrumpirse para ser retomadas posteriormente en circunstancias diferentes.

### **3. INTERLUDIO EN LAS POLÍTICAS DE MEJORAMIENTO**

Entre los años 1963 y 1967, el INIA concentra su actividad en poner a punto los híbridos que estaban en experimentación en los años cuarenta en la OEE.

La formación de híbridos entre 1961 y 1967 confirmó la tesis de Wellhausen según la cual las fuentes genéticas de los híbridos para zonas irrigadas estaban agotadas. Partiendo de seis híbridos liberados (Arellano V., 1984: 25) (cuadro 11), el rendimiento de los híbridos para la irrigación aumentó 18% (de 5 913 a 6 995 t/ha) mientras que aquellos, para la AP, aumentaron 51% (de 2 904 a 4 406 t/ha). Estos datos alimentaban las discusiones sobre la orientación climática-social del mejoramiento genético de la investigación, como se verá enseguida.

Algunos estudios sobre la producción de semillas mejoradas, como los de De la Fuente, consideran que la formación de los híbridos para zonas irrigadas fue el producto de la herencia del *estilo técnico* de la OEE sobre el INIA (De la Fuente *et al.*, 1990) Sin embargo, esta metáfora genética de la herencia no es suficiente para explicar la dilatación del estilo técnico de la OEE. En todo caso habría que explicar cómo fue aceptada la metáfora por los actores.

**Cuadro 11. Variedades e híbridos liberados por el INIA para la Mesa Central entre 1961 y 1973**

Año	Variedad o híbrido	Tipo de planta	Condi- ción	Altura. (msnm)	Rend kg/ha
1961	H-125	c. doble	R	1 900-2 400	6 305
1961	H-126	c. doble	R	1 900-2 100	5 913
1961	H-127	c. doble	R	2 000-2 400	6 216
1961	H-24	c. doble	T	1 900-2 400	2 904
1961	V-10 (V-105)	sintética	P, R	2 400-2 600	6 828
1965	H-129	c. doble	R	1 800-2 400	6 995
1965	H-28	c. doble	P	2 000-2 600	4 406
1965	V-107 (V-7)	sintética	R	2 400-2 600	- - -
1965	V-30	sintética	R	1 900-2 100	6 052
1973	H-131	c. doble	R	2 000-2 400	7 060
1973	H-133	c. doble	R	1 900-2 100	7 560
1973	H-30	c. doble	P	2 000-2 400	4 736
1973	H-32	c. doble	P	2 000-2 400	3 554

c. doble= cruza doble; P= pluvial, R= Irrigación, msnm.= metros sobre el nivel del mar

Fuente: Arellano V., 1984

En la lógica de las controversias y negociaciones, se considera que en la dinámica social se encuentran los elementos para explicar la persecución de tal o cual trayectoria técnica. En el caso que nos ocupa, la imposición de una trayectoria provino de la imposición del jefe del Departamento de Maíz y Sorgo del INIA. En efecto, la imposición de continuar la producción de híbridos para la irrigación provino del sucesor de Palacios de la Rosa, Hermilo Ángeles, quien en 1968 explicó la continuidad del *estilo técnico* de la OEE de la manera siguiente:

El programa actual del INIA es el resultado de la fusión de los materiales y de los programas de dos antiguos organismos consagrados al mejoramiento del maíz, y por consiguiente, recibió en herencia un gran número de preciosos materiales vegetales avanzados en su mejoramiento, y particularmente materiales en los cuales se habían invertido cantidades considerables de tiempo y dinero. Tomando en cuenta la inversión hecha precedentemente en estos materiales, el INIA decidió acabarlos y aprovecharlos (Ángeles, 1968: 423).

La iniciativa de continuar la formación de híbridos para la irrigación fue argumentada en términos de una racionalidad administrativa de no

desperdiciar materiales preciosos que podrían hacer ganar prestigio al INIA y a Hermilo Ángeles, mostrando sus habilidades de hacerse útiles y productivos.

Durante este interludio, las esperanzas de establecer una red parecida a la del modelo *Land-grant system* tomaban cuerpo en la decisión gubernamental nombrada *Plan Chapingo*. Esta iniciativa no tendría más efectos que juntar en un solo espacio físico la Escuela Nacional de Agricultura, el Colegio de Postgraduados, las sedes nacionales del INIA y la Dirección Nacional de Divulgación. A pesar de estos esfuerzos, el maíz de AP no integraría una red.

#### **4. SEGUNDA TENTATIVA DE FORMACIÓN DE LA RED DE MAÍZ MEJORADO PARA LA AP**

A finales de los años sesenta, tres equipos desearon desarrollar la tecnología de maíz resistente a la sequía. El primero, representado por Wellhausen, que como director del CIMMYT quería colaborar en un vasto programa de mejoramiento del maíz para la AP. El segundo, formado por un equipo de edafólogos del Colegio de Postgraduados (CP) dirigidos por Reggie Laird que intentaba crearse un espacio en la investigación agrícola. Y, finalmente, un equipo de investigadores dirigidos por Abel Muñoz y Aquiles Carballo del INIA que querían formar variedades de polinización libre resistentes a la sequía.

Los dos primeros equipos se empeñaban en aplicar sus hipótesis para mejorar la agricultura del valle de Puebla, y el tercero se interesaba en formar semillas para las zonas secas de la Mesa Central de México. La “distribución de los intereses” era la siguiente: a) el equipo de genetistas del INIA y del CIMMYT coincidían en la formación de híbridos para las zonas no irrigadas; b) la participación conjunta del CIMMYT y del CP en la formulación del Plan Puebla (PP) significaba una alianza entre genetistas y edafólogos para mejorar las técnicas del maíz de sequía.

La segunda tentativa de formación de híbridos de sequía consiste en mostrar, en un periodo que se extiende entre 1967 y 1980, la relativización sufrida por la genética en su papel de disciplina dirigente de la investigación agrícola y, simultáneamente, la constitución de un escenario definido por la competencia entre la genética y la edafología.

#### **4.1. Definición de los actores y de las acciones de mejoramiento para volver eficaz la producción agrícola pluvial**

Vale la pena aclarar que las relaciones entre los dos equipos no son de franca competencia o controversiales. Por esta razón, la exposición de los progresos y de las traducciones científicos-técnicas están en dos equipos, el de Wellhausen-Laird del CIMMYT-CP y el de Orozco-Carballo del INIA.

El equipo CIMMYT-CP apoyó y estableció el Plan Puebla movilizando subvenciones económicas de la FR<sup>72</sup> y del CP (Laird, 1994: c.p.r.). La participación del CIMMYT en el PP tuvo lugar entre 1967 y 1973. Después, el PP recibiría subvenciones gubernamentales. El periodo que se analiza coincide con la participación del CIMMYT en el PP (entre 1967-1973).

Los investigadores Laird del CP y Wellhausen del CIMMYT elaboraron una problemática social y económica de la agricultura de la MC que justificaba el establecimiento del PP. Según ellos, la penuria de productos alimenticios, la persistencia de bajos salarios y la desnutrición crónica de la mayoría de la población rural amenazaban la estabilidad social (Díaz *et al.*, 1993: iv). En última instancia, decían Laird y Wellhausen, son las minúsculas áreas de las Unidades de producción (UP) las que orientan su producción hacia el autoconsumo y que impiden la producción de excedentes agrícolas capaces de incorporarse en el mercado nacional. Proponían partir del reconocimiento de la importancia de la agricultura *tradicional*<sup>73</sup> para iniciar el proceso de investigación y de aprendizaje de una estrategia operatoria capaz de transformar el vasto sector de la agricultura tradicional (ATr) en una agricultura moderna y viable (Díaz *et al.*, 1993: vi). La hipótesis del equipo del PP consistía en proponer el uso de técnicas modernas en la ATr y

---

72 Entre 1967 y 1973, el financiamiento del programa se basó en subvenciones de la Fundación Rockefeller canalizada por medio del CIMMYT. Desde 1967 hasta ahora, la Secretaría Federal de Agricultura, el gobierno del estado de Puebla y el CP son las instituciones que otorgan la mayor parte de los recursos financieros del Plan Puebla.

73 Para los investigadores del Plan Puebla, la agricultura tradicional es “una actividad agrícola practicada por agricultores de niveles de vida y de ingresos bajos. (...) La agricultura tradicional tiene tres modalidades: 1) la practicada con riego, 2) la practicada bajo condiciones ambientales de temporal favorables a cultivos alimentarios y, 3) la practicada bajo condiciones ambientales desfavorables. (...) En términos técnicos, la agricultura tradicional está basada en la predominancia de prácticas, de materias primas y de herramientas identificadas con una tecnología agrícola autóctona” (Díaz *et al.*, 1993: 26).

particularmente en el cultivo del maíz para resolver la problemática social y económica de la población rural mexicana.

En el origen, el PP<sup>74</sup> era un proyecto de mejoramiento genético de maíz y de afinación de recomendaciones técnicas sobre el uso adecuado de los fertilizantes para las zonas de agricultura pluvial deficiente de la MC. Después de algún tiempo, el PP se convertirá en un ambicioso proyecto experimental de desarrollo rural.<sup>75</sup>

Los actores puestos en escena por los investigadores del CIMMYT-CP son: agricultores, técnicos, colegas, OT y las instituciones responsables de la promoción del desarrollo agrícola.

El núcleo central del programa, que los investigadores del PP llaman *triángulo estratégico* (figura 15), señala los desplazamientos y consentimientos que los actores deben aceptar como alianzas para alcanzar los objetivos de los científicos.

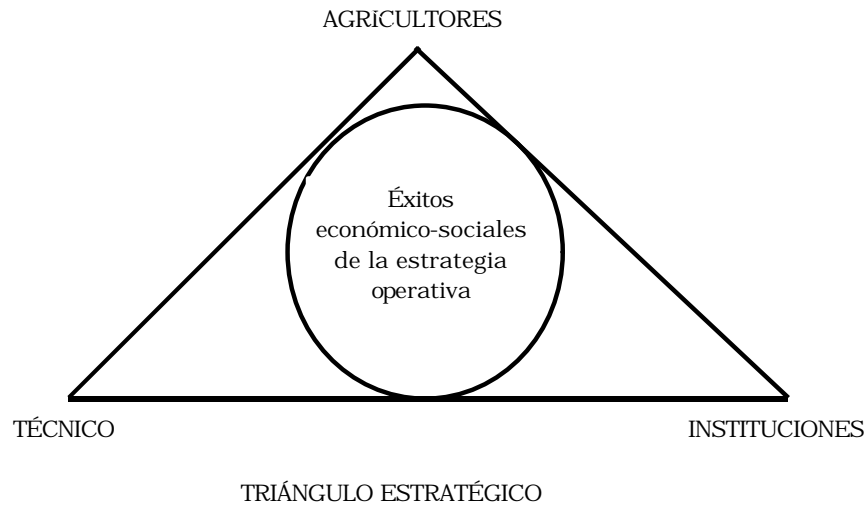
Los investigadores proponen que si hubiera un interés para ensayar una estrategia y volver eficaz el cultivo de maíz de las zonas agrícolas pluviales, si hubiera que diseñar proyectos de formación de agricultores, científicos y funcionarios de las instituciones comprometidas con el desarrollo rural y si hubiera una intención para mejorar las condiciones socioeconómicas de los agricultores, los actores deberían apoyar el proyecto de desarrollo de las técnicas para el maíz del valle de Puebla, sintetizados en el Proyecto Puebla.

---

74 El valle de Puebla comprende cerca de 117 000 hectáreas de tierras laborables con 80 000 hectáreas de maíz.

75 El PP se propone suministrar nueve elementos o factores de cambio para transformar la agricultura tradicional en una agricultura técnica y moderna: "1) variedades de maíz regionales de alto desempeño productivo; 2) recomendaciones sobre las prácticas eficaces de producción basadas en el buen uso de dosis, épocas de aplicación de fertilizantes, así como densidades de población de maíz; 3) información técnica disponible para los agricultores y sus líderes, así como para los representantes de las instituciones gubernamentales de influencia en la región; 4) informes sobre las formas de organización campesina pedidos por las instituciones para tener acceso al crédito y al seguro agrícola; 5) suministrar las materias primas, fertilizantes y otros materiales en lugares de fácil acceso; 6) créditos a buenas tasas de interés; 7) seguros agrícolas para proteger las inversiones de los agricultores que adopten las nuevas técnicas; 8) relaciones de ganancias razonables entre el precio de producción y los costos de producción y, 9) mercados accesibles para los productores" (Díaz et al., 1993: 28).

**Figura 15. El triángulo estratégico del Plan Puebla**



Fuente: Díaz *et al.*, 1993: xi

La identidad de los actores y de su acción fue definida según el supuesto del funcionamiento del triángulo estratégico. Según este esquema, los técnicos tienen la responsabilidad de conducir la investigación agronómica.<sup>76</sup> Las instituciones de apoyo a la producción agrícola estarían encargadas de suministrar el crédito, los fertilizantes y otras materias primas, así como los seguros agrícolas.

El equipo Muñoz-Carballo intentaba volver adecuados los principales progresos de la genética vegetal norteamericana con la idea de avanzar la investigación para las zonas de agricultura pluvial. Estos científicos argumentaban que el agotamiento de los progresos en la formación de los híbridos de irrigación obligaba al INIA a acordar la importancia de la formación de híbridos para la AP.

---

76 La investigación agronómica, entendida como la fitomejoración y la productividad de suelos, debería guiarse "partiendo del conocimiento de la técnica local y de la potencialidad de los recursos naturales disponibles. La investigación debería conducirse sobre los terrenos de los agricultores y con su participación. Los agricultores deberían aprender el contenido de la investigación, la manera de realizarla y de aplicarla en sus condiciones" (Díaz *et al.*, 1993: XII).

En 1970, el equipo Muñoz-Carballo reconstruyó la problemática del maíz de sequía argumentando que: a) en los Valles Altos de la Mesa Central el periodo libre de heladas dura de 90 a 180 días; b) 85% de la superficie de los Valles Altos es cultivada con maíz correspondiente a condiciones de sequía; c) las plantas mejoradas tienen un *efecto genético de especialización* para las condiciones de los campos de experimentación. Por este efecto genético, en las condiciones de los campos de experimentación, los materiales mejorados tienen un mejor desempeño en relación con las variedades autóctonas (figura 16). Pero en las condiciones productivas de los agricultores, la superioridad de los híbridos y de las variedades mejoradas no existe (figura 16); d) el germoplasma colectado y almacenado antes de 1960 (cuadro 12) fue recogido en zonas de ambientes benignos y cerca de carreteras, pero el germoplasma de las zonas de grandes limitaciones sociales y productivas no fue ni recogido ni explotado en los proyectos de mejoramiento genético; e) los proyectos de investigación precedentes no tomaron en cuenta la organización social que es indispensable para la producción y distribución de semillas, así como la ausencia de organización campesina para estas tareas; f) los híbridos no respondían al abanico de condiciones ambientales y productivas; h) en fin, la producción de semillas era insuficiente (Muñoz *et al.*, 1976: 25-129).

**Cuadro 12. Colecciones de muestras de semillas autóctonas de cinco estados de la Mesa Central**

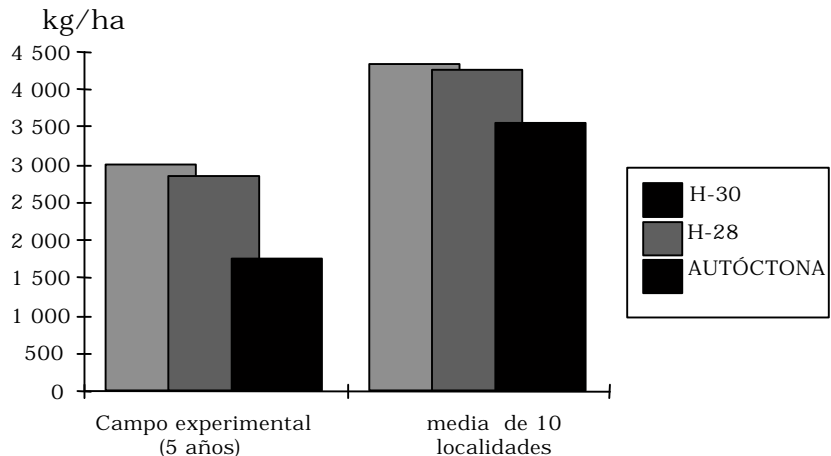
Estado	Colecciones	Estado	Colecciones
Morelos	21	México	216
Tlaxcala	12	Puebla	239
Hidalgo	56	Total	544

Fuente: Muñoz *et al.*, 1976: 127

La hipótesis sobre la posibilidad de hacer híbridos de sequía, partiendo de germoplasma de las zonas de AP, permitió a los investigadores cuestionar la identidad y la acción de los actores. Muñoz y Orozco planteaban cuestiones a los actores para que colaboren en un proyecto de mejoramiento genético de las zonas de AP. Preguntan si el maíz mejorado debía responder a los intereses de los agricultores y no a los de los investigadores experimentando en sus campos experimentales; si el maíz mejorado debía responder a los intereses productivos de amplias áreas de producción y no solamente a las 544 pequeñas localidades

con buenas vías de comunicación donde el maíz fue recolectado en la época de la OEE; si el maíz pretendía responder a amplias variaciones ambientales, a la sequía y a las heladas; si los agricultores querían disponer de semillas bien adaptadas a sus condiciones específicas de producción y en cantidades suficientes; si los colegas científicos tendrían la paciencia y el deseo de producir materiales genéticos para la AP. Y si todas estas respuestas eran afirmativas, entonces todos los actores debían aceptar la formación de híbridos resistentes a la sequía y a las heladas. Esta alianza propuesta por los investigadores sería entonces benéfica para todos los actores implicados.

**Figura 16. Efecto genético de especialización a las condiciones de los campos experimentales**



Fuente: Muñoz, 1976: 125-126

#### **4.2. Los dispositivos para manipular el maíz y los agricultores de las zonas no irrigadas**

Los dispositivos de manipulación no son necesariamente herramientas para escindir las relaciones entre los actores, como lo hemos visto en los casos precedentes. El aspecto más importante del emplazamiento de estos dispositivos corresponde al interés de los investigadores para cambiar la identidad original de los actores, definirlos y reorganizarlos según un esquema de manipulación preestablecido. En el fondo, un proyecto de innovación técnico es un programa de asignación de nuevas identidades y relaciones entre actores.

El primer dispositivo para intervenir científicamente el maíz en el valle de Puebla intentaba traducir los resultados de la acción científica concretizados en los híbridos formados en el INIA con los de la agricultura tradicional, manifestados en la existencia y utilización de variedades autóctonas. Enseguida, se pretendía implementar otro dispositivo que permitiera escindir maíz autóctono y agricultores tradicionales para manipularlos *in situ*. El primer dispositivo consistía en ligar maíz mejorado y agricultores, y el segundo en reorganizar maíz autóctono y agricultores.

Partiendo del hecho de que las semillas mejoradas del INIA no estaban a disposición de los productores, los investigadores intentaban ligar las variedades mejoradas y los híbridos recomendados por el INIA a las condiciones particulares del valle de Puebla.<sup>77</sup> Se trataba de mostrar el desempeño de los materiales genéticos liberados para la región de estudio a los productores para permitirles participar activamente en el proceso de adopción de las técnicas. Inversamente, los investigadores pretendían separar a los agricultores de su maíz local para permitir estudiarlo y manipularlo genéticamente. Este doble dispositivo de intervención científica estableció, de hecho, una competencia entre variedades autóctonas y materiales manipulados científicamente por el INIA. Es interesante notar que este doble dispositivo materializaba las hipótesis sobre la identidad de las plantas obtenidas por los investigadores: ellos suponían que los materiales genéticos liberados antes de 1967 debían ser probados en las condiciones productivas de los agricultores y que el mejoramiento genético debía sustentarse en el germoplasma autóctono.

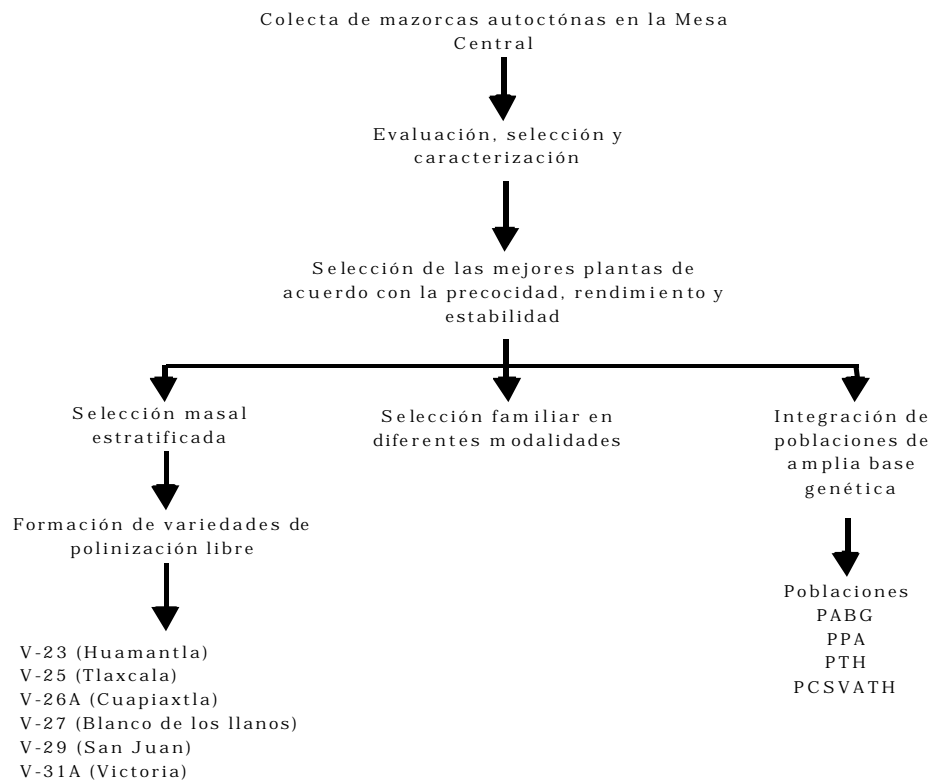
Respecto a los agricultores, los investigadores intentaban su atención sobre las investigaciones genéticas del PP. Una manera original de interesar a los agricultores hacia la investigación consistía en subvencionar los costos de la investigación y los riesgos que implicaba (Laird, 1994: c.p.r). El PP proponía que los agricultores participantes en el proyecto tendrían al menos ingresos similares a los que obtenían de sus actividades tradicionales. En breve, los investigadores se comprometían a asegurar los riesgos de la innovación técnica. El centro de hibridación, instalado por los científicos del CIMMYT-

---

77 La estrategia de los genetistas consistía en sembrar las variedades e híbridos liberados por el INIA desde el primer ciclo agrícola del PP para estudiar su desempeño y hacer cruces entre los materiales disponibles con el fin de formar variedades mejoradas capaces de sobrepasar el rendimiento tanto de las variedades locales como de los híbridos (CIMMYT, 1974).

CP, tenía como núcleo los terrenos de los agricultores. Las variedades autóctonas, los híbridos, los agricultores, los científicos, las instituciones de desarrollo rural, deberán pasar por este centro de hibridación, produciendo datos y nuevos OT.

**Figura 17. Esquema funcional del programa de maíz para sequía**



Fuente: Carballo, 1994: comunicación personal

Mientras tanto, los funcionarios del INIA consideraban al valle de Puebla bajo su responsabilidad técnica, de allí que no veían bien la interposición de los investigadores del CIMMYT-CP, entre los agricultores del valle de Puebla y los investigadores del INIA (Ángeles, 1994: c.p.). En este contexto, Carballo y Muñoz intentaban aprovechar la inquietud de los funcionarios del INIA para tener un espacio de negociación con el fin de estimular un vasto proyecto de mejoramiento genético para afrontar la problemática de la producción del maíz resistente a la sequía. Los dispositivos de interposición de este proyecto fueron los siguientes:

El equipo Muñoz-Carballo reorganizó el mejoramiento genético de la MC mediante: *a)* aumento de la base de germoplasma recolectando variedades autóctonas en las zonas agrícolas no irrigadas media y severa; *b)* ejercer el mejoramiento en los terrenos de los agricultores; *c)* estudiar las relaciones de la precocidad de las diferentes variedades autóctonas con su desempeño productivo y su adaptación a las condiciones no favorables para la agricultura; *d)* estudiar la estabilidad genética de las variedades colectadas probándolas en condiciones ambientales variables; *e)* estudiar las relaciones entre la resistencia a la sequía y la resistencia a las heladas (Muñoz *et al.*, 1976: 128), y *f)* comenzar una *selección masal del tipo estratificado* (figura 8), una *selección en familia* bajo diferentes modalidades y una integración de poblaciones de amplia base genética<sup>78</sup> (figura 17) (Muñoz *et al.*, 1976). Toda esta estrategia debía conducir, en el mediano plazo, a la formación de los híbridos no irrigados.

Para lograr la resistencia del maíz a la sequía, los investigadores propusieron un dispositivo consistente en un laboratorio para detectar las plantas de ciclo corto capaces de tener un alto rendimiento. Dicho de otra manera, los investigadores escogían plantas de fisiología acelerada como estrategia para poder escapar a los periodos más severos de sequía. Socialmente, se trataba de eliminar las relaciones directas entre los agricultores y el futuro maíz resistente a la sequía para restablecerlas por medio de un grupo de agricultores regionales responsables de producir semillas para su comunidad (Carballo, 1994: c.p.).

---

78 El término amplia base genética es una noción empleada por los genétistas para aludir a poblaciones de plantas que tienen una gama amplia de genes, es decir, que no es una población purificada racialmente.

La potencia de los dispositivos de interposición dependía de la capacidad de domesticación acelerada del maíz que estaba, hasta entonces, bajo control de los agricultores de las zonas no irrigadas. Las colectas de semillas pretendían intervenir en la estructura genética del maíz, como antes lo habían intentado la OCE y la OEE. Por otro lado, las experiencias de rendimiento fuera de los campos experimentales pretendían interesar y lograr la cooperación hacia el proyecto de investigación y de sus resultados.

Criticando el *efecto de especialización* de las nuevas plantas generadas en el INIA antes de 1965, las dos tentativas de manipulación pretendían poner en el centro del mejoramiento genético la perspectiva local-autóctona.

Para Wellhausen-Laird, se trataba de interponerse entre dos vías de mejoramiento genético, poniendo en competencia la vía *formación de variedades de polinización libre* por medio del mejoramiento local y la vía “importación” de híbridos de los campos de experimentación a las parcelas de los agricultores del valle de Puebla.

El equipo Muñoz-Carballo, por su parte, buscaba interponerse entre los agricultores de zonas de AP y el maíz de sequía para dominar la fisiología vegetal ligada a la resistencia a la sequía. Enseguida, pretendían poner en juego las leyes del desarrollo de las plantas de maíz y los periodos de sequía para ponerlos en equivalencia. Todo esto en los terrenos de los agricultores de la AP de la Mesa Central.

#### **4.3. Definición de los actores y distribución de las tareas**

El primer dispositivo relacionaba las semillas producidas por el INIA con los agricultores del valle de Puebla y ponía en competencia estas semillas con las que los productores obtuvieron resultados. Después de tres años de experimentación sobre el comportamiento de los materiales liberados por el INIA y las variedades locales en terrenos de los agricultores, los genetistas del PP verificaron que el desempeño de las variedades locales era superior. Las condiciones de los campos de experimentación y de ciertas áreas agrícolas de excelentes condiciones de producción, las semillas del INIA guardaban un alto desempeño, pero era nulo en las condiciones de sequía del valle de Puebla.

De este hecho, los investigadores iniciaron el segundo dispositivo consistente en mejorar el germoplasma local. Obteniendo semillas locales de los

agricultores, en 1970, los investigadores recolectaron 249 variedades locales de alto desempeño del valle de Puebla para ser probadas cuidadosamente durante los ciclos siguientes (Cervantes y Mejía, 1979). Hay que recalcar que los agricultores colaboraron activamente dando sus fuentes de germoplasma y prestando sus terrenos para la experimentación científica.

Del conjunto de variedades colectadas (108 colecciones de las muestras de variedades de ciclo largo y 141 de ciclo corto), las del ciclo corto tuvieron un desempeño superior a los materiales del INIA, pues las semillas tardías son sembradas cuando la temporada de las lluvias se retrasa. En estas condiciones, las semillas locales no tienen rivales. Los científicos concluyeron que: “el nivel superior (el techo) de rendimiento de las variedades locales fue alcanzado, pero no rebasado por las semillas mejoradas, con excepción del híbrido experimental H-110E, los híbridos comerciales H-28 y H-129 tuvieron rendimientos inferiores a los de las variedades locales” (Cervantes y Mejía, 1979: 9).

Aprovechando el dispositivo de interesamiento, los investigadores del CIMMYT-CP descalifican la validez de los materiales del INIA y no recomendaban su explotación. Los investigadores llegaron a la conclusión de que la pequeña talla de las plantas locales y la baja inserción de su mazorca, deberían ser tomados en cuenta para que las variedades autóctonas fueran resistentes a los daños causados por el viento.

Respecto al PP, el equipo Muñoz-Carballo definió los actores y sus tareas tardíamente. Después de la reorientación del programa de mejoramiento de la Mesa Central del INIA<sup>79</sup> en 1971, el equipo comenzó la colecta de las muestras de mazorcas (cuadro 13) interponiéndose entre los agricultores y el maíz local.

---

79 En 1971, Carballo y Muñoz impusieron oficialmente en el Centro de investigación de la Mesa Central del INIA (CIAMEC) la reformulación del programa de maíz abandonando el esquema de formación de híbridos y comenzando un programa de mejoramiento de las variedades para las zonas de AP (Muñoz et al., 1976).

**Cuadro 13. Colecciones de muestras de semillas por el color del grano de seis estados de la Mesa Central recolectados entre 1971 y 1974**

<b>ESTADO</b>	<b>BLANCO</b>	<b>AMARILLO</b>	<b>AZUL, ROJO Y NEGRO</b>	<b>OTROS COLORES</b>	<b>TOTAL</b>
Puebla	111	67	38	n.d.	216
México	146	70	48	n.d.	264
Tlaxcala	191	55	42	n.d.	288
Hidalgo	98	28	31	n.d.	157
Morelos	81	7	5	n.d.	93
Guerrero	54	14	8	20	96
totales	681	241	172	20	1 114

Fuente: Muñoz *et. al.*, 1976: 115

Las experiencias en los campos de experimentación y en las comunidades mostraron que existía un *efecto de especialización* de los híbridos a las condiciones de los campos de experimentación y que el sustento de la superioridad de las variedades locales consistía en su precocidad, esto les permitía no sufrir las adversidades del ambiente. Sin embargo, cuando las condiciones ambientales no limitaban el desarrollo de las plantas, los híbridos podían expresar su alta potencialidad genética dando como resultado rendimientos superiores a los de las variedades autóctonas.

En este programa de intervenciones, los investigadores irían a recolectar semillas de maíz de las zonas más lejanas y agrestes donde el clima y el suelo dificultaban el cultivo. Los científicos estaban dispuestos a evitar las malas condiciones ambientales de la Mesa Central seleccionando las plantas más rústicas y resistentes a la sequía para formar variedades de alto desempeño y con el fin de acrecentar la producción de las zonas de cultivo pluvial.

La afirmación según la cual el maíz autóctono estaba más adaptado que cualquier otro maíz, incluyendo el mejorado, no era motivo suficiente para interesar a todos los actores. Por ejemplo, los agricultores de las zonas de origen de estas semillas no participaban en la red de las semillas y ni siquiera en la venta de su producción. Puede suponerse que, como sucede en múltiples casos de intervención estatal en el campo, los agricultores observaban sin convicción los trabajos de los científicos, pues no esperaban que el programa de mejoramiento del maíz de sequía del INIA pudiera ser puesto a su disposición.

#### 4.4. Movilización y politización de los actores

Desde el establecimiento del centro de hibridación CIMMYT en 1963, Wellhausen había actuado con el apoyo de la FR, del gobierno mexicano y de otros asociados que hemos evocado. La intervención del CIMMYT en el PP podía apoyarse en la situación política de la época. En efecto, en 1967, luego del encuentro de los presidentes americanos en *Punta del Este*, hubo consenso sobre la importancia de apoyar políticas científicas para avanzar en el desarrollo económico y social (Leff, 1979: 271-272). En México se aprovechó esta coyuntura para realizar el *Primer encuentro sobre la ciencia y la tecnología en el desarrollo nacional* en 1967 (INIC, 1970: 7); poco tiempo después, se realizó el *encuentro nacional de ciencia y tecnología para el desarrollo económico y social de México* que concluyó con el establecimiento de una política nacional en ciencia y tecnología para colaborar en el desarrollo integral del país (INIC, 1970: 11-12). Del 24 al 27 de julio de 1967, el Centro Nacional de Productividad, en colaboración con el INIA y el CP, organizó el *Primer encuentro de ciencia y tecnología en la reforma agraria* donde se concluyó que “la participación de la técnica necesita hacer avanzar las condiciones de vida de la población campesina (...) que sufre un considerable retraso social y económico” (BNCE, 1968: 855). En el mismo año, el *Segundo encuentro nacional de ciencia y tecnología en la reforma agraria* pedía acrecentar el presupuesto de 0.13% del valor de la producción agrícola nacional 1% para alcanzar el objetivo de aumentar la producción de las técnicas (Hewitt, 1968: 856-864). Estos encuentros edificaban una red de aliados que apoyaban la realización del Plan Puebla. Se podía, en adelante, contar con el apoyo necesario para la movilización del maíz y de los agricultores.

Pero para la ciencia y técnica, no hay actores débiles. Era el caso del doctor Sprague que, siendo responsable del programa de maíz del CIMMYT, consideraba al PP como un proyecto de desarrollo rural portador de compromisos sociales incompatibles con la posición apolítica del CIMMYT y con su programa de mejoramiento genético. Según Laird, Sprague no comprendió nunca la filosofía del PP. En 1972, en ocasión del encuentro del consejo del CIMMYT, Sprague logró poner en duda la eficacia del trabajo en ciencias naturales del PP causando la desmovilización del apoyo institucional que ofrecía Wellhausen. En 1972, el CIMMYT concluyó su

trabajo en el valle de Puebla y por consiguiente el mejoramiento del maíz de sequía.<sup>80</sup> En este momento, el gobierno del estado de Puebla y la Secretaría de Agricultura tuvieron que remplazar el papel del CIMMYT.

Los divulgadores del PP estaban confrontados en relación con la ausencia de materiales genéticos para proponer a los agricultores la descalificación de los híbridos del INIA, la ausencia de materiales desarrollados por el PP. Por estas razones, los divulgadores se vieron obligados a recomendar la siembra de las variedades autóctonas (Díaz *et al.*, 1993: 47) y la utilización de recomendaciones de fertilización y otras innovaciones menores puestas a punto entre 1967 y 1972.

La movilización del maíz y de los agricultores fieles al dispositivo diseñado en el origen del PP comenzó a tener efectos muy tardíamente. En 1974, Gilberto de la Rosa (quien había sido asistente de investigación y al mismo tiempo productor local) prosiguió el mejoramiento de un compuesto de germoplasma obtenido de la variedad *Pinto salvatori*. Se trataba de una variedad de alto desempeño y adaptada al clima y a los suelos de la región. Los agricultores encontraron que, a excepción del color del grano, la variedad era adoptada con facilidad. Algún tiempo después, las manipulaciones de los genes responsables del color del grano llegaron a producir la variedad *Blanco Tlaltenango*, haciendo alusión al color blanco que gustaba a los agricultores.

Por parte del INIA, el apoyo internacional que surgió de la reunión de Punta del Este repercutía en el aumento del presupuesto del INIA y el incremento del margen de maniobra del equipo Muñoz-Carballo (cuadro 14). La reorientación del proyecto de mejoramiento dio como resultado la liberación en 1980 de siete variedades de polinización libre.<sup>81</sup>

---

80 En 1974, el CIMMYT cambia sus objetivos concentrándose en la investigación de las variedades resistentes a la sequía, a las plagas y a las enfermedades (De la Fuente *et al.*, 1985: 34-35; CIMMYT, 1989).

81 A partir de las colecciones de muestras de los años setenta, el proceso de mejoramiento permitió formar, mediante la selección masal estratificada, las variedades VS-22, V-23, V-25, V-29, V-31A, por la selección convergente-divergente la variedad V-26A y por la selección masal rotativa la variedad V-27.

La reorientación del programa de mejoramiento del INIA por el equipo Muñoz-Carballo coincidió con su participación sindical y política. En efecto, el grupo de investigación sobre el maíz fue el núcleo que, en los años setenta, luchó por la formación y el reconocimiento del *Sindicato Nacional de los Trabajadores del INIA*. En 1975, ese sindicato puso en huelga al INIA durante tres meses, por lo que el gobierno respondió con represión, lo que implicó el despido del núcleo de investigadores del maíz. De esta manera, Abel Muñoz no fue contratado en el Instituto al momento de acabar sus estudios de doctorado, y otros —entre los cuales Aquiles Carballo— fueron acosados administrativamente antes de ser definitivamente presionados a abandonar el INIA (varias fuentes y Ortega, 1993: c.p. y Carballo, 1994: c.p.r.).

La segunda tentativa para formar una red de maíz mejorado de sequía es detenida una vez más. En el caso del PP, el programa de mejoramiento estaba bajo sospecha de ser un programa político. En el caso del INIA, el programa fue cancelado por una burocracia que no concebía la organización política y sindical de sus investigadores.

**Cuadro 14. Presupuesto del INIA entre 1943-1984 en millones de pesos**

<b>AÑO</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>REAL (ref.1966)</b>
1943 (1)	1.2	n.d
1960	26.0	n.d
1961	34.0	n.d
1968	26.5	n.d
1969	41.4	n.d
1970	44.7	n.d
1971	55.2	n.d
1972	77.0	n.d
1973	114.0	n.d
1974	200.7	n.d
1975	282.7	n.d
1976	350.0	n.d
1977	521.0	403.59
1978	612.0	406.21
1979	985.0	543.87
1980	1 796.0	770.58
1981	2 647	738.42
1982	3 181.0	739.25

(1) Presupuesto de la OCE-IIA. Fuente: INIA, 1983: 30

#### **4.5. Disolución del programa de investigación: el maíz de sequía en la Mesa Central de México**

El proceso de relación de los actores orquestado por los científicos insiste en la naturaleza del maíz. Los investigadores del CIMMYT-CP construyeron una parte de la representatividad del maíz de AP, demostrando que el desempeño de las variedades locales de los agricultores del VP es más elevada que el de las semillas liberadas por el INIA, desacreditaron la correspondencia entre el maíz producido por este Instituto y los agricultores del valle de Puebla. La hipótesis señalada en el triángulo estratégico de PP quedó en el plan hipotético, en el sentido de reunir la colaboración de los científicos e instituciones para mejorar las condiciones socioeconómicas de los agricultores, impulsando un proyecto de mejoramiento del maíz local. Este proyecto no encontró la alianza de los actores para impulsarlo y hacerlo realidad; en cambio, encontró opositores quienes pretendiendo la pureza del mejoramiento, separaron política y ciencia imponiendo una política científica en la que los agricultores no tenían cabida.

Poniendo un dispositivo similar al del PP, el equipo Muñoz-Carballo rechazó la correspondencia entre el maíz formado por el INIA en sus campos de experimentación y los agricultores que tenían condiciones de producción diferentes. En este esfuerzo, el equipo Muñoz-Carballo se volvió representante de siete variedades mejoradas para la AP.

En cierta medida, el programa de mejoramiento genético perdió su apogeo porque ciertos actores consideraban que los investigadores hacían política en lugar de ciencia y técnica. El proyecto del CIMMYT-CP, auspiciado por Wellhausen, sólo duró cinco años y concluyó en 1972 con un diagnóstico: hace falta iniciar un proyecto de mejoramiento de maíz *in situ*. El proyecto de mejoramiento del maíz de sequía del equipo de Muñoz-Carballo se extendió por un periodo de 12 años (1970-1982).<sup>82</sup>

---

82 En 1982, el programa de maíz fue reformado nuevamente. En esta ocasión se trata de mejorar el maíz modernizando los híbridos que, en su mayor parte, habían sido formados en la época de Wellhausen. Según el responsable del programa, José Luis Arellano: "el esquema consiste en 1) identificar las capas de producción de maíz en la Mesa Central; 2) identificar las áreas de cerca de 50 000 ha por capa; 3) acrecentar los niveles de endogamia de las líneas progenitoras de semillas mejoradas; 4) perfeccionar la sincronía entre las floraciones masculinas y femeninas de los progenitores; 5) hacer cruces simples; 6) hacer variedades sintéticas; 7) reducir la altura de las plantas; 8) acrecentar los niveles de variabilidad genética; 9) seleccionar los híbridos de ciclo avanzado para hacerlos resistentes a la sequía, y 10) uniformizar las plantas y las espigas para promover la utilización de máquinas para la cosecha" (Arellano V., 1988: 1).

## **5. NACIMIENTO DE LA DISCIPLINA PRODUCTIVIDAD DE SISTEMAS AGRÍCOLAS Y LAS CONTROVERSIAS SOBRE LA REPRESENTATIVIDAD DEL MAÍZ MANIPULADO CIENTÍFICAMENTE**

La práctica científico-técnica no agota las posibilidades de creatividad y de innovación de ciertas subdisciplinas que *indisciplinándose* en sus papeles distribuidos por una disciplina dominante, intentan volverse campos científicos legítimamente establecidos. En este apartado se analizarán los mecanismos por los que un grupo de investigadores construye un conjunto de categorías y de prácticas que van a permitirles trastornar el orden científico precedente y demandar una nueva distribución del trabajo de innovación agrícola.

Por otra parte, se observarán los mecanismos por los cuales la subdisciplina de la edafología, conocida bajo el nombre del *método de campo* (Laird, 1993), en los años cuarenta, vive un proceso de integración de conocimientos agronómicos para intentar ofrecer una respuesta a la cuestión, de la puesta en punto, de la tecnología de producción del cultivo del maíz.

El interés de mostrar el nacimiento de la disciplina *Productividad de Sistemas Agrícolas* corresponde con el objetivo de comprender las controversias entre dos comunidades científicas para representar el maíz manipulado científicamente.

De inicio, puede decirse que la lógica de fabricación social de la disciplina Productividad sigue el mismo principio de constitución científica sobre el que gira su objeto de estudio. En este sentido, la fabricación de la productividad prosigue un proceso único de integración que no fue realizado por una disciplina o una subdisciplina cualquiera.

Al final de los años setenta, era evidente que las pretensiones de validez de los mejoradores de maíz habían sido agotadas, y que las tentativas de volver científica la producción de maíz científica eran más complicadas de lo previsto al principio de los años cuarenta.

Entre 1961 y 1981, el aumento del rendimiento alcanzó 158% (cuadro 15); sin embargo, las causas no podían ser explicadas de manera convincente. Entre las causas evocadas mencionaban la aplicación de fertilizantes, el mejoramiento de las prácticas de cultivo, la eficacia de los sistemas de irrigación, la utilización de pesticidas y herbicidas y, desde luego, la utilización de semillas mejoradas.

**Cuadro 15. Superficie, rendimiento y producción en la Mesa Central durante tres periodos entre 1961 y 1981**

Año	Superf.(ha)	(%)	Rend. kg/ha)	(%)	Produc. (t)	(%)
1961	879 603	---	747	---	657 475	---
1971	1 277 573	45.2	1 662	122.4	2 123 797	323.0
1981	1 516 908	72.4	1 929	158.2	2 926 963	445.1

Fuente: Arellano V, 1984: 20

Según Arellano Vázquez, responsable del mejoramiento genético del maíz en la Mesa Central del INIA entre 1982-1993, la utilización de las semillas mejoradas ocupaba el penúltimo lugar de las 10 causas del aumento del rendimiento del maíz en la Mesa Central (Arellano V., 1984: 20).

El agotamiento del modelo genético para progresar técnicamente el cultivo de maíz fue explicado por la generalización del enfoque de sistemas (derivado de la teoría general de sistemas) que se imponía en el mundo en los años setenta. En este enfoque se criticaban las limitaciones de lograr incrementos del rendimiento por la explotación de un solo factor (Arellano H., 1991, 1994: c.p. y de la Fuente *et al.*, 1985). Otros explicaron el agotamiento por el efecto negativo de las autocríticas y controversias entre los genetistas sobre las vías del mejoramiento (Ortega, 1994: c.p.).

Estas explicaciones llevan a pretensiones de validez interesantes, pero no explican cómo se imponía el acercamiento sistémico en el mundo y en la agronomía.

Tampoco explica cómo las contradicciones internas de la genética dan lugar a la imposición de una tercera. Al contrario, hay que explicar las controversias y las negociaciones por las cuales ciertos actores son callados o sustituidos por sus rivales.

La historia del nacimiento de la Productividad de Sistemas Agrícolas comienza durante el periodo dominado por el mejoramiento del maíz, justo cuando la subdisciplina de la edafología nombrada *método de campo* fue incorporada por la OEE. Este método colaboraba con la genética para diseñar las dosis adecuadas de fertilización y las prácticas de cultivo pertinentes para permitir a las plantas expresar al máximo su potencial genético (Laird, 1994: c.p.r.).

En los años cuarenta, la OEE formaliza las investigaciones en las tierras de los agricultores con el fin de producir recomendaciones para el uso de fertilizantes (Laird y Rodríguez, 1965; Laird, 1968). Estos estudios llamaron la atención sobre los factores ligados al uso de fertilizantes, pero también sobre los climáticos, la densidad de población y las prácticas de cultivo. Para 1954, la OEE hizo 177 experimentos sobre la aplicación de fertilizantes y, al momento de redactar los resultados, los investigadores consideraban que la dosis óptima de fertilización no depende solamente de las propiedades del suelo, sino que depende, según Laird, “de un sistema (...) que junte el efecto del suelo, del clima, de la planta y del tiempo” (Laird, 1993: 395).

La integración de una disciplina pasa por la concepción de una teoría, de una metodología y de técnicas pertinentes ligadas a un sistema estable, coherente y único. Podemos decir que la disciplina de la Productividad de Sistemas Agrícolas (llamada Productividad)<sup>83</sup> comienza a existir en la medida en que las inquietudes del método de campo aparecen bajo la forma de discursos. No se puede decir que el método de campo fue aplicado con una teoría correspondiente. Al contrario, los investigadores formularon una serie de nociones que integraban una teoría particular y diferente de otras disciplinas en la cual podía inscribirse su actividad.

La formulación de la disciplina Productividad aparece al final de los años sesenta. Epistemológicamente, surge en el momento en que ciertos científicos se alejan de su tradición y formulan problemáticas y sujetos hasta entonces

---

83 La disciplina ha sido llamada también Productividad de Agrosistemas.

inéditos. El mecanismo subyacente al nacimiento de una disciplina no es un azar ni una evolución disciplinaria cualquiera. Hay que buscar su nacimiento en la acción de los científicos que se consagran a edificar y a imponer un tema y una metodología únicas.

El nacimiento de la Productividad es la integración de un esquema globalizante que junta supuestos de otras disciplinas. El método de campo movilizó los conocimientos sobre los diferentes elementos del ambiente para construir un movimiento donde el clima, el suelo, las plantas (mejoradas o no), los agricultores, las plagas y las enfermedades estaban alineados en *modelos de rendimiento*. La potencia del método de campo proviene de su disciplina en el trabajo para producir datos y resultados técnicos partiendo directamente de las experiencias de campo que había aprendido la disciplina durante las dos décadas precedentes.

La hipótesis más importante del grupo de investigadores de la Productividad enunciaba que los OT, producidos por los institutos de investigación, no son sellados entre los agricultores porque las innovaciones son producidas en condiciones diferentes de las de los agricultores. No están destinadas para hacer sinergia con el resto de las innovaciones puestas a punto por otras disciplinas. La solución a la problemática implícita en la hipótesis consistía en la reunión de las innovaciones provenientes de todas partes en un sistema holístico. Según estos investigadores, la productividad agrícola depende de la fórmula siguiente: *Rendimiento=f (del clima, de los suelos, de las plantas, del hombre, del tiempo)*, es decir que el rendimiento está en función del clima, del suelo, de las plantas, del hombre y del tiempo (Turrent, 1980).

La hipótesis sobre la producción agrícola estaba organizada alrededor de dos cuestiones planteadas por el doctor Laird (1963, 1965, 1966). Primero, el *sistema de producción* es la unidad ecológica descrita en términos de una familia de funciones de respuesta productiva; enseguida, la producción agrícola depende de factores *incontrolados y controlados*: el clima, el suelo y el manejo precedente del terreno son factores incontrolados mientras que la variedad sembrada, la fecha de las siembras, la fertilización, el riego, la densidad de siembra y el combate contra las plagas y las hierbas indeseadas son factores controlados (Laird, 1993: 401).

La hipótesis hacía intervenir la técnica agrícola, los agricultores, el ambiente y los colegas, como actores del proyecto técnico de productividad de sistemas agrícolas. La técnica agrícola es un conjunto de innovaciones que debían actuar separadamente, salvo en el caso en que los agricultores los hubieran juntado en un sistema agrícola. Los agricultores eran los utilizadores de la técnica agrícola. Ellos no obraban sobre el clima, el suelo o el pasado, pero podían escoger las variedades a sembrar, la fecha de la siembra, las dosis de fertilización, aplicación de plaguicidas, la densidad de población de las plantas. El clima y el suelo eran factores no modificables de la producción de maíz. Los colegas producían plantas nuevas en sus campos de experimentación y sus laboratorios, sin tomar en cuenta la sinergia con otras innovaciones y las condiciones de producción de los agricultores.

Los productivistas<sup>84</sup> plantearon una serie de acciones que los actores deberían aceptar para lograr su proyecto de actuar como un sistema. Los investigadores propusieron a los actores una constelación de relaciones diferente de cualquier otra e inédita.

Según los productivistas, los colegas tecnólogos han aportado innovaciones para mejorar la producción agrícola. Sin embargo, cada uno ha trabajado disciplinariamente suministrando OT aislados y sin relación con los agricultores. Frente a este diagnóstico, los productivistas proponen crear un centro de hibridación para que los lazos entre tecnólogos y agricultores sean estrechos, partiendo de una noción más holística e interdisciplinaria. Dicho brevemente, proponen eliminar las barreras disciplinarias tradicionales estableciendo las experiencias en las condiciones de los agricultores.

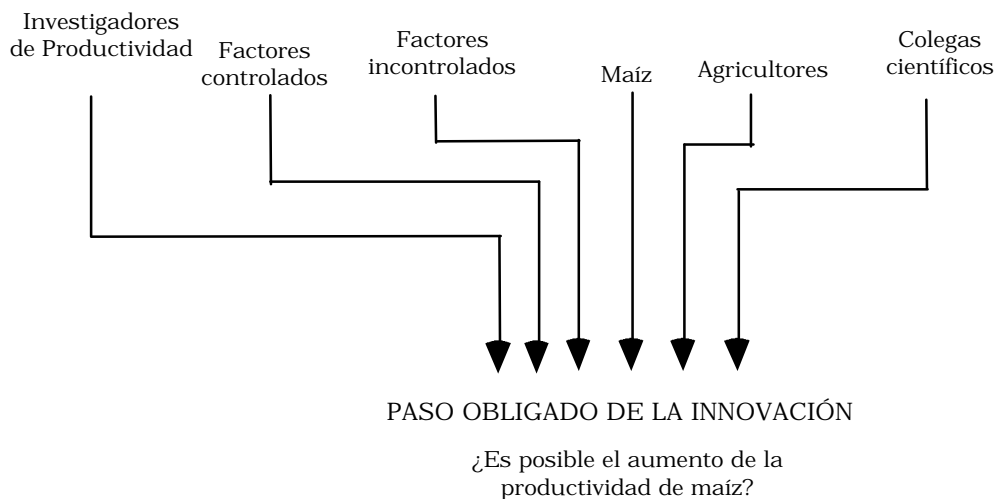
Los productivistas están dispuestos a acoger todo tipo de investigaciones con un solo fin: reunir las innovaciones en los terrenos de los agricultores. Si los colegas aceptan que una fase ineluctable de la investigación pasa por las granjas de los productores, entonces el método de campo es un paso obligado de la innovación (figura 18). Eso muestra una distinción entre el lugar acordado a los agricultores por los productivistas y por los otros

---

84 Utilizamos el término productivistas para designar el conjunto de los investigadores que pertenecen a la disciplina de Productividad de Sistemas Agrícolas. El término no tiene ninguna connotación peyorativa hacia los investigadores, ni pretende reducir su objeto de estudio a la banal investigación de la eficacia de la producción agrícola.

tecnólogos. Para los productivistas, los agricultores son un factor de producción, mientras que para los otros tecnólogos sólo se trata de OT.

**Figura 18. El paso obligado de la innovación propuesto por la *Productividad***



Fuente : interpretación del autor

Respecto a las técnicas tradicionales, los productivistas consideraban que no podían ser rechazadas *a priori* como si no hubieran demostrado su eficacia durante miles de años, que estas técnicas son muy estables y pueden ser sustituidas en la medida en que las innovaciones propuestas correspondieran a un esquema integral y probado.

De la misma manera en que los genetistas edificaron una red única de hipótesis, de problemas y de actores, en la cual se volvían indispensables para el mejoramiento del maíz, los productivistas, en esta ocasión, tenían la posibilidad de fabricarse su propio espacio de negociación científica. El desafío que éstos afrontaban tenía por objetivo negociar con las disciplinas productoras de OT para el maíz, con el fin de aliarse para poder representarlos de manera formal.

## **5.1 La puesta en ruta de los mecanismos de intervención sobre la productividad de los sistemas de maíz**

En la época del nacimiento de la disciplina de la Productividad, los científicos no tenían su propio espacio de negociación. Pero tenían centros de hibridación (los terrenos de los agricultores) donde sus investigadores podían ir más lejos que sus colegas genetistas, en la idea de producir un paquete de tecnología integral.

Los productivistas pretendían intervenir en los actores mediante tres dispositivos: uno para separar los factores modificables de los inmodificables; otro, para acercar las innovaciones a los agricultores y al maíz; y finalmente, otro para hacer participar activamente a los colegas en la innovación.

El primer dispositivo separa los factores de producción como no modificables o controlables. Según esta definición, las condiciones de clima, de suelo y de actividades productivas pasadas no son negociadas; las condiciones de los otros factores son, en cierta medida, negociables.

En el segundo, los terrenos de los agricultores se vuelven laboratorios productores de masas de datos y los agricultores son transformados en asistentes de investigación. Este dispositivo liga el maíz con los OT y ambos con los agricultores. En efecto, para los productivistas, todas las innovaciones salidas de los laboratorios y de los campos de experimentación deben ser desplazados a los terrenos de los agricultores intentando una negociación generalizada. Así, semillas mejoradas o no, fertilizantes, pesticidas, máquinas, productores, divulgadores, etc., deben ser movilizados y reunidos en un contexto de asociaciones para interesarlos en mostrar su desempeño.

El tercero, intenta motivar a los colegas científicos para trabajar juntos y establecer una división del trabajo bajo la administración de la productividad de agrosistemas.

Los tres dispositivos de manipulación fueron aplicados en el Colegio de Posgraduados, el INIA y el Plan Puebla. Para la Productividad, el CP ha sido la sede de su institución académica, el PP ha sido su terreno de experimentación más productivo, y el INIA ha sido una combinación de los aspectos académicos y de experimentación, así como el brazo político de la disciplina en el seno de la

Secretaría de Agricultura. La combinación de los dispositivos de manipulación en diferentes instituciones es uno de los supuestos más importantes que ha caracterizado la acción de este grupo de investigación. Enseguida, se interpretarán las negociaciones que los miembros de esta disciplina realizaron en el CP y la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (a), el PP (b) y el INIA (c).

a) La disciplina de la Productividad en el Colegio de Posgraduados y la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo

Para interesar a los colegas, Antonio Turrent dirigió, entre 1970 y 1983, 41 tesis de maestría y dos de doctorado (Volke, 1984). En 1971, Turrent fundó la cátedra *Productividad del suelo*, que en 1976 toma el nombre de *Metodología de la investigación en productividad de agrosistemas*. En los años setenta, Antonio Turrent y Reggie Laird publicaron en el CP una serie de ensayos sobre la metodología de la investigación en productividad de sistemas agrícolas (Turrent, 1978a), sobre la *matriz experimental en el Plan Puebla* (Turrent y Laird, 1975), sobre el registro de las observaciones del terreno (Turrent, 1976), sobre la importancia de la *investigación tecnológica polifactorial integrada* (Turrent, 1978b) y sobre el *método CP para el diseño de agrosistemas* (Turrent, 1979).

Las primeras participaciones importantes de la Productividad fueron presentadas por Laird y Turrent en los congresos de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (SMCS) de los años 1963 y 1966 (Laird, 1963, 1966). La utilización del término Sistema de Producción Agrícola data de esos años (Laird, 1993: 397). Desde 1974, en el congreso anual de la SMCS, hay una sección de la Productividad de los suelos (Laird, 1993: 399) y se puede retrasar la evolución institucional de la disciplina, así como las negociaciones que realizó con los colegas de la edafología.

b) La disciplina de la Productividad en el Plan Puebla

La estrategia de los productivistas ponía en camino, simultáneamente, los dispositivos para interesar y manipular a los OT, a los agricultores y a los colegas sin acordarles ningún privilegio *a priori*. Los dispositivos se reanudaban con los agricultores siguiendo seis compromisos: 1) el investigador se compromete a diseñar las experiencias y a aportar las materias primas para la experimentación; 2) el agricultor se compromete a

hacer los trabajos agrícolas ordinarios del maíz con mano de obra familiar; 3) el investigador puede tomar datos sobre diferentes aspectos de las experiencias en el momento que los necesite; 4) el agricultor se compromete a cosechar con mano de obra familiar, el día acordado con el investigador, y de acuerdo con indicaciones precisas para poder controlar la colecta de datos; 5) el investigador toma muestras de la cosecha de cada tratamiento con el fin de determinar la humedad y otros indicadores técnicos, da la totalidad de la recolecta al agricultor participante, y 6) en caso de que la cosecha del experimento sea inferior a la que el productor obtendría con su tecnología, el investigador se compromete a compensarlo financieramente (Díaz *et al.*, 1993: 51).

Desde que el PP fue el centro de hibridación de los genetistas (entre 1967 y 1973), el valle de Puebla fue el laboratorio donde Turrent y Laird desarrollaron la parte empírica de la disciplina de la Productividad<sup>85</sup> (Laird, 1993: 401).

Desde los primeros estudios sobre los factores del rendimiento, los productivistas se aliaron con los economistas proponiendo una negociación con los sectores agrícolas de los ministerios federal y estatal, los políticos y los colegas. Los profesionales de la productividad comprendían muy bien que necesitaban créditos de los bancos para extender sus posibilidades de negociación con otros actores. Además, la pretensión holística del acercamiento sistémico debía tomar en cuenta los factores económicos implícitos en los procesos de adopción de las técnicas. Esta alianza entre productivistas y economistas proporcionaría los elementos para establecer la distinción entre los puntos óptimos, técnico y económico. De esta manera, se destacaba que el punto más elevado de producción de una técnica no corresponde necesariamente con el nivel más elevado de productividad de otros factores (Laird, 1991).

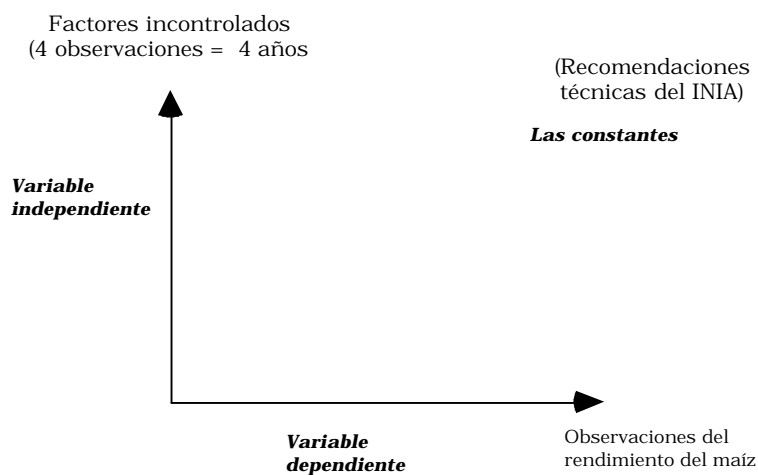
---

85 En 1967, los productivistas establecieron 27 experimentos para poner a punto la técnica sobre las dosis y las épocas adecuadas de fertilización, las fechas de siembra, las densidades de población de las plantas por hectárea. Movilizan los factores con el fin de reproducir las condiciones productivas de los agricultores y de ensayar situaciones netamente holísticas. En 1967, una muestra representativa de los agricultores del valle de Puebla utilizó la fórmula de producción 25-14-00-31 (es decir: 25 unidades de hidrógeno-14 unidades de fósforo-00 unidades de potasio-31 mil plantas por hectárea). Estos agricultores cosecharon 1 300 kg/ha; mientras que, según los resultados de los experimentos, los investigadores recomendaron la fórmula (130-40-00-50) teniendo un rendimiento de 3 700 kg/ha (Díaz, 1992: 109-127).

### c) La disciplina de la Productividad en el INIA

Los productivistas colocaron los tres dispositivos de manipulación de actores en el INIA. En cuanto al primero, entre 1962 y 1965, Laird hizo uno de los estudios ejemplares de la disciplina. Abordaba la fertilización del maíz de sequía en el estado de Guanajuato (Laird, 1993: 396). Se trataba, decía Laird, "de producir recomendaciones sobre la utilización de los fertilizantes, de identificar los factores que limitaban los rendimientos en los terrenos de experimentación y de estimar la importancia cualitativa de cada uno de ellos y, finalmente, de obtener una fórmula general del rendimiento" (Laird, 1993: 396). Los dispositivos tenían por objetivo reducir al mínimo la variación del conjunto de las recomendaciones técnicas del INIA y de medir los factores de la productividad incontrolables (el clima, el suelo, la disposición precedente) (figura 19).

**Figura 19. Dispositivo de manipulación de actores del método de campo en Guanajuato**



Fuente : Interpretación de Laird, 1993

La idea de homogeneizar el modelo técnico, recomendado por el INIA, permitía observar las variaciones de los factores incontrolables. A partir de 76 pruebas de terreno hechas en Guanajuato durante cuatro años, Laird concluyó estos ensayos con recomendaciones sobre la utilización de los fertilizantes para 16 sistemas de producción diferentes. El carácter aleatorio

de los factores incontrolados permitía controlar el comportamiento del clima, del suelo y del manejo precedente para permitir legitimar recomendaciones técnicas con una gran probabilidad de certitud.

De acuerdo con el segundo dispositivo, las negociaciones entre los OT, los genetistas y los productivistas tuvieron como escenario principal el INIA. Los resultados de estas negociaciones fueron concretizados durante dos momentos precisos de la divulgación del cultivo de maíz. La primera etapa tuvo lugar en 1973, época en la cual el INIA publicó el *Manual de producción para el maíz y el sorgo en la zona de influencia de la Mesa Central* (Carballo *et al.*, 1973) (figura 20). Este manual fue firmado (por orden de importancia) por Aquiles Carballo Carballo (genetista), Francisco Villalpando (especialista en suelos) y Carrillo (fitopatólogo). La temática de este documento fue dividida en tres partes: en la primera, se describen las semillas híbridas recomendadas, así como sus fechas de siembra; en la segunda, se abordan los sistemas de producción que corresponden a las recomendaciones sobre las dosis de fertilización y las densidades de población para cada una de las condiciones de suelo y de disponibilidad de irrigación (Carballo *et al.*, 1973: 9-25); en la tercera, se explica el combate contra las plagas y las malas hierbas (Carballo *et al.*, 1973: 26-30). Este manual muestra la alianza discreta de dos disciplinas distribuyéndose las tareas de manera mecánica, las relaciones entre las recomendaciones sobre las semillas y los fertilizantes. Los otros aspectos de la técnica no son orgánicos y los agricultores pueden adoptar las partes de su elección

En 1977, la Productividad se había vuelto la disciplina que agrupaba los esfuerzos de diversas disciplinas para establecer nuevas asociaciones entre la técnica del maíz y los agricultores. El manual *Fórmulas de producción y de mejoramiento de maíz en el estado de Tlaxcala* (figura 21) representa la segunda etapa de negociación entre la genética y la Productividad. Los primeros en firmar son los productivistas Rodrigo Aveldaño Salazar (especialista en suelos), Aquiles Carballo Carballo (genetista) y Víctor González Hernández (fitopatólogo).

El manual está dividido orgánicamente según la lógica de la Productividad. Presenta la geografía y el clima de Tlaxcala para llegar a la división del territorio en agrosistemas de producción (Aveldaño *et al.*, 1977: 3). Prosigue con el capítulo mejoramiento del maíz criollo, donde los autores recomiendan sembrar los híbridos H-28 y H-30 si las condiciones de humedad lo permiten

antes del 15 de abril. Si las condiciones no son propicias, el manual describe paso a paso el método para mejorar el maíz local (Aveldaño *et al.*, 1977: 7-9); enseguida, presenta las fórmulas de producción según dos niveles de uso de capital (Aveldaño *et al.*, 1977: 9-23). Finalmente, explica las prácticas para controlar las malas hierbas y las plagas.

La presencia de la Productividad en el INIA tuvo una gran influencia. Así, entre 1978 y 1981, 54% del total de experimentos fueron hechos en terrenos de productores (Martínez, 1982: 92-93; INIA, 1981). En 1982, 26% de los experimentos correspondían al mejoramiento genético y 10% al mejoramiento en sistemas agrícolas (De la Fuente *et al.*, 1985: 26).

## **5.2. ¿Los investigadores de la Productividad se constituyeron en los representantes de la red de maíz manipulado científicamente?**

Para llevar adelante sus planes de representar la red de maíz manipulado científicamente, los investigadores de Productividad no desaprovechaban ninguna ocasión de asociar el maíz y los agricultores a cualquier disciplina que pudiera prestarles un servicio como la economía, fitopatología, edafología, climatología, genética, etc. Institucionalmente, ellos no ahorraban esfuerzos para estar presentes como investigadores del INIA, como profesores del CP y como organizadores del Plan Puebla.

La Productividad se especializó en la traducción de las disciplinas, de los investigadores y de las técnicas para integrar perspectivas científicas preñadas de ideas holísticas. A finales de los años setenta, ella devino una disciplina estable, con su propio perfil teórico y metodológico y legitimado en las instituciones académicas importantes de México.

**Figura 20. Los cultivos de maíz y sorgo en el área de influencia del CIAMEC. Circular No. 40, 1973**

Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. Campo Agrícola  
Experimental "Chapingo"

	PERSONAL INVESTIGADOR
Director	Dr. Marcos Ramírez Genel
Jefe de Campo	Ing. Armando Lozoya Peña
Divulgación Técnica	Ing. Albino López Acosta
Forrajes	Ing. Víctor M. Briseño
Leguminosas Comestibles	Ing. y M. C. Rogelio Lépiz Ildfonso
Fitopatología y Leguminosas	
Comestibles	Ing. Jorge Campos Ávila
Maíz y Sorgo	Dr. Aquiles Carballo Carballo
	Ing. Manuel Livera Muñoz
	Ing. Agustín López Herrera
Oleaginosas	Ing. Antonio Mosqueda López
	Ing. Alfonso Palafox de la B.
Suelos	Ing. José Francisco Villalpando I.
Avena	Ing. José Chávez Chávez
Cebada	Ing. y M. C. Enrique Ríojas G.
	Ing. J. Héctor Esparza M.
Trigo	Ing. Rodolfo Moreno Gálvez

**RECOMENDACIONES GENERALES PARA LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y SORGO EN EL ÁREA DE  
INFLUENCIA DEL CIAMEC**

*Aquiles Carballo C.  
Alfonso Carrillo  
José Fco. Villalpando I.*

*Introducción*

El logro de cosechas con buenos rendimientos de grano en los cultivos de maíz y sorgo, está determinado por una serie de prácticas que dependen de las condiciones de suelo y del clima en que se va a trabajar. Las prácticas que se consideran de mayor importancia son:

- La buena preparación del terreno
- El uso de variedades mejoradas
- La oportunidad en la época de siembra
- La adecuada densidad de población
- El uso de fertilizantes
- El control de plagas y enfermedades
- El combate de las malas hierbas

**Preparación del terreno**

En terreno bien preparado la semilla encuentra buenas condiciones para su germinación y la planta desarrolla normalmente.

Para barbechar se debe enterrar el arado a 25 ó 30 cm en suelos profundos, y a 15 cm en suelos delgados. Con la remoción de la capa arable quedan terrones que habrán de despedazarse mediante uno o dos pasos de rastra. Finalmente se debe nivelar el terrero a fin de que la distribución del agua de riego y/o lluvia, resulte uniforme y se drenen los excedentes, con lo que se evitarán pérdidas o reducción del rendimiento por falta o exceso de humedad. En cuanto al surcado, en suelos de lomerío o con mucha pendiente es conveniente, hacerlo en contorno siguiendo las curvas del nivel con el objeto de evitar la erosión.

\*Técnicos de INIA-CIAMEC

Fuente: Carballo *et al.*, 1973

(contenido de conformidad con el original)

**Figura 21. Fórmulas de producción y mejoramiento del Maíz en el estado de Tlaxca, Circular CIAMEC No. 95, 1977**

*Reconocimientos*

La información agronómica sobre recomendaciones de fertilización para maíz en el sur del estado de Tlaxcala (zona 1) fue tomada de la siguiente fuente:

Plan Tlaxcala (periodo 1971-1972), Ing. Hugo Mejía, Ing. Alfredo Morales, Dr. Víctor Volke, Dr. Antonio Turrent y Dr. Reggie J. Laird.

La información de las zonas II y III se obtuvo de los trabajos realizados por los investigadores que han colaborado en el Programa de Suelos del Campo Agrícola Experimental de Chapingo, Méx.: M. C. Francisco Villalpando Ibarra e Ing. Fernando Velasco S.

Las recomendaciones sobre el combate de plagas fueron revisadas y actualizadas por el Dr. José Luis Carrillo.

**FÓRMULAS DE PRODUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MAÍZ EN EL ESTADO DE TLAXCALA**

*\*Rodrigo Aveldaño Salazar*

*\*Aguiles Carballo Carballo*

*\*Victor González Hernández*

*Introducción*

El área agrícola laborable en el estado de Tlaxcala es de 200 mil hectáreas, y en ella el maíz es el cultivo más importante, ya que representa aproximadamente el 65 por ciento del área total cultivada, obteniéndose rendimientos medios de 818 kilogramos por hectárea.

En Tlaxcala, como en muchas otras regiones temporales del país, tanto el temporal como los suelos son de carácter muy variable. Para un mejor manejo de los problemas agrícolas, se optó por regionalizar al estado en diferentes áreas ecológicas, tomando en cuenta aspectos de gran importancia como: precipitación pluvial, temperatura, incidencia de heladas, granizo, tipo de suelo y el factor manejo. Con estos parámetros como indicadores, se dividió al estado en tres zonas ecológicas.

**Zona I: Valle de Tlaxcala y Nativitas**

Se localiza al sur del estado y constituye el 22.9 por ciento de la superficie total. En esta área se incluyen 21 municipios que son: Ixtacuixia (15), Panotla (24), Totolac (36), Amaxac de Gro. (1), Apetatitlán (2), Santa Cruz Tlaxcala (26), Tlaxcala (33), Chiautempan (10), Juan Cuamatzi (18), Lardizábal (19), Nativitas (23), Tetlatlahuaca (32), Tepeyanco (29), Zacatelco (44), Miguel Hidalgo (22), Teolochalco (28), Xicoténcatl (41), Tenancingo (27), San Pablo del Monte (25), Xicohtzingo (42), y José Ma. Morelos (17)\*\*

\*Investigadores del Campo Agrícola Experimental Chapingo, Méx., CIAMEC-INIA.

\*\* Los números corresponden al orden con que se clasifica el municipio en la figura 1.

Fuente: Avendaño *et al.*, 1977

(contenido de conformidad con el original)

Uno de los éxitos más importantes de la disciplina Productividad concierne a la distribución regional de los materiales genéticamente mejorados, a partir del papel crucial que jugaron los trabajos empíricos de la disciplina para determinar el grado de utilización de las semillas mejoradas.<sup>86</sup>

La equivalencia entre la distribución de los híbridos y de las VPL, respecto a las condiciones ideales de producción, permitió llegar al consenso en un tema que había mantenido divididos a los genetistas desde que se inició la controversia entre Wellhausen y Taboada en los años cuarenta.

En 1980, los genetistas consideraban que había un conjunto de semillas comerciales liberadas por el INIA que respondían a diversas condiciones agrícolas de la Mesa Central: para las zonas irrigadas existían los híbridos H-127, H-129, H-131, H-133, H-135; para las zonas de agricultura pluvial, los híbridos H-28, H-30, H-32 y las variedades de sequía V-105, VS-22, V-23 y V-29 (Arellano V., 1991).

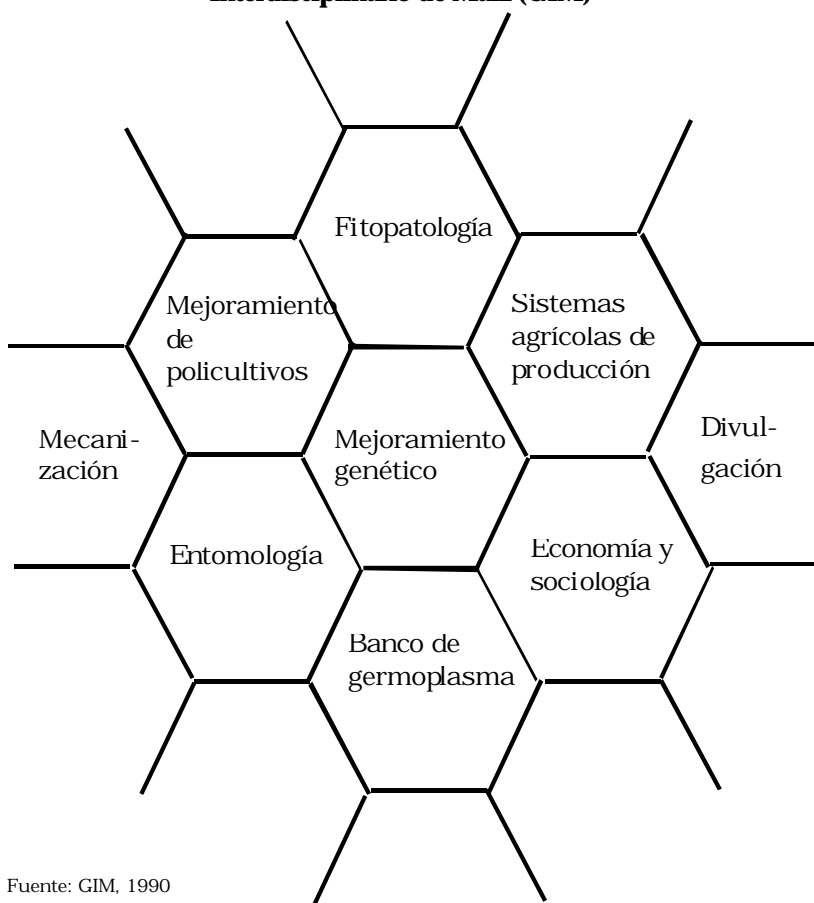
Sin embargo, se cometería un error si se considerara que el fin de la controversia entre genetistas consiste en la distribución de las semillas y las zonas de producción correspondiente. Esta distribución representa el fin de una controversia entre genetistas, pero es la alimentación de una controversia entre genetistas y productivistas que se extiende hasta la hora actual (véase su noción gráfica en la distribución de disciplinas según los genetistas en la figura 22).

Para mejorar las plantas, los genetistas parten del supuesto de que las condiciones geográfico-climáticas y productivas son descritas por los expertos en productividad (Cereceres, 1993: c.p.r); mientras que los productivistas intentan integrar paquetes de tecnología a partir de las innovaciones de otros tecnólogos, de tal manera que las semillas mejoradas no son más que *inputs* que hay que volver adecuadas con los pesticidas, los fertilizantes y otras innovaciones para poner a punto un *paquete tecnológico* (Turrent, 1994: c.p.r.). En este contexto, genetistas (Cereceres, 1994: c.p.r) y productivistas (Turrent, 1994: c.p.r.) se señalan mutuamente causantes de producir resultados insuficientes para iniciar bien sus propias investigaciones.

---

86 Las investigaciones en el valle de Puebla pusieron en evidencia que el rendimiento de los híbridos recomendados para las áreas de sequía era inferior al de las variedades autóctonas, pero que la situación se invertía en las áreas donde las condiciones eran similares a los de los centros de experimentación.

**Figura 22. Organización de disciplinas según el Grupo Interdisciplinario de Maíz (GIM)**



Para responder enfáticamente a la pregunta inicial: ¿los productivistas son los representantes de la red maíz manipulado científicamente? Se puede decir que en el transcurso de esta historia (1960-1985), los productivistas no se vuelven los representantes de la red de maíz manipulado científicamente, pero crean una disciplina única que, una vez estabilizada, se vuelve irreversible y se integra a la red científica que pretende representar simultáneamente a los agricultores y al maíz.

## **6. CONCLUSIÓN. LA SITUACIÓN DE LA RED DE MAÍZ MANIPULADO CIENTÍFICAMENTE EN 1980**

A lo largo de este capítulo, se han abordado los procesos por los cuales los genetistas abandonan el mejoramiento del maíz para las zonas irrigadas y la reorientan para las zonas de AP. Entre 1961 y 1980, se asiste a dos tentativas de formación de semillas resistentes a la sequía. La primera, entre 1961 y 1963, es detenida por la instauración de los programas mundiales de mejoramiento genético en el CIMMYT, la desmovilización del programa nacional de maíz del INIA y la migración de los investigadores; la segunda, entre 1970 y 1980, es detenida por controversias marcadas por las sospechas políticas de los actores. El resultado de la segunda tentativa lleva a la formación de ocho variedades de polinización libre (entre las cuales la *Blanco Tlaltenango* de recomendación específica para el valle de Puebla).

Al mismo tiempo (1961-1980), los especialistas en el método de campo se opusieron a la dirección de la genética organizando la disciplina de la Productividad de los sistemas agrícolas con pretensiones globalizantes. Esta disciplina reclamó la representación de la técnica del maíz y de los agricultores. Después de varios años de arduos trabajos de investigación sobre la productividad de los insumos, activas participaciones en las instituciones de investigación existentes en la Mesa Central y delicadas alianzas con otras disciplinas, dos investigadores impusieron y estabilizaron la disciplina de Productividad de sistemas agrícolas. Reggie Laird y Antonio Turrent tejieron una red única de hombres, de discursos y de objetos técnicos pretendiendo construir un espacio controlado por ellos.

En este proceso caracterizado por el agotamiento del modelo del mejoramiento y el nacimiento de la Productividad de sistemas, los productivistas cuestionaban el papel central de la genética y la presentan en el mismo rango que cualquier otra disciplina productora de innovaciones. Frente a estos propósitos, los genetistas consideran que han producido materiales genéticos suficientes para acrecentar el rendimiento del maíz en las diversas condiciones ambientales y de producción en la Mesa Central.

En la época de la participación del CIMMYT en el PP, el rendimiento pasa de 1.7 t/ha en 1967-1968 a 2.13 t/ha en 1973-1974, lo que representa un

aumento de 430 kg/ha. Entre 1974 y 1982 (cuando el CIMMYT no participaba más en el PP), la producción aumentó en promedio 210 kg/ha, pasando de 2.13 a 2.4 t/ha. Si se comparan los datos del rendimiento de los cuadros 15 y 16 se encuentra que en 1971 y 1981, el valle de Puebla tenía rendimientos superiores de 400 kg/ha en relación con los del conjunto de la Mesa Central. Es posible que la causa de los excesos de rendimiento del valle de Puebla se debió a la intervención del PP, pero no se sabe cuál es la parte alícuota debida al mejoramiento de las semillas.

**Cuadro 16. Media de los rendimientos bienales de maíz en la región del Plan Puebla**

Bienio	Rendimiento (ton/ha)
1967-1968	1.70
1969-1970	1.90
1971-1972	2.16
1973-1974	2.13
1975-1976	2.73
1977-1978	2.98
1979-1980	2.75
1981-1982	2.40

Fuente: Programa de Evaluación del Plan Puebla (Cortés *et al.*, 1987: 117)

A pesar de las tentativas de los científicos de volver real la red de maíz mejorado, los agricultores rechazaron una vez más la utilización de las semillas mejoradas. Según un estudio de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), realizada con datos del censo agrícola de 1970, el porcentaje de utilización de semillas mejoradas de maíz creció a medida que las Unidades de Producción (UP) eran más grandes (cuadro 17). Según el mismo estudio, en 1970, solamente 3.4% de las 2 553 800 UP sembraron maíz mejorado; 3.4% están compuestos por 67% de campesinos, 29% por productores intermediarios y 4% por productores empresariales (cuadro 17).

**Cuadro 17. Porcentajes de utilización de las semillas mejoradas de maíz por unidades de producción y por tipos de productor en México y en la Mesa Central en 1970**

Tipo de productor	Unidades de producción nacionales			Unidades de producción de la MC			Criterios de Clasificación
	Total (000)	siembra SM	%	Total	siembra SM	%	
Campeños	2 212.4	58 319	67.0(1)	497 983	12 996	67.7(2)	
infrasubsistencia	1 422.9	18 497	1.3	399 538	6 792	1.7	4 ha
subsistencia	414.0	15 318	3.7	10 023	351	3.5	4-8 ha
estacionarios	165.8	9 616	5.8	43 228	2 464	5.7	8-12 ha
excedentarios	209.7	14 888	7.7	45 194	3 389	7.5	12 ha
transicionales	297.4	25 279	29.1(1)	60 258	5 604	29.1(2)	
transicionales	297.4	25 279	8.5	60 258	5 604	9.3	25-500 da
Empresarios	44.0	3 419	3.9(1)	6 548	620	3.2(2)	
pequeños	21.8	1 700	7.8	3 930	338	8.6	500-1250 da
medianos	17.9	1 414	7.9	1 309	116	8.9	
grandes	4.3	305	7.1	1 309	166	12.7	12 ha
Total	2 553.8	87 017	100(1)	564 789	19 220	100(2)	

da= días asalariados. (1)= total de agricultores a nivel nacional (2)= total de agricultores en la MC. SM= Semillas mejoradas.

Fuente: CEPAL, 1982

Aunque los campesinos representaban el mayor número de los utilizadores de semillas mejoradas, hay que ver que esta gestión no fue estable ni estaba consolidada. Se trataba de agricultores que, en su mayor parte, tienen pequeñas UP donde la producción estaba orientada hacia la solución de las necesidades alimenticias y hacia aquellos que sembraban ocasionalmente estas semillas, dejándolas mezclar con las autóctonas. El mercado más seguro estaba representado por los agricultores intermediarios (llamados transicionales por la CEPAL). Estos agricultores utilizaban mano de obra asalariada, conocían el valor de la tecnología y su producción estaba orientada hacia el mercado. Sin embargo, este mercado se extendía 30% del conjunto de los agricultores intermediarios. Respecto a esto último, la situación productiva de los empresarios agrícolas fue paradójica, pues se habría podido suponer que deberían estar en la vanguardia tecnológica utilizando las semillas mejoradas. Parece que no estuvieron bien convencidos de que estos OT permitirían generar buenas ganancias.

En lo que concierne a la situación de la producción de 654 980 agricultores de la Mesa Central censados, 19 220 habían sembrado maíz mejorado, lo que

representaba 2.9% del total de los agricultores. Los porcentajes de utilización de las semillas mejoradas por grupo de agricultores fueron similares a los del nivel nacional, pero las dos situaciones presentaron diferencias: el porcentaje de utilización de las semillas mejoradas fue más elevado en la Mesa Central en relación con las regiones donde se encontraron los agricultores intermediarios (9.3% en la Mesa Central contra 8.5% en el país) y los empresarios agrícolas (entre 8.8% y 12.7% en la Mesa Central contra 7.1-7.9% en el país). Sin embargo, el número de los agricultores intermediarios y de los empresarios fue más elevado en el país que en la Mesa Central. En todo caso, los comentarios que se han hecho para los agricultores del conjunto del país son válidos para los de la Mesa Central. Eso significa que los agricultores rechazaban volverse miembros de la red de maíz mejorado.

Cuarenta años después del comienzo de la fabricación de las semillas mejoradas, no puede negarse la existencia de la red sociotécnica del maíz mejorado, pero sus condiciones no satisfacen a los investigadores, a las instituciones científicas, ni a los agricultores que rechazan sembrar esas semillas.

En la parte siguiente, veremos por qué las técnicas de base para aumentar considerablemente la producción del maíz no son utilizadas por los agricultores de los Valles Altos del Estado de México.

**CAPÍTULO IV**  
**LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN-DIVULGACIÓN DEL**  
**MAÍZ EN LOS VALLES ALTOS DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**ENTRE 1985 Y 1993**

---

---

Según algunos genetistas, el impacto del mejoramiento genético del maíz se reflejaba, a principios de los años setenta, en dos hechos. En primer lugar, se estimaba que del total de tierras dedicadas al cultivo del grano entre 7% (Celis, 1985: 185) y 14% (Stakman, 1969: 71) se sembraban con semillas mejoradas.<sup>87</sup> En segundo, se suponían incuantificables impactos indirectos producto de la utilización de las semillas mejoradas. Según esta suposición, la combinación genética entre semillas mejoradas y variedades autóctonas acrecentaba el rendimiento general del maíz cultivado. Este mejoramiento ocurría cuando el polen de las plantas mejoradas por los genetistas fertilizaba los estigmas de las plantas locales provocando un incremento generalizado de la producción (Ángeles, 1994: c.p.r.).

En los capítulos precedentes, se ha analizado la producción de OT en el seno de las instituciones científicas sin estudiar en detalle el proceso de la transferencia y de la utilización de estos objetos. En este capítulo se abordará este tema; el interés se concentra en la problemática llamada corrientemente *divulgación o transferencia de técnicas* y que, de conformidad con las categorías desarrolladas en el apartado teórico, consiste en una deconstrucción de los

---

<sup>87</sup> Según la CEPAL, en 1940, la utilización de semillas mejoradas alcanzaba en México 3.4% del total de unidades de producción (CEPAL, 1982). Para Rodolfo Echeverría, en 1988, el uso de fertilizantes era de 70%, en tanto que las semillas mejoradas se sembraban entre 26 y 32% de la superficie nacional (Echeverría, 1988).

OT, durante la cual un proyecto técnico es o adoptado y adaptado por vastos sectores de utilizadores, o dejado en estado de pretensión de validez.

Asimismo, se tratarán los debates de una comunidad científica preocupada por enlazar la técnica agrícola disponible y los agricultores. Se analizará la puesta en escena de los dispositivos de la divulgación técnica como fuente para resolver la problemática de la producción de maíz en los años ochenta. Se estudiarán las negociaciones para divulgar las técnicas modernas, para incrementar la producción de maíz en los Valles Altos del Estado de México, entre 1990 y 1993. Finalmente, se estudiará el grado de adopción de semillas mejoradas en los Valles Altos del Estado de México y de una de sus comunidades a partir del análisis de la actuación de un programa de divulgación de técnicas modernas.

La negociación de la investigación-divulgación en los Valles Altos del Estado de México está mediado por consideraciones de política estatal. De hecho, los seis estados de la Mesa Central han tenido proyectos de desarrollo rural y de divulgación agrícola diferentes. Para mostrar las negociaciones entre divulgadores y agricultores no fue posible extender las observaciones más allá de los proyectos de investigación-divulgación de amplitud estatal. En cambio, se estudió el caso de un proyecto de divulgación representativo de la política de divulgación agrícola estatal en la Mesa Central. Por tal motivo, se escogió el caso de la divulgación agrícola del Estado de México. En favor de esta decisión, se tomó en consideración que este estado tiene su propio instituto de investigación agrícola y en él se encuentran las sedes del CIMMYT, del Centro de Investigación de la Mesa Central del INIFAP y de varias instituciones de enseñanza e investigación. Además, el Estado de México produce 20% de la producción nacional de maíz, lo que le permite ocupar el primero o el segundo lugar de los estados más productivos de México.

Con el fin de poder estudiar el grado de utilización de las técnicas modernas al nivel de una localidad agrícola, se tomó el caso de San Pedro la Concepción considerando que ahí se sitúa el centro del valle de Toluca y que ahí se encuentran agricultores que participaron en el programa de divulgación de las técnicas de maíz desde 1990.

## **1. LA PUESTA EN ESCENA DE LA DIVULGACIÓN TÉCNICA COMO FUENTE PARA RESOLVER LA PROBLEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LOS AÑOS OCHENTA EN MÉXICO**

Al final de los años setenta, la discusión en política agrícola se basó en cuatro hechos: 1) la importación de granos alimentarios alcanzaba cinco millones de toneladas, de las cuales dos millones correspondían al maíz; 2) el consumo de maíz (13.9 millones de toneladas), las importaciones del grano, habían aumentado 200% entre 1966 y 1980 (Calva, 1988: 12-47); 3) el consumo *per cápita* de maíz era del orden de 191.4 kg/año (o sea 1/2 kg por día) y los especialistas no preveían una reducción significativa de este consumo; 4) las importaciones de grano tenían como origen los Estados Unidos, hecho que inquietaba a los políticos y especialistas mexicanos.

En esta época, los políticos llamaron a esos hechos como la *pérdida de la soberanía alimentaria nacional* a la que convocaron afrontar y resolver. El gobierno solicitó al país aumentar la producción nacional de granos con el fin de asegurar el bienestar nutricional de la población mexicana. El desafío fue encauzado institucionalmente en el Sistema Alimentario Mexicano (SAM) que debería tratar el problema de la alimentación a corto y largo plazos (OAP, 1979). Para adecuar este problema de la soberanía alimentaria con el del aumento de la producción, la técnica jugaba un papel privilegiado. Con el SAM, la relación técnica agrícola/producción agroalimentaria se convirtió en una cuestión de soberanía nacional.

Desde fines de los años setenta, los políticos, los funcionarios de las secretarías ligados a la producción agrícola y los de la banca central, así como los científicos y otros actores, estudiaban la posibilidad de aplicar las técnicas agrícolas disponibles para acrecentar significativamente la producción de maíz y no depender más de las importaciones de maíz norteamericano. En este sentido, las discusiones se organizaron en tres temas: 1) la técnica para acrecentar la producción de maíz existe en otros países, sólo se necesita importarla; 2) la técnica existe en México, pero dispersa; entonces hay que juntarla y adecuarla para cada región del país; 3) la técnica existe en México, pero hay que difundirla eficazmente entre los agricultores.

Antes de analizar el programa de divulgación que se escogió como caso para ilustrar la recepción de los frutos de la manipulación científica del maíz en los

Valles Altos del Estado de México, se abordarán los programas que le antecedieron y de los cuales se retomaron algunas de sus características. Primero se revisará el Programa de Incremento de la Producción de Maíz (PIPMA) que funcionó de 1981 a 1989 y fue coordinado por el Banco de México (BM) y, enseguida, el Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología (PRONAMAT), que funcionó entre 1987 y 1989 coordinado por el INIFAP.<sup>88</sup>

### **1.1. Programa de incremento de la producción de maíz (PIPMA)**

Normalmente, el Banco de México tiene barreras para actuar en forma directa sobre el desarrollo productivo sin oponerse a los intereses de la Secretaría de Agricultura. Sin embargo, en el contexto de los años ochenta, los altos funcionarios de la banca central tuvieron la oportunidad de volverse indispensables en la loable tarea de resolver el problema de la falta de producción de maíz y de mostrar a los políticos su sensibilidad y atención a las innovaciones de otros países para resolver problemas internos. Demostraron también que es posible importar técnicas en vez de granos alimenticios. De esta manera, los funcionarios del banco central aprovecharon la oportunidad de emplear dinero para obrar eficazmente en favor del aumento de la producción de maíz por medio de su brazo agrícola llamado *Fideicomisos Instituidos Relacionados con la Agricultura* (FIRA).

Para los banqueros del FIRA, la identidad de los agricultores es la de personas que no poseen técnica adecuada ni los créditos suficientes y oportunos para producir. Este déficit técnico y financiero impide a los agricultores acrecentar sus rendimientos. Además, la identidad de la técnica empleada por los productores es caracterizada por su antigüedad o simplemente por su ausencia. La primera categoría se aplica a las antiguas semillas autóctonas y la segunda, a la ausencia de máquinas pesadas y precisas, así como de fertilizantes foliares para nutrir bien las plantas y de pesticidas eficaces contra las plagas.

Los propósitos del FIRA implican que la *transferencia* de técnicas modernas y la disponibilidad del crédito son premisas indispensables para incrementar la producción de las fincas agrícolas. En este nudo conceptual, el FIRA

---

88 El INIFAP es el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, fue organizado en 1985 integrando en una sola institución el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF).

consolidaba su identidad como inversionista y rechazaba la de investigador agrícola para evitar confrontaciones con la burocracia agrícola.

Partiendo de las medidas administrativas de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y siguiendo la política agrícola diseñada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos con el fin de aumentar la producción de los principales cultivos agroalimentarios de temporal, el FIRA elaboró un proyecto integral de producción de maíz denominado Programa de Incremento de la Producción de Maíz (PIPMA) (Acevedo y González, 1987: 2).

Una vez que el FIRA tuvo el consentimiento de los altos funcionarios del Banco de México para participar en la solución técnica de la crisis agroalimentaria, el FIRA compró a Hungría un dispositivo de interposición que asocia el dinero, la técnica moderna, los agricultores y divulgadores en una estructura unitaria de trabajo de aplicación intensiva de capital. En 1981, el Banco de México (BM) por medio del FIRA, contrata la Empresa de planificación y de inversión agrícola de la industria alimentaria de Budapest (AGROBER) para aplicar un proyecto integral de aumento substancial de la productividad de maíz (Acevedo y González, 1987: 2). Se trataba de juntar en un espacio de 500 a 1 000 hectáreas una técnica de punta, un crédito puntual y una asistencia técnica intensiva.<sup>89</sup> El dispositivo comprado tomó el nombre de Programa de Incremento de la Producción de Maíz (PIPMA).

El BM consideraba que el PIPMA podía proveer asistencia técnica intensiva y oportuna para 2.5 millones de hectáreas de maíz. Consideraba que si el rendimiento medio alcanzaba 3.5 toneladas/hectárea se podían producir 8.75 millones de toneladas del grano y de esta manera no depender más de la onerosa importación de maíz.

Aunque el contrato de AGROBER caducó en 1983, el FIRA continuó por su cuenta el PIPMA. Aquel año, este programa funcionó en 23 de los 32 estados del país (Acevedo y González, 1987). Según Acevedo y González, la falta de homogeneidad de los nuevos grupos de agricultores y de divulgadores debilitó

---

89 "La tecnología de AGROBER implicaba, entre otros, los siguientes supuestos: a) un diagnóstico exhaustivo de la región y de la unidad de producción, b) la utilización de máquinas de alto poder y precisión, c) la realización oportuna de las labores culturales, d) la integración de áreas de diversas UP manejándolas bajo una sola administración, e) la selección rigurosa de genotipos de siembra, f) la organización colectiva de los productores participantes, g) la incorporación de esquilmos al suelo y, h) la utilización intensiva de pesticida" (Acevedo y González, 1987: 3).

la disciplina del programa, de manera que en 1989 el programa concluyó sus actividades. En cierta medida, este dispositivo interesó a varias instituciones, quienes desearon continuar experiencias similares.

En el Estado de México, el PIPMA incitó al Banco Nacional de México (BANAMEX) a crear el programa *Paquete de alta tecnología para el maíz BANAMEX*. En 1989, BANAMEX-Estado de México dio fondos para cultivar 262 hectáreas de maíz utilizando semillas mejoradas, fertilizantes foliares, máquinas agrícolas pesadas y asegurando económicamente los cultivos (BANAMEX, 1990: 1-8).

## **1.2. Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología (PRONAMAT)**

En 1986, el INIFAP puso en marcha el proyecto PRONAMAT como una tentativa ejemplar para asociar objetos técnicos, demandas de los políticos, supuestos técnicos del PIPMA y agricultores.

El surgimiento del PRONAMAT planteó cuatro problemas: 1) la eficacia de la tecnología desarrollada por el INIFAP fue cuestionada por las instituciones responsables del desarrollo agrícola; 2) contrariamente, el INIFAP consideraba que el desorden institucional enmascaraba la responsabilidad de cada institución en la crisis agroalimentaria y que esta desorganización impedía poner en evidencia el alto desempeño de las técnicas generadas por el INIFAP durante las últimas décadas; 3) la Secretaría de Agricultura reconocía el aislamiento de la Secretaría y del INIFAP respecto a los agricultores (Turrent, 1994: c.p.r.); 4) los agricultores comerciales no estaban interesados en invertir en tecnología, pues la tasa de ganancias del cultivo no les permitía ahorrar y los agricultores tradicionales se interesaban en obtener una producción alimentaria suficiente sin gastar en tecnología.

En 1986, Antonio Turrent fue nombrado Vocal Ejecutivo del INIFAP. Esta designación no respondía a una lógica científica ni política determinada. Ni el enfoque de sistemas de producción agrícolas del que él era portador, ni un mandamiento científico específico de los políticos fueron elementos decisivos en su designación. El elemento definitorio fue la relación académica y personal que mantenía con el Subsecretario de Agricultura, Manuel Villa Issa desde los años setenta, época en que este último hacía su tesis doctoral estudiando la eficacia económica de ecosistemas de producción de la agricultura de

subsistencia (Villa, 1976a: 223 y 1976b). De cualquier manera, este nombramiento significó el otorgamiento de un espacio de negociación que en manos de su detentor podía ponerse al servicio de una lógica científico-técnica y desembocar en la implementación de un centro de hibridación. En este sentido puede afirmarse que, independientemente del origen de un espacio de negociación, éste debe emplearse para el desarrollo de un centro de hibridación que corresponda con los intereses de los actores y del poder del detentor del espacio de negociación.

En el momento de su designación, Turrent recibió dos consignas: “generar la tecnología que necesita el país” y “poner fin al descrédito del INIFAP” (Turrent, 1994: c.p.r.).<sup>90</sup> Como en tiempos del PAM, algunos políticos acuerdan un espacio de negociación dejando en manos de los científicos la tarea de darle contenido a las temáticas técnicas y que puedan negociar con otros actores. En la historia que nos ocupa, las consignas que recibió Turrent daban un margen de maniobra amplio en la medida que la primera consigna no delimitaba una temática específica, y la segunda le solicitaba un trabajo de divulgación para hacer del INIFAP un producto socialmente útil.

No es ningún misterio que los actores recurran a sus experiencias precedentes para ofrecer respuestas a nuevos desafíos, esa es la razón que explicaría por qué el nombramiento de Turrent como responsable del INIFAP marca el inicio de otra etapa, en la que una parte importante del trabajo del INIFAP fue centrado en la movilización de las técnicas para el maíz de los Valles Altos de México. El espacio de negociación del INIFAP entre 1986 y 1988 se concentró en traducir el interés de los políticos por mostrar las técnicas disponibles en el INIFAP para incrementar la producción de los granos alimentarios y acrecentar la imagen social del Instituto con la experiencia precedente de Antonio Turrent.

Para Turrent, el problema de la técnica para el maíz podía resolverse relativamente aprisa si se iniciaba la estrategia de evaluación puesta en escena por el Plan Puebla y el *método de campo* de la Productividad para juntar las innovaciones parciales en los *paquetes tecnológicos*, adaptados a las diversas

---

90 Antonio Turrent ha dicho: “mi llegada al puesto de Director del INIFAP no estaba asociado con la idea de avanzar un proyecto sobre el maíz. Además, en el momento que recibí el Instituto, el diagnóstico remarcaba que el INIFAP estaba desacreditado y que la Secretaría no obtenía los resultados técnicos que el país demandaba. De ese diagnóstico yo comprendía que faltaba mejorar la oferta tecnológica del Instituto (...) y aunque no había un mensaje específico para conducir los esfuerzos por venir (...) advertía que si el descrédito del Instituto no cambiaba, éste estaría en riesgo de desaparecer” (Turrent, 1994: c.p.r).

condiciones del país. En el fondo, el carácter único de los OT, de las disciplinas e innovaciones técnicas se basa en el carácter específico de las soluciones técnicas formuladas por los investigadores.

Los actores y sus respectivas acciones son identificados por Turrent en un esquema llamado Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología (PRONAMAT). Los actores identificados son la técnica, la tierra utilizada para el cultivo del maíz, los agricultores y las técnicas prestas a ser transferidas a los agricultores (Turrent *et al.*, 1989: 3). Dicho de otra manera, Turrent consideraba que la técnica para acrecentar la producción de la agricultura estaba dispersa, por lo que se imponía reunirla y adecuarla a cada región del país para divulgarla eficazmente a los agricultores.

El problema que Turrent afrontaba en el centro de hibridación tenía dos facetas. Primero, evaluar las técnicas disponibles en el INIFAP; luego, juntar estas técnicas y ponerlas a disposición de los agricultores. La evaluación de las técnicas disponibles en el Instituto se llamará PRONAMAT-científico<sup>91</sup> y el ensamble de las técnicas será nombrado PRONAMAT-operacional. Turrent explicó ambas facetas diciendo que

En el PRONAMAT-científico, el INIFAP actúa como protagonista central; en el PRONAMAT-operacional, el INIFAP asume el papel de miembro del equipo institucional del desarrollo agrícola. En la segunda faceta, la función del INIFAP, de acuerdo con su mandato institucional, es de perfeccionar la acción de los funcionarios y técnicos de las instituciones. La primera faceta define las posibilidades de producción, la segunda actúa para hacerlas reales (Turrent *et al.*, 1989).

Iniciar el PRONAMAT-científico sólo requería la autorización de la Secretaría de Agricultura. Por esta razón, el PRONAMAT-científico se volvió un centro de hibridación creado y explotado directamente por Turrent. Este centro le permitió instrumentar cuatro dispositivos de interposición: la regionalización de las tierras de cultivo, la potencialidad productiva de las técnicas para el maíz en el país y las tipologías de los agricultores y de los divulgadores de maíz (Turrent, 1993). Estos

---

91 "El PRONAMAT en su variante científica está orientada a estimar objetivamente las posibilidades de producción de maíz en el país. Él comprende el aporte productivo de la tecnología disponible; la calidad del recurso tierra consagrado al cultivo del maíz; las características de los productores de maíz, y las características de los profesionales responsables de la transferencia de técnicas a los productores" (Turrent *et al.* 1989: 3).

dispositivos pasaban por un paso obligado para mostrar la potencialidad productiva de las técnicas.

Turrent asignó las identidades de los cuatro actores señalados para permitir su colaboración en el establecimiento del PRONAMAT-científico y comenzar rápidamente la intervención e instrumentalización de los actores. En el ciclo otoño-invierno 1987-1988 y primavera-verano 1988, el equipo de Turrent evaluó las técnicas disponibles en el Instituto que podrían aplicarse a cerca de un millón de hectáreas de irrigación consagradas al cultivo del maíz. En 1989 y 1990, se evaluaron las técnicas para las tierras de cultivo de temporal de alto potencial productivo (cuadro 16). En el fondo, se trataba de evaluar el lazo entre las condiciones de las tierras consagradas al cultivo del maíz y las técnicas puestas a punto por el INIFAP.

Retomando el viejo método de campo, el equipo de Turrent llevó a cabo 504 experimentos, de los cuales 303 fueron en condiciones de irrigación y 201 en condiciones de agricultura pluvial de *muy buena* y *buena* productividad (cuadro 18).

Para las condiciones de irrigación, la diferencia entre los rendimientos de los experimentos con la técnica del INIFAP y con la de los agricultores vecinos alcanzaba 2.5 t/ha, mientras que para las condiciones de temporal de *muy buena* y *buena* productividad la diferencia era de 1.2 t/ha. Turrent quería mostrar que si la tecnología del INIFAP se aplicaba en los 2.79 millones de hectáreas más productivas del país, la producción podría acrecentarse en 4.59 millones de toneladas, lo que significaría una cantidad superior a las importaciones anuales de grano<sup>92</sup> (Turrent *et al.*, 1989).

---

92 El estudio de Turrent llegó a la conclusión que: "si se considera 6.0 millones de hectáreas, el potencial productivo de maíz sobrepasa los 21 millones de toneladas de grano y esta producción sería suficiente para garantizar la autosuficiencia de maíz hasta el siglo XXI" (Turrent *et al.*, 1989).

**Cuadro 18. Resultados de los experimentos y perspectivas de aumento de la producción nacional de maíz durante los ciclos 1988 y 1989**

Condición agrícola	Superficie (000 ha)	Rendimientos de los experimentos por tipo de técnicas (ton/ha)			Aumento de la producción (000 tons)
		INIFAP	No INIFAP	Diferencia	
temporal (1)	5 961	---	---	---	---
(1) muy buena productividad	917	4.1	2.9	1.2	1 100.4
(1) buena productividad	915	4.1	2.9	1.2	1 098.0
(1) productividad mediana	3 096	---	---	---	---
(1) productividad reducida	673	---	---	---	---
(1) tierras marginales	360	---	---	---	---
irrigada (2)	959	6.1	3.6	2.5	2 397.5
Total nacional (1+2)	6 920	---	---	---	4 595.9

201 experimentos corresponden a las tierras no irrigadas, de muy buena y de buena productividad, y 303, a las tierras irrigadas.

Fuente: Turrent *et al.*, 1989

Durante el mes de agosto de 1989, el INIFAP hizo una encuesta entre 4 877 productores que explotaban los mejores 2.78 millones de hectáreas consagradas al cultivo del maíz. De esta encuesta, el Instituto pretendía obtener algunas explicaciones sobre la diferencia productiva entre los rendimientos de los agricultores y de los científicos. Estos movilizaron los comportamientos productivos y técnicos de los agricultores, organizándolos en cuatro ejes principales: la disponibilidad de agua, el tipo de propiedad agrícola, el objetivo de la producción (comercial o para autoconsumo) y el tamaño de la unidad de producción (UP). Los resultados de la encuesta permitieron establecer algunos hechos sobre estos 1 977 productores y de sus 2.78 millones de hectáreas: *a)* existen cerca de 450 mil UP y la superficie media es del orden de 6.4 ha/productor; *b)* en cuanto a la utilización de las innovaciones técnicas por UP, 35% de éstas utilizan semillas mejoradas, 86% fertiliza con nitrógeno y 64% con fósforo; *d)* solamente 42% de las UP reciben asistencia técnica (Turrent *et al.*, 1989).

En el mismo año, 1989, el INIFAP llevó a cabo una encuesta para conocer el perfil de los 2 836 divulgadores de la Secretaría de Agricultura, responsables de la asistencia técnica de las 2.78 millones de hectáreas y de las mejores tierras sembradas de maíz. La información recabada puso de manifiesto el mediocre desempeño del servicio de divulgación, la debilidad de los lazos

entre el INIFAP y los divulgadores, su bajo nivel educativo (solamente 27% de ellos terminaron su licenciatura) y, más grave aún, de acuerdo con un examen de conocimiento presentado, tienen deficiencias en la utilización de los factores de producción del cultivo de maíz (Turrent *et al.*, 1989).

La interposición del equipo de Turrent, por medio de las encuestas, tiene la oportunidad de ratificar los supuestos de la disciplina de la Productividad y de fabricarse una actividad de investigación legítima. Esto fue descrito por Turrent de la manera siguiente:

la tecnología de alta productividad de maíz puesta a punto por el INIFAP no puede transferirse directamente a los productores, pues la amplitud de las opciones que esta tecnología implica desborda la capacidad de aplicación al nivel de finca. Esta tecnología debe entonces ser primero transferida a los agrónomos divulgadores y después a los agricultores (Turrent *et al.*, 1989: 29).

El equipo de Turrent trataba de establecer una red de objetos técnicos, de divulgadores, de productores y de instituciones, de tal manera que cada elemento brinde y condicione una función estable para que el avance de la red sea permanente. El trabajo de juntar los elementos en un solo arreglo simplificado era la especialidad de la Productividad. Se trataba de reducir los márgenes de maniobra de las diferentes opciones individuales y tomar partido por un arreglo interdisciplinario único con pretensiones de validez holísticos.

El impulso que Turrent daba al PRONAMAT y al INIFAP tenía una gran debilidad. El espacio de negociación, que como hemos dicho anteriormente es también un tiempo de negociación, dependía del tiempo que Manuel Villa Issa pudiera mantenerse en su puesto de subsecretario, y este momento ocurrió en 1988, justo cuando el periodo presidencial llegó a su fin. La evicción de Villa Issa de la Secretaría de Agricultura y de Turrent de la dirección del INIFAP fueron hechos tan intempestivos como su llegada. Este cambio administrativo en la Secretaría provocó el aborto del PRONAMAT-científico.

Si alguna nota hay que agregar a la historia de la relación entre la política y las ciencias agrícolas mexicanas, habría que remarcar que en la aparición y el desmantelamiento del PRONAMAT, los aspectos científicos y técnicos no jugaron un papel verdaderamente importante (Turrent, 1994: c.p.r.). En efecto, al final del sexenio, el PRONAMAT no era contestado científicamente, ni

cuestionado el prestigio académico del doctor Turrent. Así, el PRONAMAT-científico sería eliminado sin una evaluación académica, sin tener la crítica racional correspondiente y sin una política científica de reemplazo. En el nacimiento y muerte del PRONAMAT, ningún misterio científico-técnico falta por descubrir; otros científicos ocuparán y desocuparán la dirección del INIFAP de una manera tan irracional (en el sentido weberiano) como la de Turrent.

Después de la partida de Turrent, el PRONAMAT vivirá en 1989 su último año y el PRONAMAT-operacional sería definitivamente desechado. En el plano nacional, los posibles aliados del PRONAMAT no tuvieron la posibilidad de explotar la viabilidad técnica del PRONAMAT-operacional.<sup>93</sup> En el plano estatal, las negociaciones del PRONAMAT variaron de un estado a otro. Sólo los actores de los estados de Veracruz y de México estuvieron interesados en los propósitos de este programa. En esta investigación se abordarán las negociaciones que tuvieron lugar en el Estado de México para aplicar los supuestos del PRONAMAT-operativo, como alternativa para resolver la problemática de la transferencia y la adopción de las técnicas en el cultivo del maíz.

### **1.3. El PRONAMAT en el Estado de México<sup>94</sup>**

En 1988, en el marco del PRONAMAT-científico, los investigadores establecieron 13 experimentos de terreno tratando de mostrar la potencialidad de la tecnología disponible en el INIFAP y el Instituto de Investigación Agrícola del Estado de México (ICAMEX). En 1989 se establecieron 14 experimentos de divulgación donde los investigadores obtuvieron rendimientos, entre 2.2 y 1.9 ton/ha, superiores a los reportados por los productores vecinos para condiciones de irrigación y sequía, respectivamente (Reyes *et al.*, 1990).

---

93 Los resultados del PRONAMAT-científico fueron presentados a los funcionarios de la Secretaría de Agricultura en 1990 con la idea de implantar el PRONAMAT-operativo en al menos los ocho estados donde la producción de maíz es importante nacionalmente (Díaz y Espinosa 1991: 34; Peña y Ramírez, 1993).

94 El antecedente más reciente del PEPMA es el programa Paquete de alta tecnología para el maíz BANAMEX, creado por el Banco Nacional de México (BANAMEX). El programa funcionó entre 1990 y 1991 (Muciño, 1994: c.p.r.). A diferencia de los institutos de investigación que se interesan en la adopción de innovaciones como una estrategia de desarrollo de la producción y social, el objetivo del programa BANAMEX respondía al interés de la banca de permitir a sus clientes pagar sus créditos (Muciño, 1994: c.p.r.).

Los experimentos de Turrent en el Estado de México le permitirían hacerse una vez más un lugar como representante de un grupo de investigación y de objetos técnicos.

En 1990, el PRONAMAT se extendió a los distritos agrícolas de Texcoco, Zumpango, Jilotepec y Atlacomulco.<sup>95</sup> En 1990 y 1991, los trabajos del PRONAMAT estaban guiados por los investigadores de Productividad. Estos experimentos consistían en una parcela de terreno que combinaba la investigación y la divulgación (Albarrán, 1993 y 1994: c.p.r.). “En esta época, —reconoce el especialista de productividad, Miguel Albarrán— los trabajos del PRONAMAT tenían por objetivo convencer a los políticos de la importancia de apoyar un vasto programa de promoción de la producción de maíz en el Estado de México” (Albarrán, 1994: c.p.r.). 1991 fue el último año en el que la investigación de productividad se realizó bajo el auspicio del PRONAMAT.

## **2. PROGRAMA ESPECIAL DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN EL ESTADO DE MÉXICO (PEPMA)**

Las negociaciones acerca de la divulgación de las técnicas del maíz entre 1990 y 1993 en el marco del PEPMA, comienzan en 1989 y están marcadas por los hechos siguientes: *a)* la anulación de los programas PIPMA y PRONAMAT-científico; *b)* el nacimiento del programa gubernamental de inversiones para impulsar la modernización de la agricultura, por medio del Fideicomiso para el apoyo de los proyectos agrícolas de alto riesgo (Programa de Riesgo Compartido, FIRCO) y que tenía por objetivo apoyar la construcción de infraestructura rural y la modernización de los procesos productivos de los agricultores de granos alimenticios; *c)* el deseo de BANAMEX para invertir en el cultivo de maíz por medio del programa de alta tecnología BANAMEX; *d)* el interés del gobierno estatal de llevar recursos financieros y técnicos a la agricultura estatal; *e)* el interés del equipo Turrent de no perder la oportunidad de continuar los experimentos del PRONAMAT-científico y de pasar a la implantación del PRONAMAT-operacional; *f)* las expectativas de los investigadores del Instituto de Investigación y Divulgación Agrícola, Piscícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) de poder mostrar la utilidad científico-técnica de un instituto de investigación estatal.

---

95 Administrativamente, el Estado de México está dividido en ocho distritos agrícolas, siendo Atlacomulco, Toluca, Zumpango y Texcoco los principales productores de maíz.

De conformidad con el cuadro teórico que orienta la presente investigación, la divulgación es una etapa inseparable del conjunto del proceso de construcción de los objetos técnicos. Ahora se abordará el programa de divulgación para el maíz llamado Programa Especial de Producción de Maíz (PEPMA) con las mismas herramientas que se han analizado los proyectos de investigación de las décadas precedentes.

La divulgación de las técnicas en el PEPMA había tenido como antecedentes las investigaciones del PRONAMAT, las experiencias directas de divulgación del PIPMA y las experiencias del Plan Maíz en los años 1971-1975.

Esta parte de la historia comienza en octubre de 1989, cuando el Director de BANAMEX invita al Gobernador del Estado de México, al Secretario Federal de Agricultura y al de la Reforma Agraria a observar los resultados del programa tecnológico de BANAMEX que funcionaba en 262 hectáreas del valle de Toluca (Álvarez, 1993 y 1994: c.p.r.).

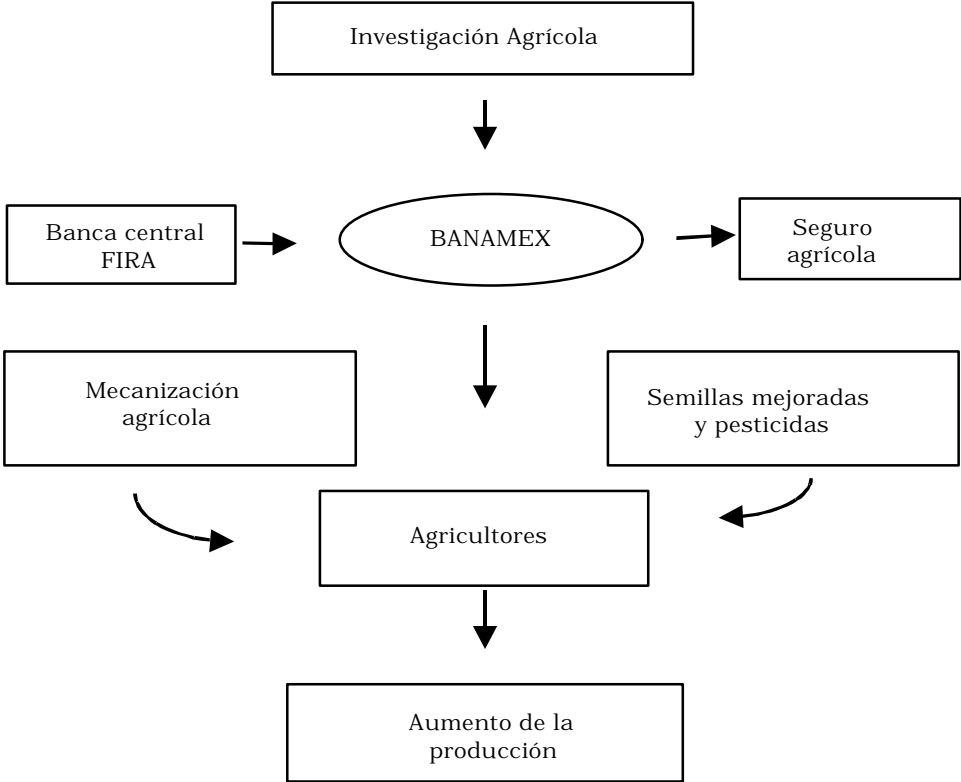
En esta ocasión, los funcionarios observaron los cultivos y, aunque no comprendían muy bien lo que significan buenas plantas de maíz, los técnicos estaban allí para traducir todos los datos científico-técnicos en categorías susceptibles de comprensión política. Además, los agricultores confirmaban su satisfacción por los resultados que la aplicación de la tecnología BANAMEX había producido. A partir de esta visita, los políticos se pusieron de acuerdo para validar una problematización, una definición de actores y una distribución de los papeles a jugar por los diferentes actores.

Los resultados ejemplares del programa tecnológico BANAMEX daba una respuesta a la pregunta: ¿es posible acrecentar la producción de maíz en el Estado de México? Esta vez, una hipótesis sociotécnica fue construida partiendo de una solución técnica. Los actores del programa fueron definidos empíricamente: políticos federales y estatales de la agricultura, banqueros, divulgadores, agricultores y paquetes técnicos modernos.

Para los políticos, la respuesta a la cuestión de acrecentar la producción fue respondida durante el trayecto de su visita a los experimentos de BANAMEX. Hacía falta, entonces, que los actores puestos en escena

aceptaran los desplazamientos señalados por el modelo técnico BANAMEX para tratar de repetir los resultados de los banqueros en todo el estado. Ahora bien, el poder de los políticos no tenía razones suficientes para reproducir el modelo de producción BANAMEX a nivel estatal. Se necesitaba que las leyes del maíz y la voluntad de los agricultores, de los científicos y de las instituciones actuaran de manera parecida a la experiencia ejemplar que tenían ante su vista en todas las zonas maiceras. Desde este punto de vista, lo que los políticos vieron en la visita eran hipótesis de crecimiento de la producción de maíz.

**Figura 23. El programa de alta tecnología de maíz BANAMEX**



Fuente: BANAMEX, 1990

Cuando los políticos aceptaron la implantación de un programa de divulgación de las innovaciones, aceptaron implícitamente que los dispositivos de interposición tomarían el modelo de BANAMEX. Eso quería decir que la institución responsable del programa recibiría y juntaría las innovaciones técnicas del INIFAP y del ICAMEX, los recursos financieros del Banco central, el seguro agrícola para proteger económicamente los cultivos y los aplicaría en los terrenos de los agricultores. El nuevo programa pretendía extrapolar el modelo del programa de alta tecnología de maíz BANAMEX, expuesto gráficamente en el esquema de la figura 23.

La implantación del programa de divulgación para el maíz planteaba un problema a los políticos. ¿Quién podía coordinar este programa de transferencia de técnicas agrícolas? Los políticos respondieron buscando una persona que conociera bien la problemática técnica del maíz y coordinara el esfuerzo multi-institucional de tal envergadura, además de que fuera capaz de guiar esta experiencia. La cuestión los llevó a confiar el programa al Maestro en Ciencias Aristeo Álvarez Arratia,<sup>96</sup> quien era el director del Centro de Investigación Estatal Agrícola (ICAMEX),<sup>97</sup> persona reconocida como especialista del maíz. Designado el director del PEPMA, los políticos crean alrededor de la figura de Álvarez un espacio de negociación consagrado a la divulgación de técnicas modernas para el maíz.

Reteniendo la experiencia ejemplar de BANAMEX como la solución para avanzar la producción de maíz y nombrando a Álvarez como funcionario responsable del mencionado programa, los políticos aceptaron una solución técnica única, rechazando por consiguiente experiencias que juzgaron no oportunas. Así, no aceptaron la participación de los tecnólogos del FIRA y la experiencia del PIPMA y de los científicos del INIFAP y su propuesta del

---

96 El M. en C. Aristeo Álvarez Arratia tuvo una formación sólida en la transferencia de tecnología trabajando en el Programa de Divulgación del Plan Puebla. En 1970 el gobierno del Estado de México solicitó al doctor Wellhausen (coordinador del CIMMYT y corresponsable del Plan Puebla) dos personas para iniciar un programa para incrementar la producción de maíz. El Plan Puebla envió al ingeniero Raúl Castillo Lozoya como responsable de investigación y al M. en C. Aristeo Álvarez como responsable del Programa que llevaría por nombre Plan Maíz. Este Plan funcionó entre 1971 y 1975.

97 El ICAMEX es la institución estatal de investigación agrícola que tiene sus antecedentes en el Departamento de Investigación Agrícola creado en 1953 como parte del acuerdo entre la FR y el gobierno del Estado de México. El Departamento de Investigación Agrícola había podido sobrevivir hasta 1988, a pesar del raquítico presupuesto destinado a su actividad. Después de 1978, había comenzado a seleccionar las variedades autóctonas, y en 1990 liberó algunas variedades de polinización libre. Sin embargo, esas variedades no fueron registradas oficialmente en el registro de plantas y variedades.

PRONAMAT-operativo.<sup>98</sup> Con esta decisión, los políticos hicieron mutis de los antecedentes de divulgación del maíz y consideraron que el flamante programa era propiedad intelectual del BANAMEX.

La contratación de Álvarez en el puesto de coordinador del programa fue, como en otros casos, el ejercicio del poder para que los científicos resolvieran problemas políticos; de esta manera, la actividad científica estaba destinada a hacer compatibles las demandas políticas y las ofertas científico-técnicas que Álvarez había desarrollado como coordinador del Plan Maíz en los años setenta. La designación de Álvarez tuvo la pretensión de delimitar claramente los actores, los dispositivos de interposición y el espacio de negociación.

La designación de Álvarez como coordinador general y técnico del programa requería precisar el lugar institucional del programa. Considerando que el espacio de negociación había sido creado en la figura de Álvarez, la operación del programa tuvo al ICAMEX como centro de hibridación. Así, a fines de 1989 Álvarez lanza el *Programa especial de producción de maíz del Estado de México* (ICAMEX, 1990) donde propone problemas a resolver, define los actores, sus identidades y funciones. En este contexto, Álvarez considera que la problemática de la mediocre producción de maíz depende de la “inexistencia o la exigua asistencia técnica, de la ganancia mínima del potencial del rendimiento de las semillas mejoradas” (Álvarez, 1990: s/p) y de la disfuncionalidad de los servicios del crédito agrícola (PROSA, 1991: 2).

El equipo de Álvarez introduce como actores a la técnica, incluyendo las semillas del ICAMEX (cuadro 19), los divulgadores, los agricultores, las instituciones financieras y los colegas.

Según Álvarez, la técnica desarrollada por los institutos de investigación no será transferida ni adoptada por los agricultores si no corresponde a las necesidades de una región determinada, o si no es bien difundida por los programas de divulgación (Álvarez, 1990: 1). También se afirma que la técnica tiene un costo que ha sido pagado por el gobierno y que este

---

98 Hay que considerar que en el momento en el que nacía el PEPMA, Turrent no había presentado oficialmente el PRONAMAT-operativo al nuevo Ministerio de la Agricultura. No es sino después que él propondría el PRONAMAT-operativo en ciertos estados (Díaz y Espinosa, 1991: 34).

subsidio debía eliminarse gradualmente. Los divulgadores no tenían mucha experiencia ni conocimientos actualizados. Las instituciones financieras y de seguros no eran del todo eficaces para apoyar a los agricultores de maíz. Los agricultores no utilizaban las técnicas modernas de producción, pues no estaban bien difundidas. Los colegas científicos discutían y luchaban para controlar sus espacios de poder científico y político.

**Cuadro 19. Rendimientos de las variedades mejoradas y de los híbridos más utilizados en el valle de Toluca**

Materiales formados por el INIFAP		Variedades formadas por ICAMEX	
Material	ton/ha	Variedad	ton/ha
V-22	5.8	Acambay	7.3
V-23	6.7	Almoloya	7.1
H-28	6.4	Am, zanahoria	7.2
H-30 <sup>1</sup>	7.1	Ixtlahuaca	7.7
H-32 <sup>1</sup>	7.0	V-11	7.8
H-34	7.3	V-105	7.5

<sup>1</sup> Híbrido formado mediante un acuerdo entre el INIFAP y el Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado de México.

Fuente: GEM-FIRCO 1990: 2

Inspirado por las experiencias del plan maíz y algunos elementos de la experiencia del PIPMA, el equipo ICAMEX construyó un conjunto de dispositivos de transferencia de técnicas. Se trataba de: *a)* concentrar el esfuerzo de divulgación en las áreas agrícolas más productivas; *b)* aplicar los paquetes de alta tecnología validados por el INIFAP y el ICAMEX; *c)* establecer *unidades de divulgación* (UD) de entre 300 y 500 hectáreas atendidas por *consejero técnico* (término adoptado por el PEPMA para nombrar a los divulgadores); *d)* crear un *comité decisional* compuesto por los agricultores, el consejero técnico y un representante de la institución financiera, y *e)* pagar una parte equivalente de los costos del programa con los recursos de los agricultores. Los puntos *a* y *b* fueron retomados del Plan Maíz, los puntos *c*, *d* y *e*, del PIPMA y la definición de la parte alícuota a pagar por los agricultores fue asignada por el gobierno como parte del programa neoliberal de privatización de bienes y servicios.

Este conjunto de dispositivos representaba las hipótesis sobre la identidad de los actores. Así, los dispositivos suponían que los *paquetes técnicos* de los colegas del INIFAP no ofrecían los rendimientos experimentales si no eran aplicados en tierras productivas, si las Unidades de divulgación no eran adecuadamente vigiladas y si sus áreas supervisadas excedían las 500 hectáreas. La coordinación interinstitucional no funcionaba si, en los *comités de decisiones*, los agricultores no estaban representados. Los agricultores no consideraban la asistencia técnica como un factor de producción, por lo que rechazaban pagar una parte de los costos de la divulgación. Igualmente, si los paquetes técnicos no eran de alta tecnología, la participación de los divulgadores profesionales no sería necesaria. Además, si la utilización de la técnica no acrecentaba la producción, los agricultores no estarían interesados en utilizarla y los otros actores no tendrían sus espacios de negociación ni sus centros de hibridación.

Enseguida se verá la evolución de una comunidad de expertos de la investigación y de la divulgación que se organizó para promover las técnicas científicas para el cultivo del maíz. Aunque el periodo de vida del PEPMA fue sólo de cuatro años, las controversias fueron muy intensas y complejas. Durante su funcionamiento, hubo cambios de dirección técnico-administrativa cada año, lo que generó disputas y negociaciones de todo tipo. De acuerdo con los cambios en los dispositivos de divulgación y de las negociaciones de los actores, la experiencia de divulgación de las técnicas de alto desempeño en los Valles Altos del Estado de México se divide en dos etapas evolutivas. La primera entre 1990 y 1992 y la segunda entre 1992 y 1993.

## **2.1. Definición y coordinación de las acciones de divulgación por el PEPMA entre 1990 y 1992**

### ***2.1.1. El PEPMA-1990***

Cuando el gobierno aceptó el proyecto del director del ICAMEX de poner en camino el PEPMA, se escogieron los distritos agrícolas de Toluca y Atlacomulco para ensayar el programa, bajo el argumento de que en ellos se encuentra 50% de las tierras del Estado de México dedicadas al cultivo del maíz, de las cuales 57% son *de muy buena productividad* y 59% de tierras irrigadas (cuadro 20).

**Cuadro 20. Hectáreas de maíz por condición de humedad y de productividad de los distritos de Toluca y de Atlacomulco, superficies del Estado de México y del PEPMA (1990)**

Condición	Distritos		Total de los Distritos	Total del Estado
	Toluca	Atlacomulco		
Total	173 885	154 804	328 689	674 210
Temporal	132 430	134 005	264 435	569 478
Irigada	41 455	20 799	62 254	104 732
Alta prod. (1)	54 382	79 906	127 288	222 191
Sup. PEPMA-90	16 456	12 294	28 750	28 750
% PEPMA1	30.2	16.8	22.5	12.9

(1) Muy buena productividad

Fuentes: SEDAGRO-SARH; Reyes, 1990; Dirección General de Economía Agrícola, 1979, y SEDAGRO, 1992

Álvarez trató de reunir en una sola acción concertada los factores siguientes: a) 738 toneladas de semillas de maíz mejorado (cuadro 21), incluidas las variedades seleccionadas por el propio ICAMEX (cuadro 19); b) 28 750 hectáreas (lo que representa 22.5% del total de los dos distritos de tierras de muy buena productividad) (cuadro 20); c) 72 divulgadores contratados con el presupuesto del PEPMA; d) 28 750 Agricultores (cuadro 22); e) fondos federales de la Secretaría de Agricultura para pagar la asistencia técnica en 28 750 hectáreas y 8 927 agricultores del PEPMA (cuadros 20 y 22), así como fondos del gobierno estatal (CODAGEM) para pagar la asistencia técnica del programa y los créditos para financiar el proceso de producción de 866 agricultores; f) créditos de los bancos BANRURAL, BANAMEX y SOMEX (cuadro 22), y g) movilización de los colegas del INIFAP, principalmente aquellos de la disciplina de la Productividad. He aquí algunas características de los actores del PEPMA-1990.

a) Según la densidad de siembra recomendada por los institutos de investigación (25 kg/ha), las 718 toneladas de semillas mejoradas serían suficientes para sembrar la totalidad de las tierras programadas por el PEPMA. Sin embargo, los sondeos probaban que solamente 7% de los agricultores utilizarían semillas mejoradas.

b) Los datos producidos por la empresa PROSA mostraron que el aumento de los rendimientos en las fincas de entre 5 y 10 hectáreas alcanzó 44%; este crecimiento (el rendimiento pasó de 1.59 a 2.29 ton/ha) podía ser atribuido a la divulgación por el PEPMA (figura 24). Sin embargo, los rendimientos más elevados han sido notados con los agricultores que explotaban fincas de 25 ha (entre 3.23 y 3.56 ton/ha).

**Cuadro 21. Disponibilidad de semillas mejoradas de maíz para el ciclo 1990, por empresa o institución y superficies probables por sembrar<sup>1</sup>**

Semilla	ASPROS	ICAMEX	PRONASI	INIFAP	Total	Sup. a sembrar (ha)
A. zanahoria	30	40	-	-	70	2 800
Ixtlahuaca	90	70	-	-	160	6 500
Santiago Yече	15	21	-	-	36	1 440
V-105	20	-	-	-	20	800
V-23	-	-	114	1	115	4 600
V-18	25	-	-	-	25	1 000
Aspros 720	40	-	-	-	40	1 600
VS-11	-	4	-	-	4	160
Acambay	-	5	-	-	5	200
Almoloya de Juárez	-	10	-	-	10	400
H-28	-	-	149	-	149	5 960
H-30	-	-	87	-	87	3 480
H-127	-	-	6	-	6	240
H-129	-	-	7	-	7	280
H-34	-	-	-	3	3	120
H-137	-	-	-	1	1	40
<b>TOTAL</b>	<b>220</b>	<b>150</b>	<b>363</b>	<b>5</b>	<b>738</b>	<b>29 520</b>

<sup>1</sup> Densidad de siembra de 25 kg/ha, según las recomendaciones de los institutos de investigación. Fuente: BANAMEX, 1990. "Plan paquete alta tecnología en maíz"

La asociación de la técnica y de la superficie de las fincas por medio de la divulgación permite suponer que hay una relación inversa entre la talla de las fincas que pasan las 7 u 8 ha y las innovaciones aportadas por los divulgadores. Por el contrario, no se puede afirmar que la relación directa

entre la talla de las fincas de entre 1 y 7 ha y el aumento del rendimiento sea causado por el efecto de divulgación de las innovaciones.

c) Una encuesta del programa de productividad del INIFAP, llevada a cabo entre los 72 divulgadores del programa de asistencia técnica ordinaria, ponía en evidencia que 26% tenía licenciatura, 28% de los técnicos no tenía diploma y 36% había terminado sus estudios secundarios (INIFAP, 1990).

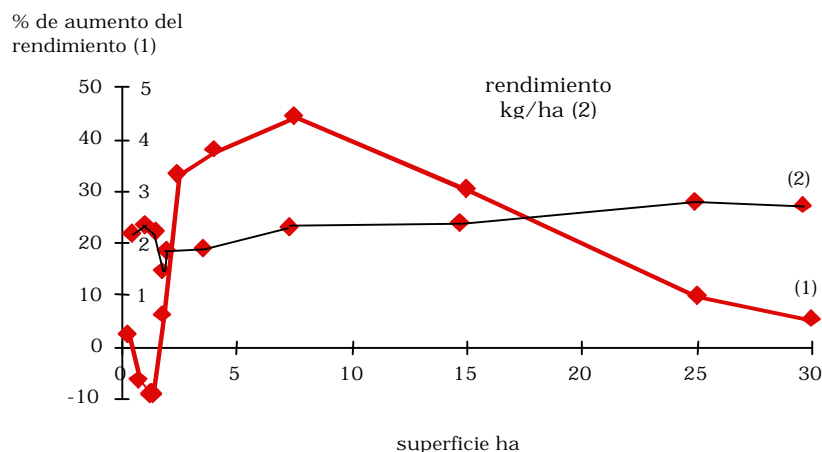
**Cuadro 22. PEPMA 1990, Unidades de divulgación, agricultores y superficies en los distritos agrícolas de Toluca y de Atlacomulco**

Banco	Unidades de divulgación			agricultores			superficie (ha)		
	A	T		A	T		A	T	
BANRURAL	27	12	39	3 133	871	4 004	9 041	3 169	12 210
BANAMEX	9	13	22	1 155	1 149	2 304	3 196	5 031	8 227
SOMEX	0	1	2	0	2	2	0	76	76
CODAGEM	2	0	2	826	40	866	2 186	226	2 412
Sin crédito	2	6	8	572	1 179	1 751	2 033	3 791	5 824
TOTAL	40	32	72	5 686	3 241	8 927	16 456	12 294	28 750

Distrito de Toluca = T, Distrito de Atlacomulco =A, Total =

Fuente: archivos del PEPMA

**Figura 24. Relaciones entre el aumento del rendimiento y la superficie cultivada**



Fuente : Archivos COSIA, 1994

Por otra parte, una encuesta solicitada por el gobierno a la empresa PROSA<sup>99</sup> (cuadro 23) mostraba que 62% de los agricultores consideraban de buena calidad la asistencia técnica recibida de los divulgadores, mientras que 81.3% de los agricultores entrevistados estaban satisfechos. Además, 74% de las personas reconocían haber recibido información sobre la utilización de los factores de producción (PROSA, 1991) (cuadro 23).

d) 73% de los agricultores participantes en el PEPMA utilizaban su cosecha para el autoconsumo, 27% de ellos venden su cosecha (INIFAP, 1990); 74% de las personas encuestadas por PROSA indicaron que las técnicas recomendadas por los divulgadores no eran nuevas, aunque fueran las más adecuadas. Eso significa que los agricultores consideraban que las técnicas divulgadas no eran desconocidas, tal y como lo suponían los divulgadores.

**Cuadro 23. Opinión de los agricultores sobre el trabajo de sus consejeros técnicos (CT)**

<b>PREGUNTA</b>	<b>ABSOLUTOS</b>	<b>(%)</b>
¿Sabe el nombre de su consejero técnico?	170	79.4
¿Su CT le ha explicado las técnicas a emplear?	183	85.5
¿Su CT le ha indicado las fechas en las que debía sembrar?	163	76.2
¿Su CT le ha dicho cuál variedad de semilla debe sembrar?	161	75.2
¿Su CT le ha dicho qué cantidad de semilla debe sembrar?	162	75.7
¿Su CT le ha dicho cuándo fertilizar?	185	86.4
¿Su CT le ha dicho que fórmula emplear?	184	86.0
¿Su CT le ha dicho qué cantidad de fertilizante debe emplear?	178	83.2
¿Su CT le ha dicho qué labores debe realizar ?	167	78.0
¿Su CT le ha dicho cuándo realizar las labores?	159	74.3
¿Su CT le ha dicho qué pesticidas debe emplear?	186	86.9
¿Su CT le ha dicho qué cantidad de pesticidas debe emplear?	172	80.4
¿Su CT le ha dicho cuándo debe regar?	83	38.8
¿Sabe usted quién le paga a su CT?	124	57.9
¿Su CT tiene una actitud positiva por su trabajo?	192	90.0
¿Está usted satisfecho de los consejos de su CT?	174	81.3
¿Estaría dispuesto a pagar la asistencia técnica recibida?	174	81.3
¿Considera que la asistencia técnica recibida es de calidad?	133	62.1

Fuente: PROSA 1991:109,

99 De hecho, se realizaron dos encuestas. La del INIFAP tenía por objetivo conocer los resultados de la cosecha estatal de maíz, y la de la consultora PROSA pretendía evaluar el PEPMA; esta encuesta fue aplicada a 2.3% de los agricultores participantes del PEPMA.

e) Los tres bancos (BANRURAL, BANAMEX y SOMEX) respetaron su compromiso de acordar créditos a 6 310 agricultores, lo que representó apoyar 80% de los agricultores participantes en el proyecto (cuadro 22). Los gobiernos pagaron la parte alícuota de los gastos del programa PEPMA.

Antes de abordar la *movilización* de los colegas, hay que mencionar que en 1990 el clima vino en ayuda de los actores; la producción de maíz rompió su récord de rendimiento, y los políticos, así como los investigadores, aprovecharon la alta productividad para argumentar las ventajas del programa de divulgación de técnicas modernas. En efecto, la cosecha de los distritos de Toluca y Atlacomulco en 1990 rebasaron 103% de la de 1989 (cuadro 24) y las previsiones de los especialistas. Según datos de la encuesta de PROSA, 87.8% de los agricultores consideraron que la cosecha récord de 1990 había sido causada por el excelente periodo de lluvia. La asistencia técnica fue considerada la causa más importante solamente por 2.8% de los agricultores, aunque 18% de ellos consideró la segunda causa del aumento de la producción (cuadro 25).

**Cuadro 24. Producción de maíz en toneladas en el Estado de México y los distritos agrícolas de Toluca y Atlacomulco (1986-1992)**

<b>Región y modalidad</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>
Total estatal	<b>1 734.9</b>	<b>1 504.6</b>	<b>618.0</b>	<b>1 179.9</b>	<b>2 397.1</b>	<b>1 755.9</b>	<b>1 901.2</b>
irrigada	381.5	386.4	136.6	334.1	481.2	386.2	418.5
temporal	1 353.4	1 118.2	481.3	845.8	1 915.9	1 369.7	1 482.7
Total Toluca	<b>266.7</b>	<b>442.4</b>	<b>182.0</b>	<b>380.3</b>	<b>684.0</b>	<b>448.6</b>	<b>481.7</b>
irrigada	41.6	72.8	28.1	68.0	111.3	66.4	89.4
temporal	225.0	369.5	153.9	312.2	572.6	382.2	392.3
Total Atlacomulco	<b>364.6</b>	<b>230.9</b>	<b>14.9</b>	<b>219.7</b>	<b>654.7</b>	<b>523.5</b>	<b>511.6</b>
irrigada	110.1	114.7	14.9	114.5	189.6	163.9	153.9
temporal	254.5	116.2	0.0	105.1	465.0	359.5	357.6

Fuente: Estadística SEDAGRO, 1992

f) Hasta aquí, no se tienen más que los resultados brutos de las encuestas. Los actores son cifras que ofrecen una idea aproximada de su comportamiento. Sin embargo, las acciones de los colegas científicos del INIFAP transformaron las tranquilas lecturas de los datos. Así, se retomará el estudio de la acción de los investigadores para mantener sus espacios de

negociación, explotar sus centros de hibridación, guardar una posición estratégica sobre sus intereses profesionales y, al mismo tiempo, ofrecer un servicio al resto de los actores.

**Cuadro 25. Factores influyentes en el mejoramiento de las cosechas en 1990 según los agricultores**

<b>Factores</b>	<b>Principal</b>	<b>(%)</b>	<b>Secundario</b>	<b>(%)</b>
Ciclo pluvial	188	87.8	7	3.2
Asistencia técnica	6	2.8	76	35.5
Fertilizante	3	1.4	20	21.1
Semilla mejorada	2	1.0	20	9.3
Técnicas de cultivo	3	1.4	18	8.4
Créditos	0	0.0	18	6.5
Otros	12	5.6	34	15.9
<b>Total</b>	<b>214</b>	<b>100.0</b>	<b>214</b>	<b>100.0</b>

Fuente: PROSA, 1991: 103

En 1990, los responsables del ICAMEX trataban de hacer funcionar el PEPMA con el máximo desempeño. Mientras tanto, el equipo de Antonio Turrent pretendía hacerse un lugar científico-técnico en la operación del PEPMA. Este programa fue un campo de disputa entre los equipos de Álvarez y de Turrent que abarcó, incluso, la paternidad del programa PEPMA. Por ejemplo, los investigadores del ICAMEX (Álvarez, 1993: c.p; Ortiz, 1994: c.p; y otros) consideraban que el PEPMA tenía sus antecedentes en toda la historia de los programas de apoyo a la producción que inició con el *Programa de maíz* de los años setenta (Álvarez, 1990), en tanto que los investigadores del INIFAP (Albarrán, 1994: c.p; Gámez, 1994: c.p; y Turrent, 1994: c.p.) decían que el PEPMA era simplemente el PRONAMAT aplicado al Estado de México. Estimando que el PEPMA era una construcción teórica y metodología que le pertenecía, Turrent debió luchar para concederse un lugar central en el programa.

En 1990, Turrent ya no era el director del INIFAP, pero sí el investigador más influyente del Instituto en la Mesa Central. Además, su colega de disciplina (Productividad) y ex discípulo, el doctor Rodrigo Aveldaño era el director del Centro de investigación de la Mesa Central del INIFAP. En ese año, Turrent se consagró a mostrar que él tenía un papel que jugar en el PEPMA.

La estrategia de Turrent para hacerse un lugar en el PEPMA tenía tres aspectos: evaluar el funcionamiento del PEPMA en 1990, justificando la pertinencia de la divulgación del tipo PEPMA(1); negociar con los funcionarios de la Secretaría de Agricultura la participación institucional del INIFAP en calidad de apoyo científico del programa (2); llevar a cabo experimentos sobre la productividad de la técnica del INIFAP en el Estado de México (3).

1) Al final de 1990, el gobierno estatal pide al INIFAP una evaluación de la producción de maíz del ciclo en curso. La realización y los resultados de esta evaluación muestran que en ciencia no hay hechos que puedan quedar al margen de las controversias. De esta manera, para Turrent y Aveldaño, esta evaluación es una ocasión de aumentar los créditos de la disciplina de Productividad y de sus últimos progresos en el conocimiento de la producción de maíz.

El estudio de los productivistas Turrent-Aveldaño concluye que la utilización de las semillas mejoradas, la asistencia técnica PEPMA y la disponibilidad del crédito, han contribuido profundamente a la obtención del extraordinario rendimiento de 6.8 ton/ha, que el efecto de utilizar semillas mejoradas versus semillas locales es de 1.4 ton/ha en favor de las mejoradas, que el efecto de la asistencia técnica PEPMA oscila entre 975 y 1 074 kg/ha en relación con la asistencia técnica suministrada normalmente por el gobierno (cuadro 26) y que el efecto del crédito es de 0.4 ton/ha respecto a los cultivos donde el crédito estaba ausente (Aveldaño *et al.*, 1990: 42).

**Cuadro 26. Rendimientos de maíz obtenidos (kg/ha) en diferentes condiciones de humedad según los programas de divulgación gubernamental normal y del PEPMA en el distrito agrícola de Toluca**

Condición de humedad	n	PEPMA	n	NORMAL	Diferencia
Parcialmente irrigado	355	6 036	330	4 962	1 074
Humedad residual	25	5 629	30	4 877	752
Temporal	280	5 587	275	4 688	889
Total del distrito	660	5 830	635	4 855	975

n= Número de observaciones

Fuente: Aveldaño *et al.*, 1990: 60

El documento *Resultados de la evaluación del maíz en el Estado de México 1990* hace una apología al trabajo del PEPMA diciendo que “la estrategia PEPMA refleja la utilización más racional de la tecnología con los mismos factores de producción de otras opciones técnicas” (Aveldaño *et al.*, 1991: 42). Pero, en el fondo, el equipo de Turrent-Aveldaño no apoya al PEPMA, al contrario, este documento apoya una versión estatal del PRONAMAT-operacional.

2) En otro sentido, Turrent actuaba a nivel de la Secretaría de Agricultura para convencer a los funcionarios de explotar los resultados del PRONAMAT-científico y sensibilizar a los gobiernos estatales de las ventajas de la técnica PRONAMAT. Turrent encontró aliados a su programa en los estados de Veracruz (Turrent, *et al.*, 1992b) y de México. En efecto, Turrent logró convencer al nuevo director del INIFAP, ingeniero Sergio Reyes Osorio, de proponer al gobierno estatal de México la colaboración científica del Instituto en el PEPMA, partiendo de las ideas extraídas del documento *Programa nacional de maíz de alta tecnología del Estado de México 1990-1994* (Reyes *et al.*, 1990). En este documento, Turrent extrae el apartado *antecedentes* del PRONAMAT-científico y *estrategia* del PRONAMAT-operacional (Turrent, 1993; Turrent *et al.*, 1989) para aplicarlos al Estado de México.

Por su parte, Reyes Osorio actuó en la Secretaría de Agricultura para hacer intervenir el aspecto científico del INIFAP como condición para subsidiar 30% de los gastos del PEPMA 1991.

3) En un tercer aspecto, los experimentos del programa de Productividad del INIFAP fueron tratados para mostrar las ventajas de la utilización de las técnicas PRONAMAT y para señalar los niveles de rendimiento posibles de lograr por un programa como el PEPMA.<sup>100</sup> Primero, Turrent establece las diferencias entre los rendimientos obtenidos por los experimentos del PRONAMAT y aquéllos alcanzados por los cultivos de los agricultores vecinos (A y B respectivamente, en el cuadro 27); enseguida, clasifica las diferencias de rendimiento por condición de productividad (A-B, en el cuadro 27); luego, apoyándose en datos sobre las superficies estatales de las condiciones de productividad, multiplica las superficies por los dos tipos de rendimiento y obtiene el rendimiento actual y el potencial, utilizando las técnicas PRONAMAT. De este razonamiento, Turrent concluye que es posible pasar de

---

100 Cabe aclarar que el ICAMEX tenía su programa de Productividad y reportaba sus resultados al INIFAP y particularmente a Antonio Turrent, con lo se nutría la información del Programa Nacional de Productividad de Agrosistemas.

una producción actual de 1 099 800 ha a una de 2 001 200 ha, utilizando la tecnología del INIFAP.

**Cuadro 27. Rendimientos actuales y potenciales de maíz en las condiciones de productividad en el Estado de México**

Productividad	Rendimiento (t/ha)			Superficie	Producción (000 t)		
	Actual (A)	INIFAP (B)	Diferencia (A-B)	(ha)	Actual	Potencial	Total
Irigada	3.1	5.0	1.9	106 000	328.6	201.4	530.0
Muy buena y buena	2.2	4.7	2.5	200 000	440.0	500.0	940.0
Mediana	1.0	1.6	0.4	302 000	302.0	181.2	483.2
Baja	0.6	1.0	0.4	47 016	29.2	18.8	48.0
Total				655 016	1 099.8	901.4	2 001.2

Fuente: Reyes *et al.*, 1990: 3

**2.1.2. El PEPMA-1991**

A partir de los resultados del PEPMA 1990, los gobiernos negocian la continuación del PEPMA en 1991 y desean extenderlo a los ocho distritos agropecuarios del estado.

Las negociaciones para continuar el PEPMA-1991 entre los gobiernos federal y estatal organizan la participación de los actores de la manera siguiente: a) el aspecto técnico será responsabilidad del INIFAP, el aspecto administrativo del ICAMEX (Díaz y Espinosa, 1991: 38); b) los divulgadores prestarán asistencia técnica en Unidades de divulgación a 500 ha y se harán cargo de las gestiones administrativas correspondientes al crédito y a los seguros; c) los agricultores deberán aplicar los paquetes tecnológicos identificados por los divulgadores y pagarán 20% de los costos del programa de asistencia técnica; d) los paquetes técnicos de los institutos de investigación agrícola serán los recomendados por el INIFAP e ICAMEX (figura 25); e) 40% del costo del programa será subvencionado por el gobierno federal y 40% por el gobierno estatal; f) habrá un consejo estatal que reunirá las instituciones comprometidas en el PEPMA para discutir periódicamente los progresos del programa (PEPMA, 1991).

Según los acuerdos entre funcionarios, los gobiernos habían ensamblado sus recursos económicos para subvencionar 80% de los gastos de asistencia técnica y pedían a los productores pagar 20% restante; para interesar a los agricultores,

los funcionarios les ofrecían participar en un consejo decisonal y actuar como patronos de los divulgadores; los agrónomos fueron movilizados por el interés social de ser divulgadores o de participar en el ejercicio de este programa a causa de los altos salarios prometidos; los paquetes científicos pertenecían al INIFAP y al ICAMEX. Como señaló Turrent, “ambas instituciones hicieron una alianza para repartirse las funciones técnicas y administrativas y no contradecir las recomendaciones técnicas de sus respectivas instituciones” (Turrent, 1993: c.p.r.). Desde el punto de vista técnico, las recomendaciones de semillas se distribuían según las condiciones de humedad: variedades de polinización libre formadas por el ICAMEX para las condiciones de sequía, e híbridos formados por el INIFAP para las condiciones de riego.

En febrero de 1991, el ICAMEX contrató a 283 consejeros técnicos (divulgadores), de los cuales 68 habían participado durante 1990, en la divulgación de las técnicas modernas en 110 000 ha programadas (cuadro 28).

Respecto a las responsabilidades del ICAMEX e INIFAP, la tentativa de establecer fronteras entre las funciones de administración y de responsabilidad técnica fue la ocasión de una lucha intensa entre los grupos representados por Turrent y Álvarez. El equipo de Turrent consideraba que la máxima autoridad del PEPMA era el representante de la Secretaría de Agricultura en el estado y que la responsabilidad técnica pertenecía al INIFAP, mientras que el equipo Álvarez reconocía al comité estatal como autoridad principal (Díaz y Espinosa, 1991 y Archivo ICAMEX, 1992) y que la responsabilidad técnica y administrativa pertenecía al ICAMEX, particularmente a su director, Aristeo Álvarez.

**Cuadro 28. Datos principales del PEPMA en 1991**

DISTRITO	divul- gador	Superficie			Superficie con crédito			Produc- tores
		programada	sembrada	total	Banamex	Banrural	Bancome	
Toluca	45	31 000	18 326	7 015	5 064	1 431	520	3 433
Zumpango	14	7 000	4 948	0	0	0	0	2 694
Texcoco	12	7 000	4 273	194	0	194	0	1 459
Tejupilco	8	5 000	2 878	0	0	0	0	867
Atacomulco	58	40 000	22 916	7 481	1 140	6 035	306	6 057
Coat. Harinas	10	5 000	3 596	220	0	0	220	1 757
V. de Bravo	14	10 000	5 201	1 098	14	462	620	1 340
Jilotepec	7	6 000	2 823	2 302	2 286	22	0	1 127
Total	168	110 000	64 871	18 310	8 504	8 144	620	18 734

Fuente: Archivos ICAMEX y CIFAP-MEX, 1991

La imposibilidad de coordinar las identidades de los equipos de Turrent y Álvarez impidió la realización de las alianzas necesarias para controlar las negociaciones con los actores designados por el PEPMA.

Los divulgadores tuvieron problemas para reunir a los productores necesarios para integrar las Unidades de Divulgación (UD) de 500 ha. Aunque se acordó disminuir la superficie a 350 ha por UD, aproximadamente 100 divulgadores no fueron capaces de integrar sus unidades y se vieron obligados a dejar sus puestos (Díaz y Espinosa, 1991: 52). En fin, de una superficie programada de 110 000 ha por el PEPMA, la superficie fue reducida a 64 871 ha (cuadro 28).

Respecto a los agricultores participantes en el PEPMA-91, 50% de ellos habían participado el año anterior. Un número importante de agricultores no podían tener crédito, pues estaban sobre-endeudados. Solamente cerca de 5 200 agricultores, detentores de 18 310 ha, obtuvieron créditos (Archivo ICAMEX, 1991). Por otra parte, las cantidades concedidas fueron desbloqueadas con retraso respecto a las necesidades del ciclo agrícola. Dicho de otra manera, los agricultores no tenían el dinero necesario para comprar las semillas mejoradas, los fertilizantes y otros factores productivos que formaban parte de los *paquetes tecnológicos* recomendados por los institutos de investigación (figura 25).

Los OT componentes de los paquetes tecnológicos recomendados fueron utilizados en diversos porcentajes. Según la evaluación pagada por el FIRCO, los fertilizantes fueron aplicados por 95% de los agricultores sobre la casi totalidad de la superficie PEPMA, los pesticidas fueron utilizados por más de la mitad de los agricultores, sobre 73% de la superficie del programa; los herbicidas fueron aplicados por 84% de los agricultores sobre 93% de las tierras bajo influencia del programa (PROSA, 1992) (cuadro 29).

Del costo del programa PEPMA, 40% fue subvencionado por el gobierno federal (20% al inicio del cultivo y 20% al final), y otro 40% por el gobierno estatal. El financiamiento de estos acuerdos fue motivo de controversias en el dominio institucional, entre el gobierno estatal y el FIRCO de la Secretaría de Agricultura.

**Cuadro 29. Porcentajes de utilización de insumos en el PEPMA 1991**

Insumo	Productores (%)	Superficie (%)
Semilla mejorada (híbridos y VPL)	17.7	27.1
Semilla híbrida	7.7	10.9
Variedades de polinización libre	10.0	16.2
Fertilizantes	95.4	97.8
Pesticidas	55.8	73.1
Herbicidas	84.1	93.1
Máquinas agrícolas para barbechar	82.5	89.7
Máquinas agrícolas para hacer surcos	80.2	88.7
Máquinas agrícolas para sembrar	68.8	79.6
Máquinas agrícolas para escardar	56.5	72.3

Fuente: PROSA, 1992: 76

El retraso en la constitución de las UD no permitió alcanzar el objetivo de asistir técnicamente 110 000 ha. En estas condiciones, el FIRCO decidió reducir el presupuesto del PEPMA y de invertirlo en otros trabajos (PROSA, 1992: 44). Además, rehusó pagar 40% de los gastos de la asistencia técnica de los agricultores que no tenían crédito. Con la anterior medida, 85.48% de los agricultores debían financiar sus cultivos y pagar 60% de los gastos de asistencia (20% que les correspondía según los acuerdos al principio del programa y 40% de subvenciones del gobierno federal) (Díaz y Espinosa, 1991). Aunado a lo anterior, el pago de 20% de los gastos de asistencia

técnica se realizaría a condición de que el rendimiento rebasara cuatro ton/ha (Díaz y Espinoza, 1991: 44).

Finalmente, hay que mencionar que el Consejo Estatal del PEPMA aceptaba tácitamente los reportes mensuales del Coordinador técnico-administrativo. Esto significó que las controversias entre los equipos eran negociadas en el órgano de gobierno que legitimaba las decisiones del Coordinador del PEPMA, quien en 1991 no pudo refrendar el triunfo del año precedente. Los conflictos entre los investigadores del ICAMEX y el INIFAP, entre los funcionarios estatales y federales, el sobre-endeudamiento de los agricultores que impedía la concesión de nuevos créditos bancarios, los divulgadores incapaces de establecer sus UD y los gobiernos que cumplían con irregularidad sus compromisos con el programa de divulgación, explican esta situación.

La tentativa del PEPMA de asociar las semillas mejoradas y los agricultores fracasó. Éstos utilizaron solamente ciertos elementos aislados de los paquetes tecnológicos recomendados por los científicos. Rechazaron la utilización de semillas mejoradas aunque su pago de asistencia técnica dependía de los rendimientos obtenidos. Dicho de otra manera, los agricultores ponían en duda las dos principales suposiciones del PEPMA: la de sembrar semillas mejoradas y la de comprar asistencia técnica.

En lo que concierne a las semillas mejoradas, el estudio del FIRCO indicó que 27% de la superficie total del programa fue sembrada con semillas mejoradas, de las cuales 10.9% eran semillas híbridas (cuadro 29). No se dispone de toda la información para determinar el uso de semillas mejoradas como efecto del PEPMA. Sin embargo, según las encuestas, las cifras globales sobre la disponibilidad y las ventas de estas semillas permiten mostrar la inexactitud de los datos del FIRCO y demostrar la debilidad de la red de semillas mejoradas de maíz.

En efecto, en 1991, la disponibilidad de semillas mejoradas alcanzaba 1 444 325 toneladas, de las cuales 1 288 735 correspondían a las variedades de polinización libre, y solamente 155 590 de ellas pertenecen a los híbridos. Las ventas fueron de 175.2 toneladas de VPL y 46.5 de híbridos (SNICS, 1994). Si se considera que la superficie del Estado de México sembrada con maíz fue de 644 332 ha y que la dosis de siembra recomendada fue de 25 kg/ha, la tasa estatal de utilización de semillas mejoradas solamente ascendió a 1.38% (cuadro 30).

Figura 25. El paquete tecnológico del maíz propuesto por el ICAMEX

MES SEMANA		MAR - MAY				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ETAPAS DE DESARROLLO																													
	<p><b>SIEMBRA</b>                      HEMERACION Y ENERMECIA: 3 a 5 HOJAS                      ESCARDA: 2a ESCARDA                      2a FERTILIZACION</p> <p><b>DESARROLLO VEGETATIVO</b>                      TEMPRANO: 6 a 8 HOJAS                      TARDIO: 9 - 11                      12 - 14                      15 - 17</p> <p><b>FLORACION</b>                      MASCULINA / FEMENINA</p> <p><b>LENDADO DE BRANCO</b>                      BRANCO LECOSO / BRANCO DENTADO / BRANCO MADUREZ FISIOLOGICA</p>																												
LABORES	<p><b>CONTROL DE PLAGAS DEL SUELO</b>                      Gallina ciega o nictival</p> <p><b>CONTROL DE MALEZAS</b>                      Guasano tramador o roscuilla                      Diabrotica o quercuilla                      Guasano de alambré                      Araña roja                      Plagueo del cogollo</p>																												
PLAGAS Y MALEZAS Y ENFERMEDADES	<p><b>CONTROL DE PLAGAS DEL SUELO</b>                      Gallina ciega o nictival</p> <p><b>CONTROL DE MALEZAS</b>                      Guasano tramador o roscuilla                      Diabrotica o quercuilla                      Guasano de alambré                      Araña roja                      Plagueo del cogollo</p> <p><b>CONTROL DE PLAGAS</b>                      Guasano copulador                      Frascillo                      Araña roja                      Plagueo del cogollo</p>																												
PAQUETE TECNOLÓGICO	<p><b>MEJORAMIENTO DEL SUELO</b>                      En caso de pH menor a 5.4 aplicar caliza molida, 2 toneladas, en vivo o en hidratada.                      Aplicar 30 días antes de la siembra</p> <p><b>PREPARACION DEL SUELO</b>                      Barbecho a 30 cm                      Dos rastrojos cruzados</p> <p><b>SIEMBRA</b>                      25 kg/ha de semilla                      Distancia entre surcos 80 cm                      Entre plantas 15 a 20 cm</p> <p><b>DENSIDAD DE POBLACION</b>                      65,000 plantas/ha</p> <p><b>VARIEDADES</b>                      Ciclo vegetativo tardío: V-18, H-24, H-33, H-28, VS-11                      Santiago yuche                      Almilaya de Jurez                      Ciroñón                      Ciclo vegetativo intermedio: H-30                      Lechisaca                      Acambar                      Injames 10                      Ciroñón</p> <p><b>FECHA DE SIEMBRA</b>                      15 Mar-05 Abr                      15 Mar-30 Mar                      15 Mar-05 Abr                      20 Mar-05 Abr                      25 Mar-05 Abr                      25 Mar-10 Abr                      25 Mar-10 Abr                      15 Mar-10 Abr                      05 Abr-15 Abr                      05 Abr-25 Abr                      05 Abr-25 Abr                      20 Abr-05 May                      05 Abr-25 Abr</p> <p><b>FERTILIZACION (100-60-30)</b>                      En la siembra: 46-65-30                      Urea 100 kg/ha                      Super triple: 130 kg/ha                      Cloruro de potasio: 50 kg/ha                      En la 2a. escarda: 54-00-00                      Nitrato de amonio 160 kg/ha</p> <p><b>CONTROL DE PLAGAS</b>                      Del suelo: Injames 5% G o Carbofena 5% G o Terbufos 5% G o Clorpirifos 3% G, 20 kg/ha                      Del follaje: Para insectos chupadores: Oxidazimón Metil 37% CE o Dimetioato 40% CE, 1 litro                      Para insectos mastigadores: Pericloro Metilico 50% CE o Malatión 80% CE, 1 litro o Carbaryl 80% CE, 1 litro                      Aplicar en suspensión seleccionando el producto en 200 litros de agua</p> <p><b>CONTROL DE MALEZAS</b>                      Postemergencia: Bromoxial 24% CE o Dicamba + Atazina, 2 a 3 litros o Thifensulfuron-Metil 75% G, 25 gr/ha o Atazina 50%, 2 kg/ha + 2,4-D Acima, 1 litro</p> <p><b>RENDIMIENTO PROMEDIO</b>                      4 toneladas</p>																												
<b>ASISTENCIA TECNICA PERMANENTE</b>																													

C.I.C. AGRICOLA  
 RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DE MAIZ: HUMEDAD RESIDUAL  
 DISTRITO Y. ATLACONILCO 2400 - 2650 MSNM

Gobierno del Estado de México  
 Secretaría de Desarrollo Agropecuario  
 Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria,  
 Acuicultura y Forestal del Estado de México.

**Cuadro 30. Disponibilidad, ventas, superficie sembrada y porcentaje de utilización de las semillas híbridas y VPL de maíz certificadas por la SNICS entre 1991 y 1994**

		1991	1992	1993	1994
Disponibilidad (ton)	Híbridos	155.59	348.99	507.92	559.65
	VPL	1 288.75	585.99	152.41	97.98
Ventas (ton)	Híbridos	46.5	82.90	132.39	---
	VPL	175.2	169.90	126.32	
Superficie sembrada (ha)	Híbridos	7 008.00	3 316.00	5 295.60	---
	VPL	1 860.00	6 796.00	5 052.80	
Sup. estatal maíz (ha)	Total	644 322.00	638 419.00	587 430.00	---
Utilización de semillas (%)	Híbridos	0.29	0.52	0.90	---
	VPL	1.09	1.06	0.86	

Fuentes: SNICS, 1994 y Rosales, 1994: c. p.; ICAMEX, 1993

Esta tasa de utilización estatal de semillas mejoradas está muy lejos de las cifras oficiales que la situaban entre 6 y 8% (GEM-SEDAGRO, 1992). Suponiendo que todas las ventas de semillas mejoradas fueron aplicadas al PEPMA (64, 871 ha), entonces la tasa de utilización de semillas alcanzaría apenas 21.5%, 5.5% inferior al reportado en la evaluación del reporte FIRCO.

### **2.1.3. Privatización del PEPMA, divulgación entre 1992 y 1993**

En 1992, el vínculo que los investigadores del INIFAP e ICAMEX trataban de crear entre los OT y los agricultores perdió toda posibilidad de realizarse. Siguiendo las políticas de privatización, las secretarías federal y estatal de agricultura convocaron, en 1992, la participación de un grupo de despachos de divulgadores para lograr el aumento de la producción de maíz por medio de una política agrícola que trataría de ligar a los divulgadores y a los agricultores como vendedores y compradores de los OT.

Los gobiernos pretendían colocar la asistencia técnica como una mercancía que debía ser pagada por los consumidores. En esta parte de la historia de la divulgación, los actores son los agricultores, los despachos de asistencia técnica, las secretarías de agricultura federal y estatal y los OT.

Las secretarías de agricultura consideran viable la aplicación de una política agrícola neoliberal, donde los agricultores debían transformarse en patrones de los técnicos de asistencia técnica; los divulgadores ya no recibirían sus

salarios de los gobiernos; en cambio, les pagarían sus servicios los patrones-agricultores. Los divulgadores debían organizarse en empresas formales de asistencia técnica, los bancos deberían apoyar el proceso agrícola prestando su dinero a los agricultores, los OT y las técnicas recomendadas por el INIFAP y el ICAMEX deberían ser organizadas en paquetes técnicos por la acción de los investigadores de la Productividad. Los investigadores debían concentrar sus esfuerzos para producir mejores paquetes técnicos y dejar la función de divulgación a las leyes de la oferta y la demanda técnica. Las secretarías debían apoyar la privatización de la asistencia técnica disminuyendo progresivamente los subsidios y aumentando gradualmente las sumas que los agricultores deberían pagar por la asistencia técnica.

El esquema de asociaciones de actores, de hipótesis y de las identidades, quedaba ordenado a partir de ciertas suposiciones creadas por los responsables del PEPMA. Así, si los costos de la asistencia técnica eran pagados por los agricultores, estos últimos serían más cuidadosos para acrecentar la producción. Si los divulgadores eran pagados por los agricultores, el control de su actividad sería menos dependiente de los despachos gubernamentales y más ligado a los comités de control del PEPMA, donde la presencia de representantes de los productores era importante. Si los bancos otorgaban créditos a los agricultores que habían contratado los servicios de las empresas de asistencia técnica tendrían la garantía técnica de que los rendimientos y la producción serían suficientes para recuperar los créditos. Si los *paquetes técnicos* del INIFAP presentaban ventajas sobre las técnicas tradicionales, se podía suponer que los agricultores aumentarían el desempeño de sus cultivos. Además, si los elementos mencionados arriba se acercaban según las leyes de la oferta y la demanda, los actores crearían una red regulada por la eficacia económico-productiva.

La participación principal consistía en el subsidio del FIRCO y de la Secretaría Estatal de Agricultura de manera compartida, de 60% del costo del programa. Así, los agricultores deberían pagar solamente 40% de los gastos de la asistencia técnica. Los divulgadores podrían integrar empresas de asistencia técnica liberándose de la burocracia. La Secretaría de Agricultura tomaría la regulación administrativa del PEPMA apartando al ICAMEX de esta función. Por decisión del gobierno federal, el INIFAP sería

de ahora en adelante la institución técnica para legitimar las técnicas aplicadas por el PEPMA omitiendo la función científico-técnica del ICAMEX.

En 1992, la aplicación del dispositivo de interposición (los subsidios) se realizaba en dos etapas cruciales. La primera consistía en pagar la mitad de la subvención en el momento de la aplicación del paquete tecnológico recomendado por el INIFAP, y la segunda estaba ligada al logro de un rendimiento superior a cuatro ton/ha al momento de la cosecha. En cuanto a la primera etapa, la tecnología se volvía un modelo productivo impuesto por la burocracia por medio de los subsidios gubernamentales. La segunda, correspondía a la imposición gubernamental de pagar la totalidad del subsidio a los agricultores que habían obtenido un rendimiento superior a cuatro ton/ha. La aplicación del paquete tecnológico y la obtención del rendimiento superior a cuatro ton/ha fueron medidas extraídas de los resultados de los experimentos de la disciplina de Productividad del INIFAP. Una vez más, los resultados científicos eran movilizados por el gobierno como indicadores de los deberes de los agricultores.

En 1992, el PEPMA fue privatizado. La Secretaría Estatal de Agricultura contrató a las nuevas empresas de divulgación formadas en mayo, parte por ex divulgadores del PEPMA-1991. En los hechos, tanto el ICAMEX como el INIFAP quedaron al margen de cualquier función científica. El ICAMEX funcionó, sin embargo, como despacho de divulgación en los distritos de Valle de Bravo, Tejupilco, Coatepec Harinas y Jilotepec, pues no hubo empresas interesadas en ofrecer servicios de asistencia técnica en estos distritos (cuadro 31).

Según el acuerdo entre las secretarías federal y estatal, el PEPMA-1992 se aplicó en 27 000 ha, participando 6 692 productores de maíz de los distritos de Toluca, Atlacomulco, Zumpango y Texcoco. Constatando errores en los procedimientos del acuerdo, por ejemplo, inscribir participantes después de la fecha límite, aportando informaciones falsas, no permitiendo la vigilancia de los cultivos por el personal del PEPMA, etc., la extensión del trabajo fue reducida en 40% de la superficie de intervención y en 65% de los agricultores programados (PROSA, 1993: 5-7) (cuadro 31). A pesar del desorden entre las secretarías, el gobierno estatal quería continuar la experiencia PEPMA, financiando el programa con sus propios recursos. De este modo, se financió 80% de la asistencia técnica para asistir a 66 002 ha.

**Cuadro 31. Superficie, productores y despachos de divulgación por distrito agrícola del PEPMA en 1992**

<b>Distrito</b>	<b>Despacho de divulgación</b>	<b>Sup. (ha).</b>	<b>Productores</b>
Toluca	Asesoría técnica y proyectos agropecuarios especializados S.A.	0 834	2 815
Toluca	Técnica agropecuaria ecológica S. A. de C. V.	2 493	n.d.
Zumpango	Buffete agronómico, pecuario y agroindustrial del Estado de México S. A.	5 321	n.d.
Texcoco	Modernización técnica para el desarrollo agropecuario mexicano	6 448	1 250
Atlacomulco	Agricultura moderna de Atlacomulco S. A. de C. V.	3 308	716
Atlacomulco	Tecnología agropecuaria siglo XXI S. C. L.	4 686	n.d.
Atlacomulco	Servicios Técnicos agropecuarios de desarrollo integral S. C.	2 171	n.d.
Atlacomulco	Agrónomos asociados al servicio del campo S. A. de C. V.	5 438	2 976
Atlacomulco	Asesores profesionales para el campo S. C.	1 289	n.d.
Atlacomulco	Servicios y asistencia técnica profesional S. A. de C. V.	2 774	428
Coatepec H.	ICAMEX	3 034	1 174
V. de Bravo	ICAMEX	6 608	1 271
Jilotepec	ICAMEX	4 569	1 592
Tejupilco	ICAMEX	3 984	1 174
FIRCO-Gobierno del Estado de México		5 955	2321
Total PEPMA		2 957	n.d.

FIRCO-GEM = FIRCO (de la Secretaría Federal de Agricultura)-Gobierno del Estado de México

Fuentes: SEDAGRO, 1992 y archivos del PEPMA, 1992

En 1993, la variable tecnológica fue oficialmente eliminada de la estrategia de aumento de la producción del PEPMA. En este año, los agricultores podían utilizar los OT de su elección. Sin embargo, la condición de obtener cuatro ton/ha se mantenía para las subvenciones en asistencia técnica. De hecho, en 1993, la subvención correspondía a la productividad más que a la utilización de las técnicas. Asimismo, todo el PEPMA fue efectivamente privatizado, 22 despachos dieron asistencia técnica en los ocho distritos agrícolas del estado.

En 1993, el FIRCO subvencionó la asistencia técnica en 32 568 ha en los distritos de Atlacomulco, Texcoco, Valle de Bravo, Jilotepec y Toluca. El gobierno estatal, por su parte, financió la asistencia de 34 497 ha, lo que dio

un total de 67 065 ha influenciadas y 9 859 agricultores participantes (cuadro 32).

**Cuadro 32. Superficies programadas, sembradas y acreditadas del PEPMA**

DISTRITO	SUPERFICIE (ha)			
	Programada	Sembrada	Acreditada	Productores
Toluca	35 000	25 240	2 232	2 246
Zumpango	10 000	389	25	154
Texcoco	10 000	5 120	185	588
Tejupilco	4 000	2 800	0	708
Atlacomulco	45 000	24 075	3 173	4 006
Coatepec Harinas	8 000	1 272	761	193
Valle de Bravo	10 000	5 064	40	875
Jilotepec	8 000	3 524	90	1 089
Total	130 000	67 065	6 470	9 859
Total Valles altos	98 000	57 903	5 535	8 216

\* Los Valles Altos comprenden los distritos de Toluca, Atlacomulco, Jilotepec, Texcoco y parte de Valle de Bravo

Fuente: archivos COSIA, 1993

Durante estos dos años, la acción de los actores no alcanzó la coordinación necesaria para lograr el objetivo de acrecentar la producción estatal de maíz. Los subsidios estatales cambiaban las reglas del programa, los recursos económicos llegaban lentamente o retrasados, los despachos de los divulgadores no tenían medios para cumplir con sus funciones adecuadamente, los agricultores estaban sobre-endeudados y no podían obtener créditos suplementarios, los divulgadores eran percibidos por los agricultores como gestores de créditos y vendedores de insumos, los agricultores consideraban que los conocimientos de los técnicos eran parecidos a los suyos en varios dominios (SYCA, 1993: 2-8).

Los paquetes técnicos no fueron respetados. Además, los OT utilizados fueron los que podían encontrarse en el mercado más cercano aunque no hubiesen sido recomendados por los técnicos (SYCA, 1993: 14). De hecho, según una encuesta llevada a cabo entre los divulgadores indicó que 60% de ellos consideraban que las recomendaciones que daban a los agricultores eran la combinación de conocimientos de su experiencia precedente, de conocimientos aprendidos a agricultores y de informaciones obtenidas de las etiquetas de los productos comerciales.

En cuanto a las semillas mejoradas, en 1992, el PEPMA subvencionó su utilización, pero parece que los agricultores no respondieron a esta oferta. Si se considera que el aumento de las ventas entre 1991 y 1992 alcanzó 31 toneladas, 1 240 ha fueron sembradas (representando 1.4% de las tierras cultivadas bajo influencia del PEPMA).

La utilización de otros OT rebasó una tasa de 80%, excepto para la práctica de la cosecha. Según los reportes oficiales del PEPMA, 92% de las tierras fueron sembradas con tractores, 7% con animales y 1% a mano; 95% de los agricultores aplicaron herbicidas (Gesaprim y Hierbamina); 80% utilizaron pesticidas; la densidad de población de plantas por hectárea fue de 56 000; mientras que los científicos recomendaban 60 000; 95% de los agricultores aplicaron fertilizantes; la cosecha se hizo a mano en 94% de los casos (PROSA, 1993).

En 1994, el PEPMA dejó de existir, los agricultores podían asociarse con los OT de cualquier manera. Las subvenciones a la asistencia técnica desaparecen y, en su lugar, las subvenciones se asignan en relación con la productividad obtenida al momento de la cosecha.

### **3. UTILIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS DEL CULTIVO DE MAÍZ POR LOS AGRICULTORES DE LOS VALLES ALTOS DEL ESTADO DE MÉXICO**

Después de casi 50 años de manipulaciones científicas del maíz y de tentativas para recrear la relación original maíz local-agricultores, tratando de construir una red de maíz manipulado científicamente, se analizará el grado de avance del uso de semillas mejoradas en los Valles Altos del Estado de México.

Esta exposición ilustrará el nivel de adaptación de las técnicas agrícolas y particularmente de las semillas mejoradas de maíz en los Valles Altos y en una localidad agrícola. Para ilustrar el primer nivel, fueron consultadas las bases de datos del despacho de supervisión del PEPMA en 1993, de una encuesta realizada en ese año, (llamada encuesta COSIA-93 y de una encuesta ex-post realizada por el autor de esta investigación en 1996, llamada encuesta ex-post) para ilustrar el segundo nivel, se explotaron informaciones extraídas de una encuesta llevada a cabo en la localidad de *San Pedro la Concepción* del Valle de Toluca.

### 3.1. Técnicas del cultivo de maíz en los Valles Altos del Estado de México

En la región de los Valles Altos hay 8 083 productores detentores de 57 903 ha que participaron en el PEPMA-1993. De esta población se tomará como campo de observación los datos de 5 377 productores y sus 43 738 ha. Estas cifras representan 65% de los productores y 75% de la superficie del PEPMA en los Valles Altos (VA). Este campo de observación no ha sido elegido por un procedimiento estadístico *ex-profeso*. Al contrario, se constituyó eliminando los datos de los agricultores de quienes no se tenía su expediente completo, pero cuidando que los agricultores no comprendidos en la base de datos fuera azarosa. La encuesta al PEPMA-93 por COSIA se aplicó a 774 productores<sup>101</sup> y la del autor fue aplicada a 104 agricultores en 1996. La segunda y tercera encuestas se explotarán en este trabajo como complementarias a la primera fuente de información. Lo anterior tiene como sustento la correspondencia de información de las tres encuestas.

Los datos de nuestro campo de observación han sido obtenidos de los archivos de los despachos de divulgación y de una encuesta realizada por la empresa COSIA para evaluar el PEPMA. La explotación de los datos de este campo de observación permitirá obtener un perfil desde el punto de vista de utilizadores de las innovaciones técnicas agrícolas y también de las semillas mejoradas.

Del total de los agricultores participantes en el PEPMA-1993, 24.7% habían participado en 1990; 17.6%, en 1991; 29.4%, en 1992 y 28% no había participado. En 1993, entonces, 28% de los agricultores no tenían ninguna experiencia anterior de participación en el PEPMA, mientras que solamente 24.7% de éstos participaron continuamente durante cuatro años.

En 1993, 60% de los participantes fueron agricultores de tiempo parcial; generalmente, éstos emigran temporalmente para tener un trabajo asalariado en la ciudad. La encuesta *ex-post* mostró que 93.3% de los agricultores fueron hombres, mientras que 6.7% fueron mujeres. En este mismo año, la superficie media de las UP por agricultor ordenada en rangos de 5 ha fue la siguiente: 17% de los agricultores tenían entre 0.1 y 5 ha, 32% entre 5.1 y 10 ha, 16% entre 10.1 y 15 ha y 35% entre 15.1 y 20 ha (figura 26). La media de

---

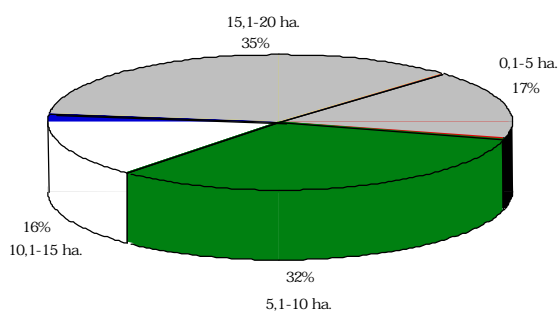
101 Se aplicó a 202 productores del distrito de Toluca, 9 de Zumpango, 63 de Texcoco, 378 de Atlacomulco, 30 de Valle de Bravo y 82 de Jilotepec (COSIA, 1994).

las superficies de UP de los participantes alcanzaba 7 ha. Antes de 1993, 44% de los agricultores poseían UP inferiores a 2 ha, mientras que en 1993 menos de 17% tenían UP inferiores a 2 ha. Eso significa que, en relación con los años precedentes, el PEPMA-1993 escogió a agricultores de “elite”. La encuesta ex-post evidenció que los porcentajes de los rangos era diferente y que aproximadamente 8.8% de los participantes explotaban UP superiores a 20 ha, incluyendo algunos que explotaron 120 ha. Esta situación no se manifestaba en encuestas anteriores debido a las restricciones y temores de ciertos productores de ser identificados como “latifundistas”.

Antes de analizar la utilización de la semillas mejoradas, veamos la situación de la utilización de otras innovaciones por los agricultores de nuestro campo de observación.

Las máquinas agrícolas para barbechar la tierra y para el resto de labores agrícolas fueron utilizadas por los agricultores en 89% de la superficie total, mientras que las herramientas de tracción animal fueron empleadas en 11% de la superficie. La siembra con tractor fue practicada en 87.4% de la superficie, el resto de la superficie fue sembrada con tracción animal. Las escardas se realizaron con cultivadores de tracción animal en 9% de la superficie; con tractor, en 88 y 3% a mano. Las cifras de las encuestas COSIA-93 y ex-post corroboran este alto porcentaje de mecanización. Los agricultores de los Valles Altos han adoptado bien las máquinas agrícolas para trabajar sus tierras a pesar de que un número importante de ellos las renta.

**Figura 26. Porcentaje de agricultores según el rango de superficie de sus Unidades de producción**



Fuente : Archivos PEPMA, 1994

Para la cosecha, la presencia de las máquinas cosechadoras no es común. De conformidad con la base de datos del campo de observación, solamente 17% de la superficie es cosechada con máquinas.<sup>102</sup> ¿Cómo podemos explicar que 83% de las tierras sean cosechadas a mano cuando esta actividad necesita 20 días/hombre por hectárea? Aunque esta cuestión no sea parte del tema que se aborda, puede decirse que según las observaciones realizadas, al final del año, el trabajo en la ciudad decrece y las personas de la familia aprovechan para regresar a casa y hacer juntos la cosecha.

La fertilización es una práctica introducida en los años cuarenta. Desde entonces, la utilización creciente de fertilizantes ha causado la pérdida progresiva de la fertilidad natural de los suelos. El resultado es un círculo vicioso de aumento de las dosis de fertilización y de pérdida de fertilidad. En 1993, los agricultores del campo de observación aplicaron fertilizantes de 263 formas diferentes, las más comunes fueron 16 (cuadro 33). Los agricultores aumentaron las dosis de fertilización de nitrógeno hasta en 25% de las recomendadas por los tecnólogos.<sup>103</sup> Según los investigadores, los agricultores han rebasado las dosis de nitrógeno recomendadas técnicamente, pues este elemento estuvo directamente ligado, durante décadas, al aumento de la productividad de las plantas (Álvarez, 1994: c.p.). La encuesta ex-post reveló que 94.2% de agricultores emplean corrientemente los fertilizantes sintéticos y 67.3% aplican una segunda fertilización.

Los investigadores de Productividad consideran que no es suficiente sembrar buenas semillas para sacar provecho de un paquete tecnológico. Recomiendan una población de entre 60 y 70 mil plantas por hectárea como densidad adecuada para alcanzar altos rendimientos (Turrent, 1992a). Las densidades de población utilizadas por la mayor parte de los agricultores en estudio (78.6%) tenían entre 50 y 70 mil plantas/ha, densidades acordes a las recomendadas por los investigadores (figura 27).

---

102 En 1996, 95.2% de agricultores reportó haber cosechado manualmente. El aumento de 12 puntos porcentuales en la cosecha manual, respecto a 1993, podría explicarse por el efecto de la crisis económica de 1994, misma que habría impedido la renta de máquinas cosechadoras después de la cosecha de ese año.

103 La dosis recomendada para los Valles Altos es 120-60-30 para las condiciones de riego y humedad residual, y 90-50-30 para las condiciones de sequía (ICAMEX, 1994).

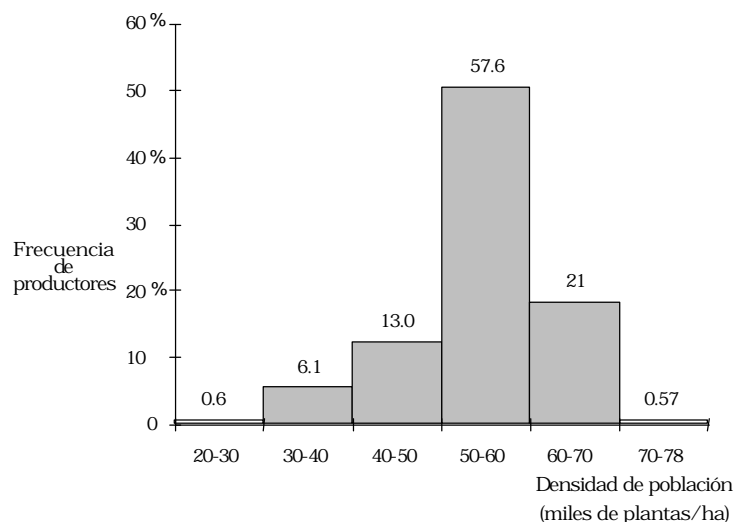
**Cuadro 33. Fórmulas de fertilización más utilizadas por los agricultores**

Número de agricultores	primera fertilización	segunda fertilización
206	36-92-30	115-00-00
120	50-69-30	115-00-00
102	80-90-30	90-00-00
161	70-60-30	70-00-00
158	70-70-30	70-00-00
153	70-80-30	70-00-00
254	73-60-30	87-00-00
233	70-70-30	70-00-00
201	70-60-30	70-00-00
114	36-92-30	90-00-00
204	40-60-30	80-00-00
128	40-60-30	80-00-00
135	46-92-30	90-00-00
115	50-60-30	90-00-00
335	60-60-30	70-00-00

La sintaxis de una fórmula es: *unidades de nitrógeno, unidades de fósforo y unidades de potasio.*

Fuentes: archivos del PEPMA, 1994 y de COSIA, 1994

**Figura 27. Densidad de población de plantas/ha empleadas por los agricultores del PEPMA 1993**



Fuente : Archivos PEPMA,1994

La utilización de los OT para el cultivo del maíz corresponde esencialmente a las recomendaciones de los científicos. Además, hay una red que reúne a los productores de los OT, sus distribuidores y vendedores y los agricultores. Pero esos OT no salen de los centros de investigación agrícola de la región de estudio. Son redes que, comenzando con las firmas extranjeras, llegan a México y a la región por medio de las relaciones de las compañías bajo la forma de pesticidas, herbicidas, máquinas agrícolas e incluso fertilizantes. Las recomendaciones aparecen sobre las etiquetas de las envolturas. Los agricultores son el punto final de esta red, que los liga y los transforma en consumidores de estos insumos.

Respecto al esfuerzo de divulgación, se observa que, excepto las semillas mejoradas, el resto de las técnicas han sido adoptadas por los agricultores sin grandes esfuerzos gubernamentales de divulgación. La utilización de las semillas mejoradas por los agricultores no responde a las expectativas de los científicos. Veamos de cerca esta situación. Entre los 5 377 agricultores del campo de observación, se distinguen tres grupos: aquéllos que sembraron híbridos (a) y variedades mejoradas (b) en una parte de sus UP y aquéllos que sembraron solamente variedades locales (c).

a) El grupo que sembró un porcentaje de sus UP con híbridos estuvo formado por 233 agricultores, quienes sembraron 2 231.5 ha con semillas híbridas, que representó 5% de la superficie total analizada (cuadro 34 y figura 28). Las UP de este grupo explotaron superficies entre 14 y 16 ha, lo que muestra la diferencia con los agricultores que sembraron exclusivamente VL explotando UP de superficies medias de 7.4 ha. Este grupo estuvo constituido por cuatro sub-grupos. Aquéllos que sembraron híbridos exclusivamente (a.1), aquéllos que sembraron híbridos y variedades mejoradas de polinización libre (VPL) (a.2), aquéllos que sembraron híbridos con VPL y variedades locales (VL) (a.3) y los que sembraron híbridos y VL (a.4).

**Cuadro 34. Utilización de semillas en el campo de observación del PEPMA 1993<sup>1</sup>**

Grupo	Tipo de semillas	Superficie (ha)	Superficie media (ha/prod)	Agricultores
a.1	Híbridos+VPL+VLocales	539.0	14.8	38
a.2	Híbridos+VPL	400.5	14.3	28
a.3	Híbridos+VLocales	602.0	13.0	46
a.4	Híbridos	1 770.5	16.0	111
b.1-b.4	VPL+VLocales	3 182.7	12.6	249
b.5	VPL	2 167.0	13.0	167
c.	Variedades locales	35 076.3	7.4	4,738
	Total	43 738.0	---	5,377
	PEPMA-Valles altos	57 903.0	7.0	8,216

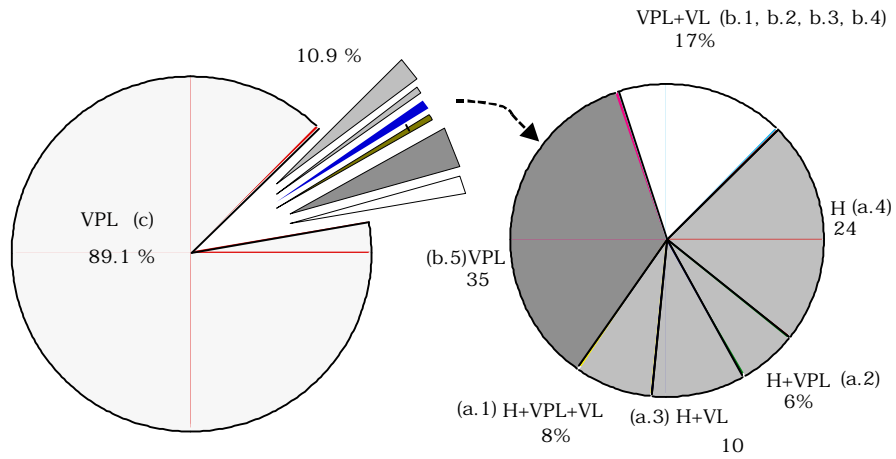
<sup>1</sup> 65% de los productores y 75% de la superficie del PEPMA 1993

Fuente: archivos COSIA, 1994

Del grupo *a.4*, 111 productores sembraron exclusivamente semillas híbridas, 4% del total de la superficie PEPMA y 112 agricultores sembraron una parte de su UP con híbridos y otra con otro tipo de semillas. *a.2*) De estos 112 agricultores, 28 sembraron una parte de sus UP con híbridos y VPL, 60% de la superficie de este sub-grupo fue sembrada con VPL. *a.1*) 38 agricultores sembraron una parte de sus tierras con híbridos, VPL y VL; en este caso, 20% de la superficie fue sembrada con híbridos, 35% con VPL y 45% con VL. *a.3*) 46 productores sembraron híbridos con VL, 65% de la superficie fue ocupada por VL (figura 28).

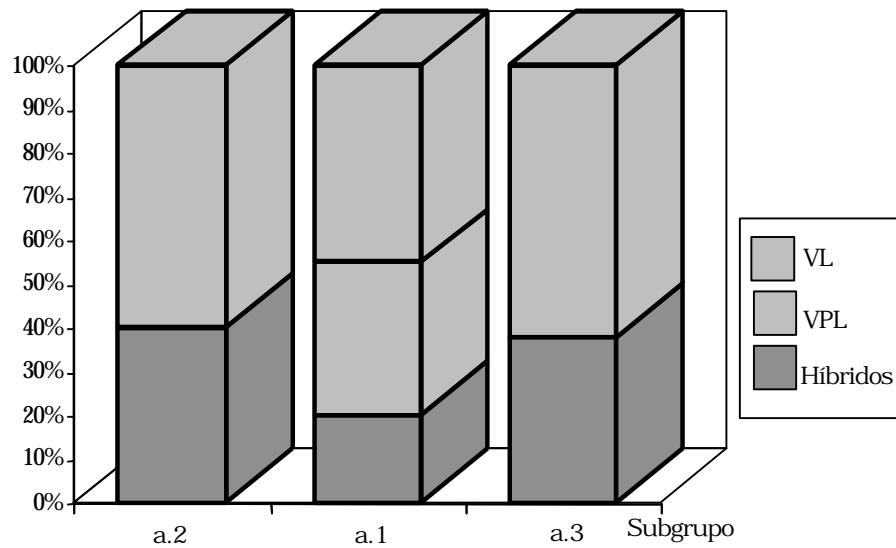
De los agricultores que sembraron híbridos con otras semillas, el hecho más sobresaliente consiste en que sembraron semillas locales en porcentajes que sobrepasan 50% de la superficie de sus predios. El subgrupo *a.1*, que sembró los tres tipos de semillas, decidió sembrar 44.5% de variedades locales, los que sembraron híbridos con VPL (subgrupo *a.2*) sembraron 62% con VPL y los que sembraron híbridos con semillas locales (subgrupo *a.3*) se reservaron 60% de su superficie para sembrar sus propias semillas (figura 29).

**Figura 28. Porcentajes de productores según la utilización de tipos de semillas**



Fuente: elaboración propia con datos del campo de observación PEPMA-1993

**Figura 29. Porcentajes de siembra de híbridos, VPL y VL por subgrupo de agricultor**

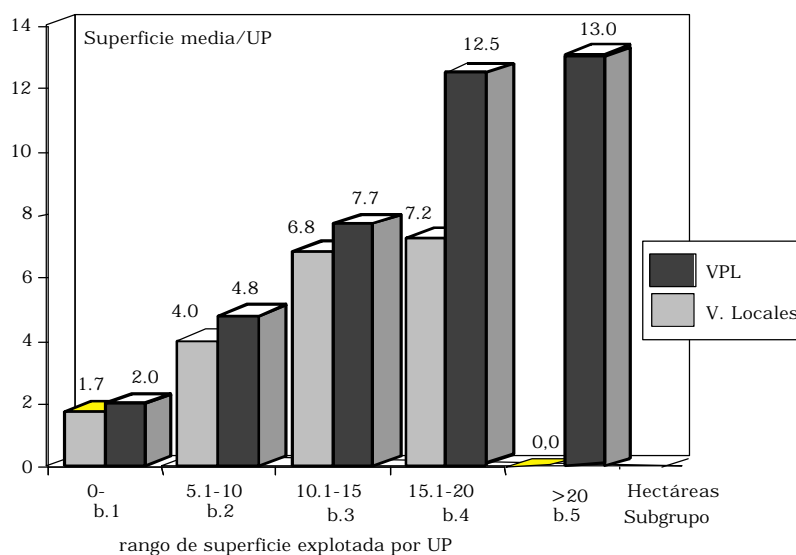


Fuente: elaboración propia con datos del campo de observación PEPMA 1993

La lógica de este comportamiento obedece a que la gran mayoría de los agricultores de los Valles Altos no confían en la producción que puedan obtener de la siembra de las semillas híbridas. Esto lo veremos más detenidamente en el plano de la localidad San Pedro la Concepción.

b) El grupo de agricultores que no sembró híbridos utilizó VPL únicamente o con semillas locales; además, estuvo formado por 416 personas. Poniendo en relación rangos de superficie explotada y tipos de semillas de este grupo se pueden distinguir cinco sub-grupos (figuras 28 y 30); *b.1*) 5.6% de los agricultores de este grupo explotó entre 0.1 y 5 hectáreas y sembraron 47% de VPL contra 53% de VL; *b.2*) 10.6% de este grupo explotó UP de entre 5.1 y 10 ha y sembraron 48% de VPL y 52% de VL; *b.3*) 5,3% del grupo explotaron UP de entre 10.1 y 15 ha sembraron 47% de VPL, y 53% de VL, y *b.4*) finalmente, el sub-grupo de 11.5% de los agricultores que explotó entre 15.1 y 20 ha sembró VPL en un porcentaje de 36.6%; *b.5*) el sub-grupo que sembró exclusivamente VPL estuvo formado por 67%, explotó UP de superficies medias de 13 ha. Como puede apreciarse, 33% de este grupo decidió no sembrar más de 50% de sus tierras con VPL; una vez más, un número importante de agricultores confió en el desempeño de las variedades locales.

**Figura 30. Composición de tipos de semillas utilizadas en las Unidades de Producción por rango de superficie media del grupo que siembra VPL y VL**



Fuente: elaboración propia con datos del campo de observación PEPMA-1993

c) La mayor parte de agricultores sembró exclusivamente semillas autóctonas. Este grupo tiene 4 737 miembros y la superficie media de sus UP fue 7.4% ha/productor, quien sembró 35 076 hectáreas.

Las semillas mejoradas en los Valles Altos no fueron utilizadas corrientemente. Sólo las siembran una capa del campo de observación representada por 111 agricultores (2.6% del total de agricultores), detentores de superficies relativamente vastas (16 ha de superficie media por productor). La mayor parte de los agricultores (88%) mantuvieron el hábito de sembrar y conservar sus antiguas semillas locales.<sup>104</sup> Estos últimos cultivaron una superficie media de 7.4 ha, lo que representó menos de la mitad de la superficie media de los agricultores que sembraron solamente híbridos y 400% de la superficie media estatal de los agricultores maiceros.

En el plano estatal, la utilización de las semillas mejoradas fue muy limitada. Según el *Sistema nacional de certificación e inspección de semillas*, las ventas de semillas mejoradas fueron de 221.7 ton en 1991, de 252.8 ton en 1992 y de 258.7 ton en 1993. Respetando las especificaciones técnicas de densidad de siembra (25 kg/ha), 8 868 ha; 10 348 ha y 10 348 ha, fueron sembradas en 1991, 1992 y 1993, respectivamente. Las tasas estatales de utilización de las semillas mejoradas fueron de 1.38% en 1991, 1.58% en 1992 y 1.76% en 1993 (cuadro 30).

Los 5 377 productores que integran el campo de observación del PEPMA en 1993 sembraron 2 231.5 ha de híbridos y 3 895.7 ha de VPL, lo que equivale a una tasa de utilización de semillas de 14%. Suponiendo que la tendencia de utilización que se ha determinado para el campo de estudio se aplica en los Valles Altos del PEPMA. Eso significaría que, en las 57 903 ha de los Valles Altos del PEPMA, se habrían sembrado 8 106.4 ha con semillas mejoradas; es decir, que los agricultores de esta región del PEPMA habrían utilizado 78.3% del total estatal de semillas mejoradas.

En todo caso, partiendo de las cifras disponibles, puede afirmarse que la superficie sembrada con semillas mejoradas en el campo de estudio utilizó entre 59.2 y 78.3% del total estatal de semillas mejoradas (dividiendo la superficie del campo de estudio sembrada con semillas mejoradas entre la superficie del Estado de México sembrada con semillas mejoradas). Eso

---

104 De acuerdo con la encuesta ex-post, 13.5% de agricultores sembró semillas híbridas y VPL, y el resto (86.5%) sigue sembrando semillas autóctonas.

significa que: 1) la superficie del Estado de México cultivado con maíz, sin contar el campo de observación, fue de 543 692 ha (587 430 ha de superficie estatal cultivada con maíz menos 43 738 ha del PEPMA); 2) que la superficie cultivada con maíz de semillas mejoradas sin contar la del campo de observación fue de 4 221.2 ha (10, 348.4 ha de superficie estatal sembrada con semillas mejoradas menos 6 127.2 ha del campo de estudio); 3) que la superficie sembrada con semillas mejoradas en el campo de estudio fue de 6 127.2 ha, lo que representó 14 y 1.04% de utilización de las semillas mejoradas del PEPMA y del estado, respectivamente, y 4) que la tasa de utilización de las semillas mejoradas fuera del campo de observación ascendió solamente a 0.77%.

Se puede concluir que según los datos disponibles, sólo 24.7% de los agricultores participantes en el PEPMA en 1993 han sido los mismos que en 1990. El 60% de los agricultores participantes fueron agricultores de tiempo parcial, pues emigran de sus comunidades para trabajar en la ciudad. Los agricultores participantes en 1993 tenían superficies medias de 7 ha por productor, lo que significa que la mayor parte de los agricultores detentores de superficies medias de dos hectáreas por productor no se beneficiaron de las subvenciones gubernamentales. Los agricultores utilizaban corrientemente máquinas agrícolas, fertilizantes y otras innovaciones, como la densidad de población recomendada por los investigadores de los institutos de investigación. Sin embargo, la mayor parte de los agricultores rehusan utilizar las semillas mejoradas recomendadas por los divulgadores del programa PEPMA.

En el punto siguiente, se expondrán los datos de un trabajo de campo realizado en una comunidad del valle de Toluca para tratar de encontrar una respuesta a la cuestión del rechazo por los agricultores de las semillas mejoradas.

### **3.2. Uso de técnicas agrícolas y semillas mejoradas en San Pedro la Concepción**

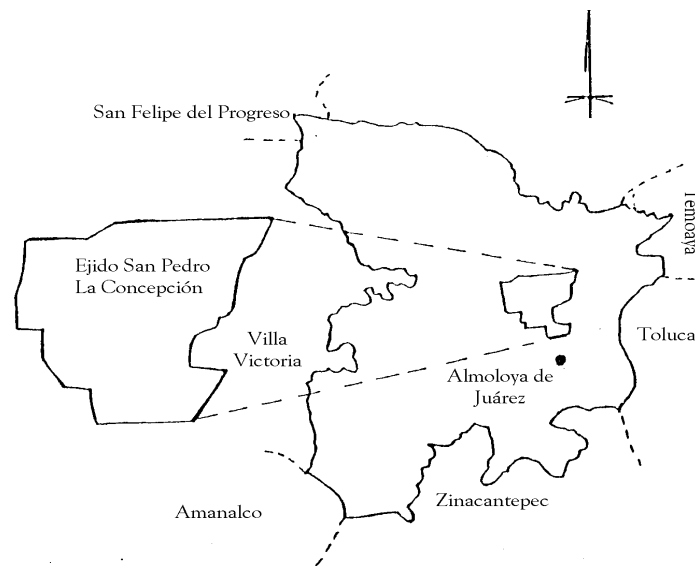
Ahora se abordará el grado de adopción del maíz mejorado en la localidad de San Pedro la Concepción. Esta localidad está situada en el municipio de Almoloya de Juárez del distrito agrícola de Toluca (figura 31). San Pedro la Concepción tiene 1 181 habitantes (IGECEM, 1995).

En la comunidad, 90% de las casas cuenta con electricidad y agua potable; 100% de la población tiene receptor de radio y 70%, televisión. La comunidad es accesible por carretera todo el año.

La alimentación familiar está basada principalmente en el consumo de maíz. La mayor parte de los agricultores destina su producción al autoconsumo y a la alimentación del ganado (destinado también al autoconsumo); 40% de los agricultores emigran temporalmente para trabajar en la ciudad, al menos un miembro de la familia trabaja permanentemente fuera de la comunidad.

En 1936, en el marco de la Reforma Agraria, 144 agricultores obtuvieron el usufructo de 786.20 ha, de las cuales 109 están parcialmente irrigadas y el resto corresponde a agricultura pluvial.

**FIGURA 31. La localidad de San Pedro la Concepción**



Latitud 19° 23' O"

Longitud 99° 46' O"

Fuente: Trigos 1992: 42

En 1936, los agricultores tenían 4.5 ha de tierras sin irrigación por persona y 0.75 ha irrigadas por persona. Ahora, la superficie de tierra por agricultor es muy limitada; 7.8% de los agricultores tienen parcelas inferiores a 1.0 ha; 50.7% tienen parcelas de 1.0 ha, 7.5% tienen parcelas entre 1.25 y 1.5 ha, 20% tienen parcelas de más de 2.0 ha. En San Pedro la Concepción, como en una vasta área de los Valles Altos, una de las limitaciones más importantes para continuar la agricultura es la disminución de la superficie de las UP. Esta disminución de la superficie agrícola por productor corresponde a la pérdida de interés de la mayor parte de los habitantes de San Pedro la Concepción para conducir una agricultura basada en el menor uso de fuerza de trabajo, de insumos y de capital (Trigos, 1996: c.p.)

En 1990, la administración del PEPMA contrató al Ingeniero Agrónomo Carlos Alberto Trigos Medina para integrar una unidad de divulgación (UD) en San Pedro la Concepción. En algunas semanas, logró reunir un grupo de 44 agricultores interesados en participar en el PEPMA e involucrando sus 146.5 ha (cuadro 35). Obviamente, la superficie de esta UD representaba menos de la mitad de la establecida por los administradores del PEPMA (350 ha).

**Cuadro 35. El PEPMA en San Pedro la Concepción en 1990**

<i>Variedades</i>	sup. total (ha)	sup. med por prod.	prod. (t)	índ. MAJ (t/ha)	tend. mir t/ha	Rend. ned t/ha
H-28	4.00	1.00	21.0	5.5	5.0	5.25
H-30	15.00	1.07	79.1	5.9	4.6	5.32
Alm. Juárez	3.00	1.00	16.1	5.6	5.0	5.37
Ixtlahuaca	4.75	0.95	23.9	5.6	4.1	5.06
Am. Zanah.	5.00	2.50	22.2	4.5	4.4	4.45
V. Locales	114.75	2.30	482.4	5.9	4.0	4.16
Totales o med.	146.00	1.47	644.7	5.5	4.5	4.90

Fuentes: archivos del PEPMA y Trigos, 1992: 52-58

En 1990, los agricultores sembraron 19 ha con los híbridos H-28 y H-30 (13% de la superficie), 12.75 ha con los VPL Almoloya de Juárez, Ixtlahuaca y Amarillo zanahoria (9% de la superficie) y 114.75 ha (78% de la superficie) con variedades locales; 20 agricultores sembraron exclusivamente VL, 18 sembraron híbridos y VL, cuatro sembraron VPL y VL, uno sembró VPL y finalmente uno sembró híbridos y VL. Nadie sembró exclusivamente híbridos.

Del conjunto de los agricultores que sembraron diferentes semillas, ninguno de entre ellos sembró híbridos o VPL en una proporción superior a las VL, lo que corresponde con los datos obtenidos del campo de observación del PEPMA en los Valles Altos (ver 4.3.1.).

En San Pedro la Concepción, la influencia del PEPMA fue débil. Solamente 30% de los agricultores quisieron participar en el proyecto con 19% de la superficie total de la localidad. Más de 100 agricultores de 144 prefirieron quedar al margen del PEPMA. De acuerdo con nuestras conversaciones con algunos agricultores no participantes, algunos no tenían documentos para justificar la posesión legal de sus tierras. En efecto, cuando el gobierno distribuyó la tierra a los campesinos en 1936, las generaciones de agricultores siguientes heredaron, sin constancias legales, superficies agrícolas cada vez más pequeñas, lo que explica la atomización excesiva de la tierra en San Pedro la Concepción y en los Valles Altos.

Para otros agricultores, la superficie mínima de tierra no justifica comprometer su participación en algún programa. Para ellos, el cultivo de maíz representa un trabajo de fin de semana. Es habitual que los hombres salgan de la comunidad en la semana para trabajar en la ciudad y regresen el fin de semana para visitar a la familia y tomar decisiones, entre las que se encuentran la gestión de la UP.

Por otro lado, para algunos agricultores, las fincas son una especie de asilo donde los viejos se quedan en el campo y de donde los jóvenes han emigrado desde hace años. Es la generación que se benefició con la repartición de la tierra en 1936 y otros agricultores de las generaciones siguientes que ahora son viejos y que no tienen ni el interés ni el dinero para modificar el estilo técnico del cultivo del maíz.

Estos cambios sociales en el campo han impedido la adopción de las innovaciones donde las perspectivas de tener ganancias no están definidas. Según los agricultores no participantes en el PEPMA que fueron entrevistados, el desempeño de las semillas es aleatorio en relación con las condiciones climáticas de San Pedro la Concepción. La respuesta de estos agricultores es abrumadora: *ninguno utiliza semillas mejoradas o fertilizantes de alta concentración.*

En 1990, los hechos más sobresalientes de la acción de Trigos en el interior de San Pedro la Concepción fueron la introducción de las semillas mejoradas en

21% de la superficie del grupo participante (y 4% de la localidad), la utilización de fertilizantes de alta concentración como los fertilizantes foliares y la recuperación del crédito bancario (Trigos, 1992: 32). Trigos reconoce la importancia de haber tenido buenas condiciones climáticas, lo que corresponde a los resultados del conjunto del PEPMA.

La participación de los agricultores en 1991 y 1992 fue muy irregular. Cuatro agricultores habían participado, en el PEPMA-1993, en 1992, seis en 1991 y solamente tres en 1990. De los 44 agricultores participantes en el PEPMA-1990 sólo los agricultores Atanacio Palma Gonzaga, Abundio Munguía Flores y Jesús Carmona Martínez han continuado en 1993. Según Trigos y los agricultores entrevistados, la razón principal del abandono del PEPMA por los otros agricultores fue el hecho del sobre-endeudamiento de los años 1991 y 1992.

A partir de las entrevistas realizadas, durante el otoño de 1994 a los 13 agricultores participantes, se observaron los hechos principales de su participación técnica. Los agricultores consideran que las técnicas de cultivo no han cambiado desde el principio del PEPMA. Aplican fertilizantes, pesticidas, herbicidas, con productos que compran en Toluca; según ellos, los divulgadores del programa no aportan ningún conocimiento nuevo sobre el cultivo del maíz. En relación con los fertilizantes, aplican una fórmula constituida por 136 unidades de nitrógeno, 90 unidades de fósforo y 30 unidades de potasio (136-90-30), lo que significa dosis superiores a las que los técnicos recomiendan (ver cuadro 31). Aplican tales dosis, pues consideran que es la única solución para tener buenos rendimientos.

En lo que concierne a las semillas mejoradas, 10 agricultores de los 13 entrevistados habían cultivado híbridos, pero ninguno de ellos los ha cultivado desde 1993. Todos consideran que las semillas de los híbridos son factores de producción caros en relación con las ganancias que se pueden obtener. Por otra parte, dicen que los granos de los híbridos son más grandes que los de las variedades locales, pero que son más ligeros. Teniendo en cuenta el hecho de que la producción es vendida por peso y no por volumen, prefieren cultivar las variedades locales o las variedades mejoradas de polinización libre, pues tienen granos pesados aunque sean pequeños y, en el momento de la cosecha, la diferencia de rendimiento entre las plantas híbridas y las VPL es mínima o incluso favorable para las semillas de polinización libre.

Por otra parte, los agricultores no aceptan que las semillas mejoradas tengan un precio más elevado en comparación con las suyas. En efecto, en 1990, el precio de las semillas mejoradas era de siete pesos, mientras que el precio del maíz era de entre cinco y seis pesos. Igualmente, en 1994, el precio del grano alcanzaba 1.5 pesos mientras que el precio de las semillas mejoradas llegaba a nueve pesos (Trigos, 1996: c.p.).

Según Trigos, los agricultores no aprovechan las ventajas de las semillas mejoradas, pues no están dispuestos a disciplinarse para adoptar los paquetes tecnológicos recomendados por los agrónomos del PEPMA.

La última negociación sobre la existencia del maíz mejorado científicamente apareció en el seno de las relaciones entre divulgadores y agricultores en cuanto a la pertinencia de sembrar semillas mejoradas de maíz. A lo largo del PEPMA, los agricultores accedieron cultivar los híbridos recomendados por Trigos, pero solamente en menos de la mitad de sus UP, cifra similar a la obtenida en el campo de observación del PEPMA-93. Esta es la razón por la cual menos de 50% de las tierras fueron cultivadas con híbridos.

En 1994, ninguno de los agricultores de San Pedro la Concepción estuvo dispuesto a seguir las recomendaciones de los divulgadores para sembrar los híbridos. Sin embargo, los 13 agricultores entrevistados siguen dispuestos para ensayar nuevas semillas híbridas con condición de que no tengan las dificultades de las actuales.

#### **4. CONCLUSIÓN. LA DESAGREGACIÓN DEL PROYECTO DE DIVULGACIÓN**

En esta parte se han visto los esfuerzos de una comunidad de especialistas que, pensando tener OT listos para ser aplicados en las fincas de los productores, trataron de divulgarlos. Desde los años ochenta, y particularmente entre 1990 y 1993 en el Estado de México (el PEPMA se anuló en 1994), los políticos, científicos, divulgadores, institutos de investigación y empresas de asistencia técnica, han tratado de imponer sus criterios sobre la explotación racional de las innovaciones y de crear una red estable de producción-consumo de los OT.

Las innovaciones químicas y mecánicas, sobre la organización del trabajo (figura 1) han influido en las prácticas productivas de los agricultores; pero, en lo que concierne a las semillas mejoradas, la mayor parte de los agricultores utilizan semillas autóctonas. Esta hibridación fundadora maíz autóctono-

agricultores se continúa casi de la misma manera que hace seis mil años, a pesar de los esfuerzos de los científicos que han querido interponerse al suministrar nuevas plantas.

Independientemente de las cifras más optimistas sobre la utilización de las semillas mejoradas, incluyendo los híbridos, el escenario no se parece al que imaginaban Wellhausen y el equipo de la OEE cuando pretendían colmar de híbridos de cruza doble las tierras mexicanas. Las esperanzas de Taboada y su equipo de explotar las variedades estabilizadas de polinización libre tampoco se concretaron. Los continuadores de estos maestros del mejoramiento genético no han podido construir una red extensa y estable de maíz mejorado. Después de casi 60 años de ciencia y divulgación del maíz manipulado, los agricultores continúan su alianza ancestral con las semillas autóctonas, por lo tanto los híbridos son utopías.

Recientemente, los agricultores han aceptado ocasionalmente sembrar híbridos, pues los divulgadores han llevado las semillas híbridas como parte del crédito o han sido convencidos técnicamente por los divulgadores, quienes les han prometido subvencionar el precio de las semillas, les han convencido mediante argumentos técnicos, o les han acosado como vendedores.

El rechazo de sembrar híbridos significa el rechazo implícito de las molestias que estas plantas exigen a los agricultores. No aceptan comprar cada año híbridos, sobreproteger las plantas de maíz, el riesgo de perder toda su inversión en caso de siniestro y de cosechar granos más ligeros en relación con las variedades locales. Ahora bien, si los científicos han subestimado las molestias de los híbridos, la mayor parte de los agricultores están allí para limitar la existencia de las semillas mejoradas continuando la siembra de las variedades que, teniendo granos pequeños pero pesados, no piden más que sembrar granos cosechados durante el ciclo agrícola precedente. En breve, para el conjunto de los agricultores, los híbridos actuales no son opciones técnicas reales para estimular la producción.

El proyecto de divulgación basado en la idea de desplazar las técnicas del maíz de los centros experimentales hacia los agricultores se volvió más complicado que los proyectos optimistas de los divulgadores. La historia del PEPMA pone en evidencia una problemática que rebasa la explicación de una buena tecnología que, por razones políticas o sociales, no puede ser aplicada por los

agricultores y que sobrepasa también la explicación de una tecnología que no fue bien concebida.

Según la primera explicación, la ausencia de empeño real de los gobiernos federal y estatal, los conflictos entre los equipos de Turrent y de Álvarez, los créditos de los bancos que llegaban con retraso, han contribuido a desmovilizar al PEPMA y a volver irreal el proyecto de acrecentar la productividad de las fincas de los agricultores. Se puede suponer que, a pesar de los errores políticos, los agricultores no son capaces de admitir las nuevas tecnologías producidas por los científicos.

De acuerdo con la segunda explicación, los híbridos y las semillas híbridas no responden bien a las condiciones de producción de los agricultores. El gran error comenzó en la década de 1940, en el momento en que los genetistas decidieron seguir vías de mejoramiento que los agricultores no querían.

Así, después de haber ilustrado los avatares de la construcción de una red socio-técnica de maíz manipulado científicamente, se podrán obtener algunas conclusiones de esta historia de plantas y hombres.

**CONCLUSIONES**  
**LA INACABADA REALIZACIÓN DE LA RED MAÍZ MEJORADO**  
**CIENTÍFICAMENTE**

---

Las conclusiones de este estudio corresponden a tres vertientes. En primer lugar, las que abordan las explicaciones propuestas por los diferentes actores de esta historia de mejoramiento científico del maíz. En segundo, aplicando una vez más el modelo explicativo adoptado (ver los puntos 2.2 y hasta 2.8) sobre las controversias y negociaciones, se brinda una interpretación global del programa de manipulación científico del maíz que se desarrolla entre 1938 y 1996. Finalmente, se discute y propone una lectura de la historia de la construcción social de las innovaciones agrícolas a la luz de los supuestos teóricos utilizados en el análisis.

**A.** Esta historia ha comenzado en 1938, cuando un grupo de funcionarios y políticos, interesados en construir una red de maíz mejorado, contrata a científicos con el fin de manipular genéticamente el maíz mexicano. Esta historia termina casi 60 años más tarde cuando la superficie del Estado de México, cultivada con variedades mejoradas e híbridos de maíz, abarca 1.76% (con datos de Rosales, 1994: c.p.) del total de tierras dedicadas a ese cultivo y que el mayor número de los agricultores de los Valles Altos rechazan formar parte de la red socio-técnica maíz mejorado.

La red maíz manipulado científicamente está constituida por investigadores, institutos de investigación, políticos de los ministerios estatal y federal de agricultura, empresas que comercian con las semillas mejoradas, oficinas de verificación y certificación de semillas, leyes de producción de semillas y un grupo de agricultores, quienes habitualmente siembran semillas mejoradas e híbridos. Socialmente, esta red no está acabada, debido a que la mayor parte de

los agricultores no se han asociado. He aquí por qué no se puede reconocer la completa realización de la red socio-técnica maíz mejorado.

Las personas a quienes se ha interrogado durante la investigación han propuesto varias explicaciones de la no-realización de la red maíz mejorado. En primer lugar, se expondrán las explicaciones que se han rechazado; enseguida, se presentará una propuesta alternativa.

Para iniciar, la tesis de las imperfecciones técnicas que explicaría que las semillas híbridas y las variedades mejoradas tienen una limitada adaptación al ambiente de los Valles Altos y que los 2 200 metros sobre el nivel del mar donde éstos se encuentran marcan el límite de adaptación biológica del maíz. Desde luego, también era posible atribuir la causa de la no-adopción de semillas mejoradas a las restricciones que limitaban la producción agrícola, por ejemplo, la minúscula superficie explotada por los agricultores, la infertilidad de los suelos, las condiciones climáticas desfavorables, tales como las heladas o el frío de los Valles Altos. Siguiendo estos razonamientos, no podría explicarse por qué esta región sigue siendo una de las regiones maiceras más productivas del país.

Es posible también considerar la resistencia de los agricultores a los cambios técnicos y con ello a las nuevas semillas, o que los agricultores no hayan tomado seriamente su voluntad de enriquecer el contenido técnico de los procesos productivos, siendo negligentes en la adopción de las semillas mejoradas. Así las cosas, cómo explicar: ¿por qué otras innovaciones técnicas como los fertilizantes, la maquinaria agrícola y los pesticidas son utilizadas corrientemente? Justamente, el problema es explicar por qué los agricultores son refractarios a las semillas mejoradas y no a otras innovaciones.

El *chivo expiatorio* de la adopción limitada de los híbridos podría ser la acción de los científicos, quienes en lugar de gastar sus energías en las controversias inútiles sobre las vías de mejoramiento de semillas habrían podido, desde 1940, ponerse de acuerdo sobre las plantas a formar agrupando sus esfuerzos, o bien, en lugar de verse tentados a buscar puestos político-administrativos habrían debido, desde 1963, orientarse a producir híbridos para las zonas de agricultura de temporal. Desde luego que puede reprocharse a los científicos el abandono de la ciencia del mejoramiento para dedicarse a la política sindical o al fomento del desarrollo rural. Según ciertos actores, la politización de los programas de investigación no ha tenido buenos efectos, esto se constata cuando los

científicos jugaron a la política en el caso del Plan Puebla o en el caso de su participación sindical en el INIA en el periodo 1973-1975. Los culpables podrían ser los creadores de la disciplina de Productividad, quienes —limitando el aporte de la genética— introdujeron la teoría de la productividad de sistemas agrícolas y reagruparon las técnicas en paquetes técnicos y las disciplinas agrícolas bajo la distribución de la Productividad. Intentando reunir técnicas y disciplinas, los productivistas han pretendido detentar un poder académico que no era aceptado por las otras disciplinas, comprendida la genética; esta pretensión dio lugar a nuevas controversias y a déficits de integración de los paquetes técnicos. En esta explicación, sin embargo, se deja de lado que son las controversias y las negociaciones las que han puesto en escena las vías técnicas posibles que han permitido avanzar la manipulación científica del maíz. Entonces, no puede atribuírseles a ellos la responsabilidad del fracaso.

Puede ser que las controversias ligadas al control del PEPMA entre funcionarios hayan impedido una alianza para divulgar bien las técnicas del INIFAP e ICAMEX y aumentar el prestigio de las ciencias agrícolas, de los institutos de investigación y de los mismos líderes. Hay buenas razones para poner en duda el desempeño de los divulgadores. Puede suponerse que ellos han sido incapaces de difundir adecuadamente los OT, porque no comprenden la manera de cultivar el maíz de los agricultores, de evitar su resistencia al cambio o manipular sus intereses, lo que habría acelerado el proceso de *marketing* de semillas mejoradas. De hecho, falta explicar por qué los agricultores se quejan de las características físicas y del costo elevado de las semillas híbridas y por qué ellos compran otras innovaciones sin mencionar que no son rentables.

Pero las acciones de los políticos pueden ser las más fáciles de explotar para explicar las deficiencias del programa científico del maíz. De ellos puede decirse que apoyaron verbalmente el mejoramiento del maíz, pero que los presupuestos siempre han sido insuficientes, que destruyeron la OCE-IIA para favorecer a los investigadores de la OEE, que aprovecharon los resultados de los científicos para aumentar sus créditos políticos, o que ellos intervenían en los asuntos que no concernían más que a los científicos. Sin embargo, no puede comprenderse el nacimiento del programa de mejoramiento, del Plan Puebla ni del PEPMA, sin las intervenciones de los políticos. Los científicos pudieron tener sus espacios de negociación y sus centros de hibridación para manipular al maíz genéticamente, asociarlo a otras innovaciones y a divulgar sus técnicas.

Puede dudarse de la eficacia técnica de la empresa estatal responsable de la reproducción y de la comercialización de semillas Productora Nacional de Semillas (PRONASE). Puede decirse que aprovechando su carácter monopólico de Estado no puso atención a las indicaciones precisas de reproducción de las plantas mejoradas teniendo por resultado semillas comerciales de dudosa calidad. Según esta explicación, la PRONASE contribuyó al descrédito de las semillas mejoradas vendiendo semillas con embriones no viables o de genealogía dudosa. Pero es la propia PRONASE quien se queja de los errores técnicos de la producción de *semillas originales* por parte del INIFAP, quien no dominaba completamente las técnicas de cruzamientos a nivel comercial.

Normalmente, los agricultores se quejan del retardo con el cual los créditos les son otorgados. En el momento de la siembra, los agricultores no tienen dinero para comprar las semillas mejoradas. Además, después de los años ochenta, los agricultores estaban sobre-endeudados y no podían tener nuevos créditos. Pero falta explicar por qué, aun sin créditos bancarios, los agricultores compran pesticidas y otros OT mediante transferencias de salarios obtenidos en las ciudades y no semillas mejoradas.

Pero también hay una explicación optimista del proceso de formación de la red maíz mejorado: no hay perdedores y todos los actores han ganado algo según su propio interés. Según esta explicación, falta ir más allá de las cifras sobre la adopción de semillas mejoradas para comprender que el aumento del rendimiento nacional del maíz tiene como base la utilización de técnicas modernas, dentro de las cuales, evidentemente, se encuentra la utilización de semillas mejoradas. De manera optimista puede suponerse que el precioso polen de las plantas mejoradas por los investigadores ha fertilizado durante generaciones, por medio del viento, los estigmas de las plantas de los agricultores que sin comprar directamente semillas mejoradas se han beneficiado sin saberlo del programa de mejoramiento. Desde luego esta perspectiva olvida que los genes de las principales semillas mejoradas ya se encontraban en las variedades sometidas a selección por los agricultores desde hace miles de años; es decir, que los científicos tomaron los mejores genes de las muestras seleccionadas previamente por los agricultores.

La mayor parte de los actores han tenido la prudencia de apoyar las *pretensiones de validez* de los científicos sobre las leyes de la genética y de la productividad del maíz con el fin de aumentar su producción. Los obstáculos de ciertos

actores o la indiferencia de los agricultores que actúan individualmente no han impedido el poder inmanente de la ciencia y la técnica de mejorar el desempeño del maíz y la de los agricultores.

Todas esas explicaciones se han escuchado y circulan entre los actores. Los interlocutores del autor de esta investigación han intentado convencerle de la justeza de sus actividades y de sus opiniones en favor de tal o cual técnica. Frente a esas explicaciones, se ha preferido cultivar el escepticismo mertoniano (Merton, 1972) respecto a la acción científica y seguir el principio de simetría hacia las controversias científicas con el fin de organizar una explicación que no prejuzga la justeza de unos y los errores de otros. Se ha preferido tratar, con particular cuidado, los periodos durante los cuales los proyectos eran inciertos, los momentos donde no era posible prever el resultado de la movilización de los actores y los momentos donde los actores tenían las mismas posibilidades de ubicarse como actores activos y decisivos. La utilización del principio de simetría, de causalidad y de escepticismo permiten estudiar la actividad científica tal como se hace, teniendo en cuenta que el desarrollo de “cadenas operatorias” no tiene fronteras delimitadas *a priori*.

**B.** Las diferentes partes de esta investigación permiten retrasar, con mediana exactitud, un proceso de hibridación socio-técnica marcada por el desarrollo continuo de relaciones entre la construcción simbólica de problemas económico-sociales, la formulación de hipótesis científico-técnicas, el establecimiento de los espacios de negociación basados sobre la legitimidad de las investigaciones, la fabricación de centros de hibridación, los enunciados sobre los puntos de alianza posible de los actores y los mecanismos para resolver los problemas de la representatividad de los actores.

Esta continuidad del proceso de hibridación se aplica al establecimiento del programa de mejoramiento genético (capítulo 2), como al nacimiento de la disciplina de Productividad (capítulo 3), que al proyecto de divulgación PEPMA y las micronegociaciones entre divulgadores y agricultores (capítulo 4), o aun a todo el programa de mejoramiento científico del maíz y de los agricultores. Ciertamente, los elementos del modelo explicativo de la hibridación que se han aplicado varias veces en los capítulos precedentes pueden aplicarse considerando el Programa de manipulación científica de los últimos 59 años como si se tratara de un solo proyecto socio-técnico.

En el capítulo II, se ha tratado la puesta en escena de las principales problemáticas e hipótesis de la hibridación, de las principales alternativas técnicas a esta problemática, de la definición de un esquema de alianza posible entre los actores. En el capítulo III, se ha puesto al día el tejido y la movilización de una parte importante de los actores de la historia y la relativización que sufrió la genética en general y el programa de hibridación genética por parte de los supuestos de la Productividad de sistemas agrícolas. En el capítulo IV, se ha analizado el proceso de fijación de la representatividad de los actores por medio de la divulgación, concluyendo que los investigadores de los Valles Altos no tienen razones para afirmar su representación legítima de la asociación *maíz mejorado-agricultores*.

La primera versión de la problemática del mejoramiento fue fijada por Wallace y Wellhausen en los años cuarenta como la vía de la hibridación; pero ella fue contestada por Taboada, quien defendió el derecho a la vida de las variedades estabilizadas. Después de 1961, la problemática devino más global, ella comprendía el debate sobre el mejoramiento del maíz para las zonas irrigadas y zonas de temporal. La discusión en torno al mejoramiento parecía agotado porque la disciplina de la Productividad de sistemas agrícolas distribuía la formación de híbridos para las zonas irrigadas, de variedades locales para las zonas de temporal, y las variedades locales para las zonas de agricultura tradicional. Finalmente, en la última década y media los actores se inclinan a entregar las técnicas modernas disponibles en centros de investigación, nacionales o extranjeros, para resolver con urgencia la pérdida de autosuficiencia alimentaria y particularmente de maíz.

Las opciones técnicas desarrolladas sufren los juegos y los golpes de fuerza de los actores. En los años cuarenta, se trataba de desplazar la experiencia ejemplar de la hibridación de EU hacia México, con el fin de resolver los problemas agroalimentarios del país (opción de Wellhausen); o bien, faltaba desplazar la experiencia ejemplar del éxito de la variedad Celaya por los agricultores del Bajío a todos los agricultores del país con el fin de resolver sus problemas de producción (opción de Taboada). En 1961, se trataba de reproducir a la escala nacional la experiencia del híbrido mexicano resistente a la sequía nombrado Celita (opción de Wellhausen) o de explotar la resistencia a la sequía de la Línea latente encontrada por Palacios con el interés de armar híbridos para la agricultura de temporal (opción de Palacios).

En 1982, los actores se interesaban en trasladar y reproducir los resultados de aplicar técnicas en otros países o en centros de investigación hacia los terrenos de los agricultores. En el PEPMA-90 se intentaba reproducir los resultados de las experiencias científicas de los paquetes tecnológicos puestos a punto por investigadores del INIFAP y del ICAMEX en las fincas de agricultores de los Valles Altos del Estado de México, aprovechando los resultados de experimentos precedentes a los programas de divulgación de los años setenta.

Las variaciones de las opciones tienen como efecto desplazar las experiencias de un contexto a otro para intentar resolver problemas definidos como similares, pero ellas se presentan insuficientes porque la movilización de los actores incorpora acciones que ponen en juego la identidad que pretenden imponer los investigadores para alcanzar sus proyectos y la que vehículan los actores mismos. He aquí una de las razones que explica el carácter no reproducible de los objetos y de los esquemas de producción técnica.

La historia de los objetos y de los hombres que se ha presentado aquí no es la repetición de la hibridación del maíz en los Estados Unidos ni la de la formación de variedades de polinización libre del tipo Celaya en México. Así como las semillas mejoradas mexicanas son esquemas de producción únicos y no reproducibles, la formación de una red de maíz mejorado en los Valles Altos de México es único porque las posiciones han sido particulares.

Leyendo el programa de mejoramiento en su conjunto pueden plantearse las cuestiones: ¿cómo el proyecto de la hibridación ha vivido casi 60 años a pesar del fracaso en la adopción de las semillas híbridas por los agricultores?, ¿cómo los investigadores han podido transformar los fracasos de la adopción de semillas mejoradas en argumentos para continuar los progresos de la manipulación genética? La etnografía de este trabajo propone una respuesta: las controversias y las negociaciones científico-técnicas han organizado las vías posibles de mejoramiento, los argumentos y la acción de los actores en favor o en contra de los proyectos de mejoramiento. Intentemos dar una explicación a estas dos paradójicas preguntas.

En relación con la vía de la hibridación, el único actor que ha rechazado los híbridos ha sido una parte del equipo de Edmundo Taboada, pero como vimos se le hizo callar en 1961, cuando él fue relevado de toda responsabilidad estratégica de la investigación del maíz. Los equipos de Muñoz-Carballo en el

Colegio de Posgraduados y el de Wellhausen-Laird en el Plan Puebla seleccionaban variedades locales, tenían por objetivo final formar híbridos para la agricultura de temporal. Por otro lado, el equipo de Turrent asignaba el cultivo de los híbridos a las zonas de alta productividad agrícola. Los políticos no han tomado partido por los híbridos y contra las variedades de polinización libre; ellos no han sido enemigos de los híbridos. Los agricultores no son aliados de los híbridos, pero tampoco son enemigos. Esto quiere decir que, no teniendo enemigos reales, el proyecto de la hibridación ha tenido la ocasión de sobrevivir y de presentarse a los actores como una posibilidad de desarrollarse en algún momento para ofrecerles sus servicios.

Las variedades mejoradas tampoco han tenido enemigos. Después de que Taboada propuso esa vía de mejoramiento, otros investigadores han considerado que la formación de variedades de polinización libre es ineluctable, como fin en sí mismo o como base de la hibridación. La vía de las variedades mejoradas ha sido abandonada en frecuentes ocasiones por las instituciones de investigación en México.

A pesar de la indiferencia de los agricultores respecto a los híbridos, como en el caso de San Pedro la Concepción, los proyectos de la hibridación y de las VPL han podido sobrevivir porque todos los proyectos han pretendido que la manipulación genética del maíz era crucial para aumentar el desempeño de la planta, incrementar la producción y de la disponibilidad de alimento para la población. En otras palabras, excepto los agricultores, los actores han retenido la idea del mejoramiento como una estrategia para sacar del subdesarrollo técnico al campo. De una manera negativa, la historia seguida muestra que los OT no se vuelven realidad sin la colaboración de los usuarios.

**C.** En la demostración de esta investigación se ha guardado cercanía con la fórmula de la tecnicidad como un “hecho social total” en el sentido de Mauss considerando la integración de las representaciones, los actores, los usos y los instrumentos en un solo haz socio-técnico.

Aunado a lo anterior, se han empleado los principios de simetría e imparcialidad para juzgar las acciones de los actores que optaban sobre las relaciones entre los conceptos teóricos diferentes, entre las demandas políticas y las respuestas científico-técnicas de origen diferente entre nociones científico-

técnicas sobre la hibridación y nociones sociales, sobre los agricultores para plantear los problemas de una intervención simétrica a sus posiciones.

Según las explicaciones que aquí se hicieron, no es la tecnología de la hibridación quien ha determinado la evolución del cultivo del maíz y de los agricultores de los Valles Altos. Por el contrario, no son las condiciones de producción o las sociales quienes han determinado la puesta en obra del proyecto de formación de las VPL. Son las controversias y las negociaciones a propósito del mejoramiento de maíz quienes han puesto en evidencia el abanico de soluciones posibles a los problemas teórico-científicos, económicos y políticos.

Las negociaciones con los actores evolucionaron a partir del momento en el que los políticos se movilizaron para contratar a los científicos a fines de los años treinta. Después de 1940, ellas continuaron modificando las políticas científicas, apoyando o rechazando las investigaciones de mejoramiento, movilizando recursos financieros con el fin de divulgar las técnicas, etc. Las negociaciones entre políticos y científicos muestran una simbiosis entre la intervención de los sistemas técnicos y su puesta en operación sociopolítica. Las relaciones simbióticas entre políticos y científicos plantean la pregunta sobre el destino del poder político sin los argumentos y razones proporcionados por los científicos e, inversamente, sobre el destino de la actividad científica sin la intervención socio-técnica de los políticos. La respuesta probable a esto sería que en el primer caso la sociedad sería de tipo dictatorial y en el segundo caso, tecnocrática.

En la historia que se ha contado, ningún actor ha sido suficientemente poderoso para imponer su voluntad, ni ningún otro tan débil para no ser tomado en cuenta en el resultado final de las decisiones. En este medio de las relaciones, los científicos han debido ganar la legitimidad de sus espacios de negociación para obtener los recursos, el tiempo, el dinero y la confianza de los actores sociales implicados para poder intervenir científicamente en el problema del maíz y en el de las relaciones maíz-agricultores.

En relación con la fabricación de artefactos, el enfoque *empírico relativista*, conducido por Collins (1993) y Shapin (1980), encuentra ilustraciones en la presente investigación. A pesar de no haber utilizado la noción de *grupos sociales influyentes*, se ha visto cómo los grupos sociales ligados al mejoramiento del maíz y de los agricultores han jugado un papel crítico en la definición y

solución de los problemas que impedían la construcción de artefactos (Pinch, 1985), nombrados para el caso de estudio *semillas mejoradas de maíz*. Sin embargo, las esperanzas de los relativistas sobre la manera consensual de resolver las controversias no encontraron apoyo en esta historia, puesto que son los golpes de fuerza de ciertos actores que colaboraron en la determinación de las elecciones técnicas, tal como aquí se ha visto en repetidas ocasiones.

La tesis fuerte del enfoque *traduccionista* corresponde mejor a las referencias empíricas del presente estudio. En efecto, se ha mostrado que las semillas mejoradas de maíz y los conocimientos científico-técnicos de su utilización son la estabilización de una larga cadena de desplazamientos, controversias, adecuaciones, asociaciones y disociaciones de realidades humanas y naturales.

Esta investigación ha mostrado que la innovación técnica de las semillas mejoradas consiste en la construcción de relaciones inéditas y únicas entre las leyes del maíz y de la acción social. Teniendo la capacidad de coordinar ciertas leyes naturales de las plantas de maíz con los intereses de ciertos actores sociales, los científicos han construido redes únicas de naturaleza y de sociedad. Los éxitos en la manipulación científica del maíz ha permitido construir una verdadera red socio-técnica en la que los científicos han intentado representar a los otros actores e imponer sus proyectos de investigación como legítimos programas de innovación.

Luego que los científicos han creado sus centros de hibridación, ellos han movilizado la producción del maíz de todo el país. Las estructuras genéticas de miles de semillas fueron puestas al servicio de la idea de la selección de plantas de mayor desempeño para reproducirlas y convertirlas en representativas de todo el maíz mexicano. Las leyes de la herencia y la reproducción del maíz han respondido permitiendo la selección de algunas de ellas y su conversión en líneas puras, la formación de híbridos de cruza doble, de híbridos para las zonas de sequía y de irrigación, la formación de variedades de polinización libre; todo esto, desde luego, asociado a la puesta en escena de las innovaciones complementarias.

La movilización de los actores no depende enteramente de factores racionales o irracionales, pero ambos pueden ligarse y adecuarse gracias a los esfuerzos de los científicos. Esto se puso de manifiesto en varias ocasiones; por ejemplo, la designación de Antonio Turrent al puesto de director del INIFAP por la decisión personal y sin motivo estrictamente científico de Villa Issa exigió del

primero intentos de asociar las técnicas de producción para el maíz desarrolladas por el INIFAP a las condiciones de los agricultores. O cuando, por razones técnicas, Aristeo Álvarez fue nombrado responsable del PEPMA, situación que le exigió aprovechar la estructura del ICAMEX para operacionalizar una solución al problema de transferir técnicas avanzadas para el maíz.

La historia que se ha descrito no es solamente un reporte etnográfico de la acción de los investigadores, de la fabricación de semillas mejoradas o de la apropiación de las técnicas por los agricultores. Esta historia es una serie de intentos de fabricación de esquemas únicos de relaciones. Se ha visto que los investigadores querían intervenir sobre las relaciones técnicas entre el maíz y los agricultores para hacerse un lugar social central, imponiendo nuevas asociaciones entre ellos y los actores. Se ha visto a las leyes del maíz en proceso de disociarse para después ligarse con los actores; a los banqueros, intentando ligar las técnicas extranjeras al dinero y a los agricultores; a los divulgadores, pretendiendo ligar maíz mejorado de los Valles Altos y de San Pedro la Concepción rechazar las semillas mejoradas.

Se ha tratado con especial cuidado el proceso de asociación y disociación entre el maíz y los agricultores por el interés de retrasar las modificaciones de las asociaciones entre el maíz autóctono y los agricultores tradicionales. En esta perspectiva, se ha notado que las múltiples tentativas de los científicos y sus aliados contemplan suplantarse la antigua relación maíz-agricultores intentando imponer una nueva asociación mediada por un conjunto de objetos científico-técnicos.

Los actores participantes en la construcción de una red de maíz mejorado han, sin embargo, contribuido a la puesta en escena y a la operación de nuevas semillas mejoradas de maíz. En cambio, esos actores han fortalecido su fuerza en la medida en la que el maíz mejorado ganaba terreno. Así, el nacimiento del maíz híbrido corresponde a la integración de un grupo de especialistas, de institutos de investigación, de empresas productoras de semillas, de oficinas gubernamentales para regular la producción y distribución comercial de semillas y de leyes, como la *Ley de producción de semillas*.

Las investigaciones sobre la manipulación científica del maíz han contribuido a la formación institucional de centros de investigación tanto en el plano internacional como el caso del CIMMYT y en el plano nacional al INIA. Esos

centros fueron instituidos después de las negociaciones sobre el mejoramiento del maíz. La lectura global del programa de mejoramiento del maíz evidencia la puesta en escena de un esquema único de innovación socio-técnica tan particular que no fue repetido en otro lugar y que no es reproducible como tal. El programa de mejoramiento científico del maíz ha dado origen a una red material, simbólica y social, única e irrepetible.

Pero la extensión de la red es inmadura aún. Los agricultores no devienen todavía aliados del maíz híbrido o mejorado. Ellos son los aliados que faltan para rendir completamente en realidad social los híbridos actuales. La construcción de una zona agrícola basada sobre la utilización de las técnicas imaginadas por científicos, políticos, divulgadores, funcionarios de la banca central y productores de semillas, ha evolucionado lentamente por el rechazo de los agricultores a esa innovación. Como se ha visto, las semillas mejoradas para los Valles Altos son objetos técnicos que no son utilizados corrientemente. Una parte mínima de agricultores propietarios de superficies relativamente extensas ha decidido adoptarles.

La mayor parte de agricultores de los Valles Altos y, en particular los de San Pedro la Concepción, siembran, conservan y reproducen sus antiguas semillas. El hecho de guardar las semillas autóctonas no significa que los agricultores son tradicionalistas o retrógrados. Si los investigadores y otros actores retienen este prejuicio no podrán explicarse la adopción de pesticidas, fertilizantes, máquinas agrícolas y otros OT provenientes de los colectivos conocidos como modernos. De hecho, los actores deben reflexionar y explicarse el hecho que los agricultores han adoptado las innovaciones originadas en el extranjero sin grandes esfuerzos de divulgación (pesticidas, ingredientes activos de fertilizantes, máquinas y sus correspondientes estilos de trabajo) y que las semillas mejoradas, producto de 60 años de esfuerzos nacionales de investigación, desarrollo y divulgación, son la innovación menos usada en el escenario rural de los Valles Altos de México. Desde la óptica de esta investigación, la respuesta es simple: las semillas mejoradas no son OT ejemplares ni modelos que los agricultores deban explotar; dicho en otras palabras: los híbridos que se han producido a la fecha son pretensiones de validez que resultan utópicas a los ojos de los agricultores.

A pesar de esta realidad, los investigadores continúan sus infatigables esfuerzos de hibridación porque su sobrevivencia académica y utilidad social dependen de sus éxitos científico-técnicos. Las propuestas etnometodológicas

que claman por evitar interpretar las nociones sociales de los científicos de la naturaleza hubiese sido una limitante para comprender la simetría entre las nociones técnicas y las sociales. Según las evidencias mostradas, los científicos comprenden que existe una relación entre ambas concepciones, pero que epistemológicamente se relacionan en términos causales. En esta investigación se ha interpretado que esas nociones se encuentran en un mismo plano y que las nociones sociales están en el seno mismo de las nociones técnicas.

Tomando en cuenta los supuestos de las tesis del determinismo tecnológico, los científicos y sus aliados consideran que el éxito de la hibridación biológica del maíz hace posible el desarrollo social. Las principales metáforas utilizadas por los proyectos de investigación no evocan a los agricultores como verdaderos actores de la innovación. Estos últimos quedan como entidades a impactar por medio de la divulgación y otros útiles de persuasión como los créditos o las subvenciones para la adopción de semillas híbridas y mejoradas. Como se ha visto, a fin de cuentas los científicos y sus aliados pretenden transformar a los agricultores tradicionales en modernos consumidores de semillas híbridas.

En esta investigación, la propuesta de Madeleine Akrich para que los estudios de la innovación tomen en cuenta a los usuarios como actores tecnológicos ha sido bien aceptada. A lo largo del trabajo se ha visto el lugar que los diferentes grupos de científicos han acordado a los agricultores, se ha visto también la simetría entre las propuestas científicas y sus implicaciones al nivel de la práctica social de los agricultores. La historia que se ha seguido permite expresar que la divulgación científica implica el problema crucial de la fabricación final de los OT. Ahora bien, la divulgación no se reduce al problema del desplazamiento de los híbridos y las variedades de polinización libre hacia los agricultores de los Valles Altos, sino a rendir habitual y socialmente eficaz la utilización de semillas mejoradas, como diría Marcel Mauss (1936).

Los investigadores al fabricar híbridos, han intentado crear una noción de agricultura según la cual los agricultores actuales deben especializarse como productores de semillas o de grano. Pese a esto, hasta nuestros días, los agricultores no tienen el interés de llegar a ser especialistas: he aquí la asimetría donde las semillas híbridas y los agricultores son aún entidades sin una relación estable. La liga que los divulgadores del PEPMA han intentado establecer entre semillas híbridas y agricultores ha dependido de la oferta de crédito y otros instrumentos político-administrativos temporales de parte de los gobiernos; de hecho, el uso de semillas híbridas corresponde con exactitud al tiempo de acción de los programas como el del PEPMA.

Retomando los términos de Shapin (1991), la fabricación de semillas híbridas (el contenido) no corresponde a la fabricación de su público (contexto). Esto significa que hasta el momento los híbridos no son más que *pretensiones de validez*. Actualmente, la red de maíz mejorado no tiene las características de una relación instituida socialmente, es decir, no forma una *institución*. Aquí las semillas mejoradas no constituyen programas de acciones socio-técnicas mediante las cuales la sociedad se reproduzca materialmente (Latour, 1993-1994).

Es probable que en el futuro, la liga entre agricultores e híbridos será establecido en el cuadro de la continuidad de la fabricación de los híbridos que se ha visto en esta historia. Es probable, también, que las nuevas semillas mejoradas sean fabricadas partiendo de los supuestos de otras metodologías y de otros desempeños únicos e inéditos.

En fin, si falta reprochar alguna cosa a los actores implicados como promotores del proyecto de hibridación, sería su falta de sensibilidad para considerar a los agricultores como verdaderos actores de la innovación y para abandonar sus nociones en las que los productores no son más que simples consumidores de técnicas, sujetos a convencer mediante discursos que explotan las bondades técnicas de las semillas mejoradas y buenas estrategias de “marketing”. Complementariamente, habría que reprochar a esos promotores su insensibilidad frente al carácter híbrido de naturaleza y sociedad representado por el maíz, incluyendo el maíz autóctono, como si él no fuera más que un simple objeto a manipular, sin solicitar nada en compensación. He aquí las causas principales de la restringida aceptación de los híbridos y las semillas mejoradas por los agricultores.

Los agricultores no son actores ignorantes de su actividad productiva. Conocen bien el desempeño y la adaptación al medio ambiente de sus semillas. Saben que los híbridos entrañan consecuencias peligrosas en términos de pérdida de autonomía productiva y social. Esta conciencia profunda de los agricultores se expresa en las cuestiones siguientes: ¿por qué comprar semillas híbridas cuando las nuestras son gratuitas?, ¿por qué arriesgarnos a no tener cosecha sembrando híbridos mal adaptados a nuestro ambiente cuando con nuestras semillas tenemos siempre la posibilidad de cosechar para nuestra alimentación de base? y ¿por qué sembrar híbridos que producen granos grandes pero ligeros cuando nosotros preferimos nuestras semillas que producen granos medianos pero pesados?

La historia de la red de maíz mejorado no está terminada, y en esta lógica los proyectos científicos hasta aquí avanzados no permiten plantear alguna prospectiva. Sin embargo, es imprescindible anotar que en cualquier ruta evolutiva que tomen las futuras trayectorias técnicas, falta que los agricultores sean parte intrínseca de los planes del OT. Además, las instituciones científicas y los investigadores tienen aún demandas políticas, sociales y científicas para mejorar el maíz. Los agricultores no han aceptado las semillas mejoradas, pero esto no significa que ellos van a rechazar a *priori* las nuevas plantas que respondan a sus expectativas. Los agricultores han adoptado fácilmente otros objetos técnicos, lo que muestra el interés de los agricultores de los Valles Altos por las innovaciones agrícolas. El rechazo de las semillas mejoradas actuales por los agricultores obedece a razones que falta buscar en la estructura técnica y social implícita en las semillas mejoradas actuales. Este estudio podrá dar a los científicos y a otros actores los medios de transformar su percepción y comprensión de los supuestos humanos de los objetos técnicos.

El rechazo a las semillas mejoradas de maíz por los agricultores no invalida las principales nociones en torno a la materialidad de las relaciones sociales y el carácter social de la técnica, pues la persistencia del uso de las semillas autóctonas muestra que esos objetos técnicos son programas de acción social, son —como dice Latour— la sociedad comprimida y organizada para resistir tensiones. Las semillas mejoradas o autóctonas son el sustrato material de los hechos sociales en quienes se delega la tarea de reproducir la sociedad.

Queda por saber si en el futuro los científicos, divulgadores, políticos y otros promotores del maíz mejorado podrán comprender que sus objetos técnicos necesitan la cooperación de los actores-agricultores. ¿Los científicos y promotores de los híbridos y de semillas mejoradas podrán superar las oposiciones simbólicas entre la cultura y la técnica que impide la comprensión de la mezcla única y no reproducible de naturaleza y sociedad que los investigadores producen empíricamente poniendo en punto sus objetos técnicos?

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

Acevedo, V. J. y González, R. L. L. 1987. "Cinco años del Programa de Incremento a la Producción de Maíz en el Estado de Jalisco", *FIRA, Boletín informativo*. XIX, 8a época. pp 2-22.

Aguirre, P. N. 1984. "Entrevista", en: Jiménez, L. *Las ciencias agrícolas y sus protagonistas*. Chapingo. Colegio de Postgraduados.

Akrich, M. 1987. "Comment décrire les objets techniques?", *Techniques et culture*, 4:49-64.

\_\_\_\_\_. 1989. "La construction d'un système technique, Esquisse pour une anthropologie des techniques", *Anthropologie et sociétés*. 13:31-54.

\_\_\_\_\_. 1990. "De la sociologie des techniques à une sociologie des usages", *Techniques et culture*. 16:83-110.

Albarrán, M. M. 1990. *Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología, Estado de México*. Toluca. INIFAP (multicopiado).

\_\_\_\_\_. 1993. *Programa especial de producción de maíz, PEPMA, P-V. 92-92*. Metepec. INIFAP (multicopiado).

Álvarez, A. A. 1991. *PEPMA 1991*. Metepec. ICAMEX.

Álvarez del Castillo, C. 1991. "El maíz, su origen, domesticación y diversificación racial en México" en: *La agricultura y la agronomía en México*, Chapingo: UACH, pp. 17-25.

Andrade, J. L. 1988. "La producción, comercialización y autoconsumo de maíz en el ciclo agrícola P-V 1985-1985" en: *El consumo de maíz y frijol en México*. Roma. Sistema de vigilancia alimentaria y nutricional PNUD-FAO.

Ángeles, A. H. H. 1968. "El maíz y el sorgo y sus programas de mejoramiento genético en México", *Memorias del Tercer Congreso Nacional de Fitogenética*, Chapingo, pp. 383-446.

Appendini K. 1991. "Los campesinos maiceros frente a la política de abasto: una contradicción permanente", *Comercio exterior*. 41:976-984.

\_\_\_\_\_. 1992. *De la milpa al tortibono: la reestructuración de la política alimentaria en México*. México. Colegio de México.

Arellano Hernández, A. 1991. *La institucionalización de las ciencias de la agricultura en México, una intervención sociológica*. Toluca. UAEM.

\_\_\_\_\_. 1993. *La production des objets techniques pour l'agriculture (le cas du maïs à l'État de Mexico au Mexique)*. Projet de thèse. Département d'anthropologie de l'Université Laval (inédito).

Arellano Vázquez, J. L. 1984. "Problemática de la producción de maíz y logros en su mejoramiento genético en la Mesa Central de México", *Chapingo*. Año IX:19-30.

\_\_\_\_\_. 1991. *Desarrollo histórico de la investigación en mejoramiento genético de maíz*. Chapingo. (inédito).

Arndt, M. T. y Ruttan, W. V. 1976. *La asignación de recursos y productividad en la investigación agrícola*. New York (multicopiado).

Aveldaño S. R., Carballo C. A. y González, H. Víctor. 1977. "Fórmulas de producción y mejoramiento del maíz en el Estado de Tlaxcala", *Circular Ciamec*. INIA, pp. 1-28.

Aveldaño, S. R., Albarrán, M. M., Ortega, A. y Gámez, V. A. J. 1990. *Resultados de evaluación de rendimiento de maíz en el Estado de México*. Chapingo. SEDAGRO-SARH.

Barnes, B. 1993-1994. "Cómo hacer sociología del conocimiento", *Política y Sociedad*. 14/15:9-19.

Baark, E. 1991. "El discurso internacional sobre política biotecnológica: el caso de la bioseguridad", *Revista Mexicana de Sociología*. LIII, No. 2:3-18.

(BNCE) Banco Nacional de Comercio Exterior. 1968. "Reunión nacional de ciencia y tecnología en la Reforma Agraria", *Comercio exterior*, 18:855.

(BANAMEX) Banco Nacional de México. 1990. *Paquete alta tecnología BANAMEX en maíz*. Toluca. BANAMEX.

Barletta, A. 1970. *Cost and Social Returns of Agricultural Research in Mexico*. (Tesis de doctorado). University of Chicago.

Barnes, B. 1980. *T.S. Khun and Social Science*. London. MacMillan.

Barnes, B. y Edge D. (eds). 1982. *Science in context*. Milton Keynes. Open University Press.

Barone, F. 1989. "Science et technologie: un rapport entre deux ambiguïtés", *Fundamenta Scientiae*, 10:115-123.

Batalla, C. D. 1985. *Antecedentes históricos del INIP*. México. INIP.

Basaglia, G. 1991. *La evolución de la técnica*. México. Crítica.

Berlan, Jean-Pierre. 1981. "L'industrie biotechnologique", *Revue d'économie industrielle*. 18:158-179

Berlin, B. 1963. "A possible paradigmatic structure for tzeltal pronominals", *Anthropological Linguistics*. 5:1-5.

Berlin, B y Kay, P. 1969. *Basic color terms. Their Universality and Evolution*. Berkeley. University of California Press.

Bijker, W. E. y Law, J. 1992. *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnological Change*. Cambridge. MIT Press.

Bijker, W. E., Hughes, T. P. y Pinch, T. J. 1993. *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge. MIT Press.

Bloor, D. 1976. *Socio-logie de la logique ou les limites de l'épistémologie*. Paris. Pandore.

Bonte, P. 1985. "Faits techniques et valeurs sociales ...", *Terrain*. VI, mars. pp. 3-5.

\_\_\_\_\_. 1986. "Les recherches ethnologiques sur les techniques en France après A. Leroi-Gourhan", *La pensée*. 254:37-47.

Bourlaug, A. 1968. "Wheat breeding and its impacts on world food supply", en *Tercer Simposio Internacional de Genética Frumentaria*. México, p. 3.

Branningan, A. 1979. "The reification of Mendel", *Social Studies of Science*. 9:423-454.

Breth, S. B. 1986. *Principales corrientes de investigación en el CIMMYT: una retrospectiva*. México. CIMMYT.

Caetano, A. y Mendoza, S. 1991. "Desarrollo y situación actual de la investigación agrícola: enfoques, vinculación con el productor, limitaciones y potencialidades del INIFAP" en: *La agricultura y la agronomía en México, origen, desarrollo y actualidad*. Chapingo. UACH. pp. 257-268.

Callon, Michel. 1979. *Le VEL, un enjeu social*. Paris. Cordes.

\_\_\_\_\_. 1981. "Pour une sociologie des controverses technologiques", *Fundamenta scientiae*. 2:381-399.

\_\_\_\_\_. 1986. "Éléments pour une sociologie de la traduction, la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc", *L'année sociologique*. 36:169-208.

\_\_\_\_\_. 1989. "Genèse et circulation des faits scientifiques" en Callon, Michel. *La science et ses réseaux*. Paris. La Découverte.

Callon, M. y Latour, B. 1982. *La science telle qu'elle se fait: anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*. Paris. Pandore.

\_\_\_\_\_.1986. “*Les paradoxes de la modernité, comment concevoir les innovations ?*”, *Prospective et santé*. Vol. 36:13-25.

\_\_\_\_\_.1991. *La science telle qu'elle se fait: anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*. Paris. La Découverte.

Calva, J. L. 1988. *Crisis agrícola y alimentaria en México, 1982-1988*. México. Fontamara.

Carballo, C. A., Carrillo, A. y Villalpando, I. J. F. 1973. “*Los cultivos de maíz y sorgo en el área de influencia del CIAMEC*”, *Circular CIAMEC*. INIA. 40:1-32.

Casas, R. 1983. “*Ciencia y tecnología en México. Antecedentes y características actuales*”, *Revista Mexicana de Sociología*. XLV: 4:1323-1335.

\_\_\_\_\_. 1985. *El Estado y la política de la ciencia en México*. México. Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM.

\_\_\_\_\_. 1991. “*La biotecnología y su incidencia en los problemas ambientales de México*”, *Revista Mexicana de Sociología*. México, LIII, No. 2:39-55.

Castaños, M. 1997. *Agrónomos de México*. Chapingo. UACH.

Castro, R.V.M. 1975. *Determinación de localidades para la investigación de la resistencia a la sequía en plantas mediante la evaluación de genotipos de maíz*. Tesis de maestría. C.P. Chapingo. 62 p.

Celis, A. H. 1985. “*Problemática de la producción de semilla híbrida de maíz en la Mesa central de México*” en: *Memorias de la reunión nacional sobre la producción de semillas en México*. México. PRONASE-SARH. pp. 184-208.

(CEPAL) Comisión Económica para América Latina. 1982. *Economía campesina y agricultura empresarial (Tipología de productores del agro mexicano)*. México. Siglo XXI.

Cervantes, S. T. y Mejía, A. H. 1979. *Maíces nativos del área del Plan Puebla: recolección de plasma germinal y evaluación del grupo tardío*. Chapingo. C.P. (multicopiado).

Chamoux, M. N. 1978. "La transmission des savoir-faire: un objet pour l'ethnologie des techniques", *Techniques et culture*. s/p.

Chabaud, D. 1991. *La trajectoire sociale des objets techniques: de la innovation dans l'industrie électroménagère aux usages domestiques*. Paris. GEDISST, rapport PIRTEM-CNRS.

Chateauraynaud, F. 1991. "Forces et faiblesses de la nouvelle anthropologie des sciences, Michel Callon y Bruno Latour: La science telle que'elle se fait", *Critique*. Tome XLVII. No. 529-530.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1974. *El Plan Puebla, siete años de experiencia: 1967-1973*. El Batán. CIMMYT.

\_\_\_\_\_. 1989. *Toward the 21 st. Century, CIMMYT's Strategy*. México. CIMMYT.

\_\_\_\_\_. 1991. *El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (hoja de divulgación)*. México. CIMMYT.

Cisneros, D. J. 1985. "Problemática de la producción de semilla de los cultivos básicos (maíz, frijol, trigo y arroz)" en: *Memoria de la reunión nacional sobre la producción de semillas en México*. México. PRONASE.

Collins H. M. 1982. "Étude sociologique de la détection des ondes gravitationnelles" en: *La science telle qu'elle se fait*, Latour, B. y Callon, M. Paris. Pandore. pp. 262-296.

\_\_\_\_\_. 1983. "An Empirical Relativist Programme en: *The Sociology of Science*" en: *Science observed*. Knorr-Cetina K. D. London. Sage. pp. 115-140.

Conklin, H. D. 1955. "Hanunóo colour categories", *Southwestern Journal of Anthropology*. 11-14:339-344.

Corn Refiners Association (CRA). 1975. *Informe anual*. Washington. 1975.

Corona, J.M., Dutrenit, G. y Hernández, C. A. 1994. "La interacción productor-usuario: una síntesis del debate actual". *Comercio Exterior*. Vol. 44:669-694.

Cortés, F.J.I., Turrent, F.A., Mendoza, R.R., Díaz, A.J., Bárcenas, S.C. 1987. "Desarrollo de un prototipo de explotación agropecuaria familiar en el Plan Puebla". pp. 116-127 en: Arellano Hernández, A. et al. *Memorias del Seminario Internacional en Sistemas de Producción Agropecuarios*. Toluca. UAEM.

(COSIA) Consultores en Sistemas Administrativos. 1993-1994. *Archivos del PEPMA*. Metepec.

\_\_\_\_\_. 1994. *Base de datos de la encuesta PEPMA-93*. Metepec.

Coutouzis, M. 1985. *Société et techniques en voie de déplacement, le transfert d'un village solaire des États-Unis en Crète. Thèse de Ph.D.* Université de Paris VI.

Coutouzis, M. y Latour, B. 1986. "La ville solaire de Frangocastello, vers une ethnographie des techniques contemporaines", *L'Année sociologique*. 36:113-167.

Cresswell, R. 1974. *Techniques et culture: Documents de travail de l'équipe de recherche techniques et culture*. Paris. multicopié.

\_\_\_\_\_. 1981. "Techniques et culture", *Culture technique*. 1:95-97.

\_\_\_\_\_. 1986. "The study of material culture today: Toward an anthropology of technicals systems", *Journal of anthropology archealogyc*. V:147-186.

\_\_\_\_\_. 1991. "Technologie" en: *Dictionnaire d'ethnologie et d'anthropologie*. Paris. PUF.

De la Fuente, H. J. 1990. *La investigación agrícola y el Estado mexicano 1960-1976*. Chapingo. UACH. 125 p.

\_\_\_\_\_. 1985. *Investigación agropecuaria en México*. Chapingo. UACH.

Díaz, C. H. 1993. "El impacto de los precios de garantía del maíz en los productores minifundistas del Valle de Puebla 1967-1989" en: Hewitt, de Alcántara C. (comp.). *Reestructuración económica y subsistencia rural, el maíz en la crisis de los ochenta*. México. UNRISD. pp. 109-139.

Díaz, C. H. y Espinosa, S. G. 1991. *Desarrollo rural y privatización de la agricultura en México*. Montecillos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (multicopiado).

Díaz, C. H., Jiménez, S. L., Laird, R. J. y Turrent, F. A. 1993. *El Plan Puebla 1967-1992, análisis de una estrategia para aumentar la producción de maíz en áreas de minifundio y agricultura tradicional*. Montecillos: C.P.

Domínguez, Z. 1913. *Agricultura*. México. La helvética.

Drouin, J.M. 1988. "Mendel, côté jardin" en: Serres, Michel (coord). *Histoire des sciences*. Paris. Aubin.

Ducos, Ch., y Joly, P-B. 1988. *Les biotechnologies*. Paris. La Découverte.

Dumas, J-L. 1965. "Liebig et son empreinte sur l'agronomie moderne", *Revue d'histoire des sciences et leurs applications*. XVIII:73-108.

Dumas, M. 1970. *Histoire générale des techniques*. Paris. PUF.

Durkheim, E. 1912. *Les formes élémentales de la vie religieuse*. Paris. Payot.

Durkheim, E. y Mauss, M. 1903. "De quelques formes primitives de classification, contribution à l'étude des représentations collectives", *L'année sociologique*. 6:1-72.

Echeverría, R. G. 1988. *Public and Private Sector Investments en: Agricultural Research: The case of maize*. Doctoral Dissertation. St. Paul. University of Minnesota.

Elgueta, G. 1967. *Evolución en la investigación agrícola en América Latina. Las ciencias agrícolas en América Latina*. San José (CR). IICA.

Escobar, A. 1994. *Wellcome to Cyberia*, *Current Anthropology*. Vol. 5, No. 35, June: 211-231.

- FAO. 1989. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Roma. FAO.
- Farley, J. y Geison, L. G. 1991. "Le débat entre Pasteur et Pouchet: Science, Politique et génération spontanée au 19 siècle en France" en: Callon, Michel y Latour, Bruno. *La science telle qu'elle se fait*. Paris. Pandore. pp. 87-145.
- Feyerabend, P. 1993. *Tratado contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. México. REI.
- Fitzgerald, D. 1986. "Exporting American Agriculture, The Rockefeller Foundation en: Mexico 1943-53", *Social Studies of Science*. 16:457-483.
- Florescano, E. 1993. *El mito de Quetzalcóatl*. México. FCE. 193 p.
- Freeman, C y Pérez, C. 1988. "Structural Crisis of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour" en: Dosi et al. *Technical Change and Economic Theory*, Londres and New York. Pinter Publishers. pp. 38-66.
- (GEM) Gobierno del Estado de México, Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. 1990. *Acta del Consejo de administración del ICAMEX del día 30 de abril de 1990*. Metepec. GEM.
- (GEM-FIRCO) Gobierno del Estado de México y Fideicomiso de riesgo compartido. 1990. *Programa ICAMEX-FIRCO de apoyo al PEPMA, Expediente técnico*. Metepec. FIRCO.
- (GEM-SEDAGRO) Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 1992. *Estadística estatal de la producción obtenida de maíz 1986-1992*. Metepec. GEM-SEDAGRO.
- Giddens, A. 1987. *Las nuevas reglas del método sociológico*. Buenos Aires. Amorrortu eds.
- Gille, B. 1978. *Histoire des techniques, technique et civilisation, technique et sciences*. Paris. Gallimard.

Girliches, Z. 1958. "Research cost and social returns: Hybrid corn and related innovations", *Journal of Political Economy*. 66:419-431.

Godelier, M. 1991. "Dimensions idéelles, matérielles et sociales de l'activité technique dans les sociétés primitives", *Culture technique*. 22:136-143.

González, H.V.A. 1972. *Análisis cuantitativo de apertura estomatal, rendimiento y otras variables en maíz sometido a riego y sequía*. Tesis, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo.

González de la Fe, T. y Sánchez, N. J. 1988. "Las sociologías del conocimiento científico", *Revista española de investigaciones sociológicas*. Vol. 43:75-124.

Gottl-Ottlilinfeld. 1923. "Wirtschaft und technik" en: Ropohl, G. 1984. *La signification des concepts de technique et technologie dans la langue allemande*. Cahiers de Science-Technologie-Société.

(GIM) Grupo Interdisciplinario de Maíz. 1978. *Archivos del Grupo interdisciplinario de maíz*. Chapingo. INIFAP.

Habermas, J. 1971. *Towards a Rational Society*. London. Heinemann.

\_\_\_\_\_. 1973. *La technique et la science comme idéologie*. Paris. Éditions Gallimard.

\_\_\_\_\_. 1975. *Problemas de legitimación del capitalismo tardío*. Buenos Aires. Amorrortu.

\_\_\_\_\_. 1983. *Teoría y praxis*. Madrid. Taurus.

\_\_\_\_\_. 1987. *Teoría de la acción comunicativa II*. Madrid. Taurus.

Harrar, J. G. 1950. *Programa agrícola mexicano*. New York. Foundation Rockefeller.

Haudricourt, A-G. 1962. "Domestication des animaux, culture des plantes et traitement d'autrui", *L'homme*. II (1):40-50.

\_\_\_\_\_. 1974. "La technologie science humaine", *La pensée*. 115.

\_\_\_\_\_. 1987. *La technologie science humaine, recherches d'histoire et d'ethnologie des techniques*. Paris. Éd. de la maison des sciences de l'homme.

Hennion. A. 1985. "Le peuple, le sociologue et le producteur à succès", *Révoltes logiques*. Paris. la Découverte et Presses Universitaires de France. pp. 249-265.

Hesse B. M. 1961. *Forces and Fields, The concept of Action at a Distance en: the history of physics*. London. Thomas Nelson and Sons Ltd.

Hess, J. D. y Layne L. L. 1992. "Preface" en: Rip Arie (éd). *Knowledge and Society: The Anthropology of Science and Technology*, Greenwich, Connecticut: JAI Press. pp. ix-1

Hewitt de Alcántara, C. 1968. "Reunión nacional de ciencia y tecnología en la reforma agraria", *Comercio exterior*. 38:856-864.

Hughes, P. T. 1983a. *Networks of power, Electrification in Western Society, 1830-1930*. Baltimore: The John Hopkins University Press.

\_\_\_\_\_. 1983b. "L'électrification de l'Amérique", *Culture technique*. pp 21-42.

\_\_\_\_\_. 1993. "The Evolution on Large Technological Systems" en: *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, The MIT Press. pp. 51-82.

(ICAMEX) Instituto de Investigación y Capacitación Agrícola, Pecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México. 1990. *El PEPMA, resultados 1990*. Metepec. ICAMEX (inédito).

\_\_\_\_\_. 1993. *Archivos sobre la venta de semillas*. Metepec.

\_\_\_\_\_. 1994. *Paquetes tecnológicos, Coordinación Regional Toluca*. Metepec. ICAMEX.

(IGECEM) Instituto de Información, Investigación Geográfica, Estatal y Catastral del Estado de México. 1995. *Nomenclator único de localidades del Estado de México*. Toluca. IGECEM.

(INEGI) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática: *Estados Unidos Mexicanos: resultados definitivos. VII Censo Agrícola-Ganadero*. Tomos I-II. INEGI. México.

(INIA) Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1983. *6 años de investigación en el INIA*. México. INIA. P. 30.

\_\_\_\_\_. 1985. *Edmundo L. Taboada, una semblanza 1906-1983*. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

\_\_\_\_\_. 1975, 1976, 1977, 1981, 1983, 1985. *Informes anuales (1975, 1976, 1977, 1981, 1983, 1985)*. México. INIA.

\_\_\_\_\_. 1981. "Notinia", *Órgano informativo del INIA*.

(INIC) Instituto Nacional de Investigación Científica. 1970. *Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología*. México. INIC.

(INIF) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 1979. *Informes anuales 1979 y 1982*. México. SARH.

(INIFAP) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. 1987. *La ciencia forestal y agropecuaria en el desarrollo de México*. México: INIFAP-SARH.

\_\_\_\_\_. 1986. *Varietades mejoradas e híbridos obtenidos por el INIA y sus antecesores hasta 1985* (inédito, multicopiado).

\_\_\_\_\_. 1990. *Estimación de resultados del PEPMA 1990 y 1991*. Metepec. INIFAP.

\_\_\_\_\_. 1994. *El programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología (PRONAMAT)* (inédito, multicopiado).

(INIP) Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. 1983. *Desarrollo estructural del INIP 1976-1982*. México. SARH.

(INN) Instituto Nacional de Nutrición. 1987. *Datos nutricionales en México*. México. INN.

(IIS) Instituto de Investigaciones Sociales. 1991. "Revista Mexicana de Sociología", *Revista Mexicana de Sociología de la UNAM*. IIS.

Jugenheimer, R. W. 1981. *Maíz, variedades mejoradas y métodos de cultivo y producción de semillas*. México: LIMUSA.

Kuhn, T. 1985. *Estructura de las revoluciones científicas*. México. FCE.

Knorr-Cetina, K. D. 1981. *The manufacture of Knowledge, An Essay on the Constructivist and contextual Nature of Science*. Oxford. Pergamon Press.

\_\_\_\_\_. 1983a. "New developments en: science studies: the ethnographic challenge", *The Canadian Journal of Sociology/Cahiers canadiens de sociologie*. 8:153-176.

\_\_\_\_\_. 1983b. "The Ethnographic Study on Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation on Science" en: Mulkay, M. y Knorr-Cetina, K. D. *Science observed*. London. Sage. pp. 115-140.

Laird, R. J. 1963. *Metodología en la obtención de información útil para la formulación de recomendaciones de fertilizantes*. México. Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo.

\_\_\_\_\_. 1965. *Metodología empleada para estudiar las necesidades de los fertilizantes*. México. Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo.

\_\_\_\_\_. 1966. *Principios de la metodología para estudiar las necesidades de los fertilizantes*. Chapingo. C.P.

\_\_\_\_\_. 1968. *Técnicas de campo para experimentos con fertilizantes*. México: CIMMYT.

\_\_\_\_\_. 1991. *La investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional*. Chapingo. C.P.

\_\_\_\_\_. 1993. "Evolución y perspectivas de la investigación en productividad de agrosistemas en México" en: Ortega, P. R. y Sámano. M. y de la Fuente Juan. *Agricultura y agronomía en México, 500 años*. Chapingo . UACh. pp. 393-407.

Laird, R. J. y Rodríguez, G. J. H. 1965. "Fertilización de maíz de temporal en regiones de Guanajuato, Michoacán y Jalisco", *Folleto técnico* 70:1-71.

Lakatos, I. 1974. "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes" en Lakatos, I. and Musgrave, A. (eds.) 1974. *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge, Cambridge U.P. pp. 91-196.

Latour, B. 1983. "Comment distribuer le Grand partage?", *Revue de Synthèse*. 110:206-236.

\_\_\_\_\_. 1986a. "Les paradoxes de la modernité, comment concevoir les innovations?", *Prospective et santé*. 36:13-25.

\_\_\_\_\_. 1986b. "L'objet des sciences, raison d'être des approches socio-semiotiques", *Les discours du savoir, Cahiers de l'ACFAS du Québec*. ACFAS.

\_\_\_\_\_. 1991a. "Sommes-nous postmodernes? Non, amodernes! Étapes vers une anthropologie des sciences" en: Horton, R. *La pensée métisse. Croyances africaines et rationalité occidentale*. Paris. cahiers de l'IUED et PUF. pp. 45-68.

\_\_\_\_\_. 1991b. *Nous n'avons jamais été modernes*. Paris. La Découverte.

\_\_\_\_\_. 1992a. "Il faut qu'une porte... Petite philosophie des techniques", *Alliage*. 14:3-11

\_\_\_\_\_. 1992b. *Aramis ou l'amour des techniques*. Paris. La Découverte.

\_\_\_\_\_. 1993-1994. "Etnografía de un caso de «alta tecnología»: sobre Aramis", *Política y Sociedad*. No. 14-15:77-97.

Latour, B. y Polanco, X. 1990. *Naissance et développement de la science-monde*. Paris. La Découverte.

Latour, B. y Woolgar, S. 1981. *Laboratory life: The Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills. Sage.

Larqué, S. A. 1971. *Observaciones sobre el comportamiento del maíz "latente" en condiciones de sequía*. Tesis de maestría. Chapingo. C.P.

Law, J. 1984. "Sur la tactique du contrôle social, une introduction à la théorie de l'acteur-réseau", *Cahiers du S.T.S.* pp 106-126.

\_\_\_\_\_. 1989. "Le laboratoire et ses réseaux" en: Callon, Michel (coord.) *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*. Paris. La Découverte.

\_\_\_\_\_. 1997. *Aircraft Stories, Decentering the Object in Technoscience*. Centre for Social Theory and Technology, and Department of Sociology and Social Anthropology. Keele University. Keele.

Leff, E. 1979. "Dependencia científico-tecnológica y desarrollo económico", en: *México hoy*, México. Siglo XXI. pp. 266-285.

Lemonnier P. 1976. "La description des chaînes opératoires: contribution à l'analyse des systèmes techniques.", *Techniques et culture*. 1:100-151.

\_\_\_\_\_. 1980. *Les salines de l'ouest, logique technique logique sociale*. Paris. Éd. de la Maison des sciences de l'homme.

\_\_\_\_\_. 1983. "L'étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle", *Techniques et culture*. 1:11-26.

\_\_\_\_\_. 1986. "The Study of Culture Today: Toward an Anthropology of Technical systems", *Journal of Anthropological Archeology*. 5:147-186.

Lepage, A. 1989. "L'inscription de la technique", *Anthropologie et sociétés*. Vol 13, No. 2. pp. 1-9.

Lepenies, W. 1981. "Anthropological Perspectives en: the Sociology of Science" en: *Sciences and Cultures*. pp. 245-261.

Leroi-Gourhan, A. 1954. *Milieu et techniques*. Paris. éd. Albin Michel.

\_\_\_\_\_. 1964. *Le geste et la parole, I technique et langage*. Paris. éd. Albin Michel.

- Lévi-Bruhl. 1922. *La mentalité primitive*. Paris. Alcan.
- Lévi-Strauss, C. 1962. *La pensée sauvage*. Paris. Plon.
- Limón, E. 1945. *Informe de trabajos realizados en el Campo agrícola experimental de León Gto. (marzo de 1941 a diciembre de 1945)*. México. Secretaría de Agricultura y Fomento.
- Long, W.A. E. 1974. *Use of physiological studies for determination of drought tolerance en: corn*. (Tesis de maestría). University of Guelph. 37 p.
- Lothrop, J. E. 1994. *CIMMYT Maize program, Highland maize*. México. CIMMYT.
- Lothrop, J. E. y Eagles, H. A. 1993. *Highland maize from Central Mexico its Origin, Characteristics, and Use in: Breeding Programs*. CIMMYT (inérito).
- Lynch M. E. 1985. "La rétine extériorisée, Sélection et mathématisation des documents visuels", *Culture technique*. 14:108-122.
- \_\_\_\_\_. 1982. "Technical work and Critical Enquiry: Investigations in: a Scientific Laboratory" *Social Studies of Science*. 108-122.
- \_\_\_\_\_. 1985. *Art and Artifact in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*. Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Mackenzie, D. 1990. *Inventing Accuracy. A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance Systems*. Cambridge (Mass). MIT Press.
- Mangelsdorf, P. C. 1986. "The origin of Maize", *Scientific American*. 255 2:80-86.
- Mangelsdorf, P. C. y Reeves, R. G. 1959. *The origin of corn I. Pod corn, the ancestral form*. Cambridge (Mass). Harvard University.
- Maurice, M. 1989. "Les Bases sociales de l'innovation industrielle et du développement des produits, Comparaisons internationales et analyse sociétale". mimeo LEST, 21 p. en: Vinck, D. 1995. *Sociologie des sciences*. Paris. Armand Colin.
- Marcuse, H. 1968. *On demensional Man*. U.K. Sphere.

Martínez, M. L. 1984. "Entrevista" en: Jiménez, Leobardo (comp). *Las ciencias agrícolas y sus protagonistas*. Chapingo. C.P. pp. 94-111.

Martínez, F. B. 1982. "Los beneficiarios de la tecnología agrícola en México", *Problemas del desarrollo*. XII:92-93. UNAM, México.

Martínez, V. L. 1963. *Resistencia a sequía: evaluación de varianzas genéticas de la línea latente sometida al método de castigos progresivos*. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo.

Marx, K. 1980. *El capital I*. México. FCE.

\_\_\_\_\_. 1978. *Prefacio a la contribución de la crítica de la economía política*. México. Ed. Quinto sol.

Massieu, T. Y. 1990. "Crisis agropecuaria, neoliberalismo y biotecnología", *Sociológica*. UAM. 5, No. 13:99-123.

Matus, G. J. y Puente G. A. 1990. "Las políticas comercial y tecnológica en la producción de maíz en México", *Comercio exterior*. 40:1178-1189.

Mauss, M. 1927. "*Divisions et proportions*", *L'année sociologique*. Paris.

\_\_\_\_\_. 1934. *Oeuvres III*. Paris: Payot. pp. 302-354.

\_\_\_\_\_. 1936. "*Les techniques du corps*", *Journal de psychologie*. 32. (Sociologie et anthropologie, pp. 363-368).

\_\_\_\_\_. 1947. *Manuel d'ethnographie*. Paris. Payot.

\_\_\_\_\_. 1950. *Sociologie et anthropologie*. Paris. Presses Universitaires de France.

Meillassoux, C. 1967. "*Recherche d'un niveau de détermination dans la société cynégétique*", *L'homme et la société*. VI:95-106.

Méndez, I. et al. 1991. *La investigación agrícola en México en la década de los ochenta*. Chapingo: UACH.

Merton, K. R. 1972. "Los imperativos institucionales de la ciencia" en: Barnes, Barry (comp). *Estudios sobre sociología de la ciencia*. Madrid. Alianza editorial. pp. 64-78.

Miranda, S. C. 1966. "Discusión sobre el origen y la evolución del maíz" en: *Memorias del II Congreso Nal. de Fitogenética*. México. SOMEFI. pp. 233-252.

Montgomery, M. 1906. "What is an ear of corn? *Popular Science Monthly*. 68:55-62.

Mestris, F. 1990. "Los posibles impactos de la biotecnología en la agricultura mexicana", *Sociológica*. México. 5, No. 13:59-98.

Mulkay M. y Edge, D. 1982. "L'influence des facteurs cognitifs, techniques et sociaux sur le développement de la Radioastronomie" en: Callon, Michel y Latour, Bruno. *La science telle qu'elle se fait*. Paris. Pandore.

Muñoz, O. A. 1964. *Observaciones de la apertura estomatal y de la transpiración en tres líneas de maíz sometidas a sequía*. Tesis. ENA. Chapingo. 58 p.

\_\_\_\_\_. 1968. *Estudio de la técnica Riego-Sequía. Informe de los trabajos de sequía de 1967-1968. Programa de maíz*. CIAMEC-INIA. Chapingo.

\_\_\_\_\_. 1972. *Estudio preliminar sobre un método de selección para resistencia a sequía en maíz*. Tesis de maestría. C.P. Chapingo. 60 p.

\_\_\_\_\_. 1975a. *Relaciones agua-planta bajo sequía en varios sintéticos de maíz resistentes a sequía y heladas*. Tesis de doctorado. C.P. Chapingo.

\_\_\_\_\_. 1975b. *Tolerancia a la presión osmótica en maíz. Programa de Maíz*. CIAMEC-INIA. Chapingo.

Muñoz, O. A y Ángeles, A. H. 1969. "Investigaciones sobre resistencia a sequía en el mejoramiento del maíz en México", *Agronomía tropical*. XIX:319-333.

Muñoz, O. A., Ángeles, A. H., y Ortiz, C. J. 1970. "Estudio de correlaciones en maíces sometidas a sequía en México" en: *VIII Reunión de ALAF*. Bogotá. nov. de 1970.

Muñoz, O. A., Márquez, F. y Ortiz, C. J. 1974. “Estudio preliminar sobre un método de selección para resistencia a sequía en maíz”, *Agrociencia*. 11:15-28.

Muñoz, O. A., y González, H. V. 1976. “Mejoramiento genético en el CIAMEC, IV. Obtención de sintéticos resistentes a la sequía”, en: *Memoria del Sexto Congreso Nacional de Fitogenética*. Monterrey.

Muñoz, O. A., Carballo, C. A. y González, A. V. 1976. “Mejoramiento de maíz en el CIAMEC I. Análisis crítico y reenfoque del programa” en: *Memoria del Sexto Congreso Nacional de Fitogenética*. Monterrey.172. Museo de Culturas Populares. 1982. *Recetario mexicano del maíz*. México: Museo de Culturas Populares.

Murdock, G. P. 1951. *Outline of Cultural* (material). New Haven. Human Relations Areal Files.

Newby, H. 1982. “El desafío de la Sociología Rural en la actualidad”, *Comercio Exterior*. Vol. 32, No. 4:347-356.

(OCDE) Organisation de Coopération et de Développement Économiques. 1972. *Politique scientifique gouvernementale et méthodes analytiques*. Paris. OCDE.

(OCDE) Organisation de Coopération et de Développement Économiques. 1991. *La gestion du progrès technologique dans les pays les moins avancés*. Paris. OCDE.

(OEE) Oficina de Estudios Especiales. 1960. *Agricultural Sciences*. New York. The Rockefeller Foundation.

(OAP) Oficina de Asesores del Presidente. 1979. *El Sistema alimentario mexicano*. México. OAP (multicopiado).

Ortiz, C. J. 1985. “Antecedentes de la investigación agrícola en México y sus repercusiones”, *Germen*. 3:1-15.

Palacios de la Rosa, G. 1964. *Mejoramiento de maíz en México*. Chapingo. Escuela Nacional de Agricultura.

\_\_\_\_\_. 1985. "Mejoramiento de maíz en México", *Chapingo*. X:11-51.  
(PAM) Programa Agrícola Mexicano. 1950. *Programa agrícola mexicano*. México.  
Fundación Rockefeller.

Parain, Ch. 1954. "Agriculture", *Revue de Synthèse*. s/n:43-54.

\_\_\_\_\_. 1957. "Les anciennes techniques agricoles", *Revue de Synthèse*. LXXVIII:317-346.

\_\_\_\_\_. (Éd). 1975. *Ethnologie et histoire*. Paris. Éd. Sociales.

Peña, O. B. V. y Ramírez, J. J. 1993. *La operación del Programa de Maíz de Alta Producción Bajo la Estrategia del Plan Puebla*. Puebla. CEICADAR-CP.

Perrin, J. 1987. *Comment naissent les techniques, la production sociale des techniques*. Paris. Publisud.

Pinch, T. 1985. "Observer la nature ou observer les instruments", *Culture technique*. No. 14:88-107.

Pinch, T. y Collins, H. 1979. "The construction of the paranormal: nothing unscientific is happening" en: Wallis, R. (Ed). 1979. *On the Margins of Science: The Social Construction of Rejected Knowledge*. *Sociological Review Monograph*. No. 27, University of Keele.

Pinch, J. T. y Bijker, W.E. 1993. "The Social Construction of Facts as Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other" en: Bijker, W. E., Hughes, T. P. y Pinch, T. J. 1993. *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge. MIT Press.

Poehlman, J. M. 1976. *Mejoramiento genético de las cosechas*. México. LIMUSA.

Popper, K. 1970. *El desarrollo del conocimiento científico*. México. FCE.

(PROSA) Productividad y Operación, S. A. Consultores. 1991, 1992, 1993, 1994. *Evaluación del Programa de estímulos regionales, Estado de México 1990, 1991, 1992 y 1993*. (FIRCO). Toluca. PROSA.

Raven, P., Berlin, B. y Breedlove. 1971. "The origins of taxonomy", *Science*. 174:1210-1213.

Reboul, C. 1986. "Particularités culturelles de la connaissance agronomique", *Culture technique*. 16:108-111.

Reyes, O. S., Turrent, F. A., Aveldaño, F. R. 1990. *Programa nacional de maíz alta tecnología, PRONAMAT Operativo 1990-1994*. México. INIFAP.

Reyes, O. S., Stavenhagen, R., Eckstein, S. y Ballesteros, J. 1974. *Estructura agraria y desarrollo agrícola en México*. México. FCE.

Rip, Arie. 1992. "Preface" en: Rip Arie (Ed) *Knowledge and Society: The Anthropology of Science and Technology*. Greenwich. Connecticut. JAI Press.

Rivera, M.J. 1963. *Pérdida de humedad de los tejidos en plántulas de maíz sometidos a sequía*. Tesis. ENA. Chapingo. 56 p.

Rockefeller Fondation The (RF). 1963. *Agricultural Sciences, Annual repport 1962-1963*. New York. FR.

Rodríguez, A. J. 1984. "entrevista" en: Jiménez Sánchez. *Las ciencias agrícolas y sus protagonistas*. Chapingo. C.P.

Ruiz-Oronoz, M., Nieto, R. D. y Larios, R. I. 1971. *Tratado elemental de botánica*. México, ECLALSA. 12 ed.

Rogers, E. M. y Shoemaker, F. F. 1971. *Communication of innovation. A cross-cultural approach*. New York. The Free Press. en: Volke, H. V. y Sépulveda, G. I., 1987. *Agricultura de subsistencia y desarrollo rural*. México. Trillas.

Rogers, E. M. y Svenning, L. 1969. *Modernisation among peasants: The impact of communication*. New York. Holt, Rinehart and Winston en: Volke, H. V. y Sepúlveda, G. I., 1987. *Agricultura de subsistencia y desarrollo rural*. México. Trillas.

(SAG) Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1952. *Informe de labores 1951-1952*. México. SAG.

Salazar, B. A. 1959. *Quinta reunión centroamericana del Proyecto cooperativo centroamericano de mejoramiento de maíz*. México. PCCMM.

(SARH) Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Agricultura, Dir. Gral. de Política Agrícola. 1990. *Estadísticas agrícolas de 1990*. México. SARH.

Serres, M. 1974. *Hermes III, la traduction*. Paris. Éd. de Minuit.

\_\_\_\_\_. 1987. *Statues*. Paris. François Bourin.

\_\_\_\_\_. 1991. *Eclaircissements, entretiens avec Bruno Latour*. Paris. François Bourin.

Schlanger, N. 1991. "Le fait technique total", *Terrain* 16:114-130.

Schumpeter, J. A. 1911. *Teoría del desenvolvimiento económico, una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*. México. FCE. Traducción de la primera edición de 1911.

Sebestik, J. 1984. "Présentations des Cahiers S.T.S", *Cahiers S.T.S.* 1:5-8.

Secretaría de Agricultura y Fomento (SAyF). 1945. *Mejoramiento de maíz, informe de trabajos realizados en el Campo Agrícola Experimental de León, Guanajuato: marzo de 1941 a diciembre de 1945*. SAyF, Dirección de Agricultura, Departamento de Campos Experimentales. México, D.F. (informe atribuido a Eduardo Limón).

(SEDAGRO) Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 1992. *Estadística estatal de la superficie cosechada de maíz 1986-1992*. Metepec. SEDAGRO.

Shapin, S. 1980. "History of Science and its Sociological Reconstructions", *History of Science*. 20:157-211.

\_\_\_\_\_. 1991. "Une pompe de circonstance. La technologie littéraire de Boyle" en: Callon, Michel y Latour, Bruno. *La science telle qu'elle se fait*. Paris: Pandore. pp. 37-86.

Shapin, S. y Schaffer, S. 1986. *Leviatan and the Air-pump*. Princeton. Princeton University Press.

Simondon, G. 1989. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris. Aubier.  
(SNICS) Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. 1994. *Archivos del SNICS*. Metepec. SNICS.

Staimberg, I. 1994. *Informe de la Tortilla Industry Association (TIA)*. Los Ángeles. TIA.

Stakman, X. 1969. *Campanas contra el hambre*. México (multicopiado).

Stevenson, K. R., Thurtell, G. W. Long, W. A. E. y Muñoz, O. A. 1975. *Use of physiological studies for determination of drought tolerance en: corn*. Tennessee. Amer. Soc. Agron. Meeting. September.

Steward, J. H. 1968. "Cultural Ecology", *International Encyclopaedia of the Social Sciences*. New York. MacMillan.

(SYCA) Servicios y Capacitación Agropecuaria S.A de C.V. 1993. *Informe de supervisión a productores PEPMA P-V 93-93*. México (multicopiado).

Taboada, E. 1959. "Producción, crédito, negocios y agricultura", *Tiempo*. XXXIV: 822.

\_\_\_\_\_. 1961. "Los problemas agrícolas en la planificación" en: *Conferencia para la sociedad mexicana de planificación*. s/p.

\_\_\_\_\_. 1984. "Taboada Edmundo" en: Jiménez Sánchez, L. (comp). *Las ciencias agrícolas y sus protagonistas*. Chapingo. C.P.

Thierry, G. 1981. "Ethnotechnologie, pour une analyse des interactions objets/sociétés", *Culture technique*. 4:119-121.

Traweek, S. 1988. *Beamtimes and lifetimes, The World of High Energy Physicist*. Cambridge. Harvard University Press.

Trigo, E., Piñeiro, M., Ardila, J. 1982. *Organización de la investigación agropecuaria en América Latina*. San José (CR). IICA.

Trigos, M. C. A. 1992. *Programa Especial de Producción de Maíz (PEPMA) en San Pedro la Concepción, México*. El Cerrillo Piedras Blancas.

Turrent, F. A. 1976. “El registro de observaciones durante el desarrollo de un experimento de productividad”, *Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas*. Colegio de Postgraduados, Chapingo.

\_\_\_\_\_. 1978a. “El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de la productividad”, *Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas*. Chapingo. C.P.

\_\_\_\_\_. 1978b. “Evidencia sobre la necesidad de desarrollar una investigación tecnológica multifactorial integrada para la agricultura de temporal”, *Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas*. Chapingo. C.P.

\_\_\_\_\_. 1979. “El método CP para el diseño de agrosistemas”, *Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas*. Chapingo. C.P.

\_\_\_\_\_. 1980. *Estimación del potencial productivo actual de maíz y de frijol en la República mexicana*. México: Colegio de Postgraduados, INIA y Oficina de Asesores del Presidente de la República.

\_\_\_\_\_. 1993. *El PRONAMAT*. México (inédito).

Turrent, F. A. y Laird, R. J. 1975. “La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos”, *Agrociencia*. 19:117-143.

Turrent, F. A., Aveldaño, S. R., González, E. D., Ortiz, C. J., Caetano, de O. A., González, E. A., Longoria, G. G. 1989. *El Programa nacional de maíz de alta tecnología*. México. INIFAP (inédito).

Turrent, F. A., Aveldaño, S. R., Gámez, V. A. J. y Albarrán, M. M. 1992a. *PEPMA, Primavera-verano 92-92, Estado de México*. Toluca. INIFAP-SARH-FIRCO.

Turrent, F. A., Ruiz, R. J., Espinosa, S. G., Díaz, C. H. y Zúñiga, G. J. L. 1992b. *El PRONAMAT Veracruz*. Xalapa: INIFAP.

(UACH) Universidad Autónoma Chapingo. 1990. *La investigación agrícola y el Estado mexicano 1960-1976*. Chapingo. UACH.

(UAM) Universidad Autónoma Metropolitana. 1990. “Sociológica”, *Revista de la Universidad Autónoma Metropolitana*.

Vega, A.G. 1968. *Estudio de fechas de siembra para maíz en la región de estudio de Chapingo*. Tesis. Chapingo. ENA.

Vega, E. F. 1989. “Posibles consecuencias ecológicas y limitantes de la biotecnología agrícola”, *Textual*. Chapingo. Vol. 2, No. 25.

\_\_\_\_\_. 1976. “Eficiencia económica de ecosistemas de producción en agricultura tradicional” en: Hernández, Xolocotzi. *Agroecosistemas de México*. Chapingo. CP. 223-237.

Vinck, D. 1995. *Sociologie des sciences*. Paris. Armand Colin.

Villa, I. M. 1976b. *The effect of the labour market on the adoption of new Technology in: rural Development Project: The Case of Plan Puebla*. Purdue. Purdue University (Tesis doctoral).

Volke, H. V. 1984. *Resúmenes de tesis de maestría y doctorado presentadas en el Centro de Edafología*. Chapingo: Colegio de Postgraduados.

Warman, A. 1988. *La historia de un bastardo: maíz y capitalismo*. México. FCE.

Weber M. 1968. *Economía y sociedad*. México. FCE.

\_\_\_\_\_. 1976. *La ética protestante y el espíritu del Capitalismo*. México. Ed. Diez.

Weatherwax, P. 1935. “The evolution of *Zea mays*”, *Bull. Torrey Bot. Club*. 45:259-308.

Wellhausen E. J. 1951. *El maíz híbrido y su utilización en México*. México. OEE-SAG.

\_\_\_\_\_. 1961. "El mejoramiento del maíz en México, avances actuales y proyección hacia el futuro", *Historia natural*, XXI:435-462.

\_\_\_\_\_. 1984. "Entrevista" en: Jiménez, Leobardo. *Las ciencias agrícolas y sus protagonistas*. Chapingo. C.P. pp. 289-324.

\_\_\_\_\_. 1966. "Germoplasma exótico para el mejoramiento del maíz en los Estados Unidos", *Folleto de investigación*. 4:1-16. en: Proceedings of the 20th annual hybrid corn Industry-Research Conference. "Exotic Germ Plasm for Improvement of Corn Belt Maize". 1965.

Wellhausen E. J., Robert L. M., Hernández X. E. 1951. *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*. México. OEE-SAG.

Witkowsky, N. 1991. *L'État des sciences*. Paris. Éd. Boréal-La Découverte.

Woolgar, S. 1991. *Abriendo la caja negra*: México. Anthropos.

\_\_\_\_\_. 1991b. "The turn of the technology in the social studies of science". *Science, technology and Human values*. Vol. 16, No 1:20-50.

\_\_\_\_\_. 1984. "Sociologie des laboratoires: un bilan critique", *Cahiers du S.T.S.* pp. 76-91.

Zemelman, H. 1987. *Uso crítico de la teoría, en torno a las funciones analíticas de la totalidad*. México. Colegio de México.

#### COMUNICACIONES PERSONALES

Álvarez, A. A. 1993:c.p. y 1994:c.p.r. Director del ICAMEX. Metepec.

Albarrán, M. M. 1994:c.p.r. Investigador del INIFAP. Metepec.

Ángeles, A. H. H. 1994:c.p.r. Investigador del Colegio de Postgraduados. Cerrillos.

Arellano Vázquez, J. L. 1994:c.p. Investigador del INIFAP. Chapingo.

Ávila Perches, M. A. 1993:c.p. Investigador del INIFAP. Metepec.

Beaucage, P. 1996: réplica doctoral. Profesor de la Universidad de Montreal. Quebec.

Carballo. C. A. 1994:c.p.r. Investigador del Colegio de Postgraduados. Cerrillos.

Gámez Vázquez, A. J. 1993:c.p. Investigador del INIFAP. Metepec y Zinacantepec.

Laird, R. 1995. Investigador del Colegio de Postgraduados. Cerrillos.

Law, J. 1997:c.p. Profesor de la Universidad Keele. Inglaterra.

Muciño, X. 1994:c.p. Funcionario de BANAMEX. Toluca.

Ortega Paczka, R. 1993, 1994 y 1995:c.p. Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo.

Ortiz, C. J. 1993:c.p. Investigador del Colegio de Postgraduados. Cerrillos.

Ortiz, T. G. 1995: Director Técnico del ICAMEX. Metepec.

Rosales, G. J. A. 1994:c.p. Responsable del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas en el Estado de México. Toluca.

Sahagún, C. S. 1994:c.p. Investigador del INIFAP. Chapingo.

Turrent, F. A. 1993, 1994 y 1995: c.p.r. Investigador del INIFAP. Chapingo, Cerrillos y Zinacantepec.

## **REPERTORIO DE SIGLAS EMPLEADAS**

---

AGROBER	Empresa de planificación e inversión agrícola de la industria alimentaria de Budapest
AP	Agricultura Pluvial
Atr	Agricultura Tradicional
BANAMEX	Banco Nacional de México
MB	Banco de México
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
COSIA	Consultoría en Sistemas de Administración
CNM	Comisión Nacional de Maíz
CM	Comisión del Maíz
CP	Colegio de Postgraduados
CT	Consejero Técnico
ESAI	Escuela de Sociólogos y Antropólogos de la Innovación
FIRA	Fideicomiso de Fondos Instituidos en Relación con la Agricultura
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
FR	Fundación Rockefeller
GCIAI	Grupo Consultivo de la Investigación Agrícola Internacional
GEM	Gobierno del Estado de México
IIA	Instituto de Investigaciones Agrícolas
ICAMEX	Instituto de Investigación y de Capacitación Agrícola, Forestal y Piscícola del Estado de México
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
MC	Mesa Central
MST	Macro-Sistema Técnico
OCE	Oficina de Campos Experimentales
OCT	Objetos Científico-Técnicos
OEE	Oficina de Estudios Especiales
OT	Objetos Técnicos
PAM	Programa Agrícola Mexicano
PEPMA	Programa Especial de Maíz del Estado de México
PIPMA	Programa de Incremento de la Producción de Maíz

PP	Plan Puebla
PRONAMAT	Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología
PRONASE	Productora Nacional de Semillas
SNICS	Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
SMCS	Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo
UD	Unidades de Divulgación
UP	Unidades de Producción
VA	Valles Altos
VE	Variedades Estabilizadas
VL	Variedades Locales
VPL	Variedades de Polinización Libre

"Este trabajo es una contribución importante a la antropología del mundo moderno. Sin asumir una definición a priori sobre lo político y lo técnico, el autor desarrolla la rara ventaja de combinar los temas de un conocimiento técnico preciso con un penetrante interés por el contexto social y político dentro del cual este conocimiento es producido"

"Estoy seguro de que el material examinado, el sólido método de análisis y sus conclusiones serán de interés para una amplia audiencia, como libro de texto y de consulta de los estudiosos del fenómeno de la producción del maíz en el Altiplano y en otras regiones del país."

"El lector encontrará una contribución substancial a la antropología de la innovación científica y al enriquecimiento del método etnográfico de observación de los campos científicos. En este contexto el presente texto adquiere toda su pertinencia."

"El autor logra aclarar el embrollo de la gran "aventura científica" de la formación y difusión de híbridos de maíz en México, así como de la participación de las principales instituciones de investigación como el INIA, el INIA, la DCC y el CIMMYT, de la intervención de grandes agencias internacionales como la Fundación Rockefeller de la política agrícola nacional y del faccionalismo de los grupos de investigación agrícola mexicana"

"Deseo a este libro los lectores que merece, pues estoy convencido que hace parte de esos trabajos antropológicos que deslegitiman las tentativas aún tenaces de alcanzar verdades humanas concebidas como mercancías almacenables"

## Bruno Latour

[ Centro de Sociología de la innovación de la  
Escuela Nacional Superior de Minas de Paris ]

## Antonio Turrent

[ Instituto Nacional de Investigaciones  
Agropecuarias y Forestales ]

## José López

[ Universidad de Sherbrooke ]

## Pierre Beaucage

[ Departamento de Antropología de la  
Universidad de Montreal ]

## Yvan Simonis

[ Departamento de Antropología  
de la Universidad Laval ]



Universidad Autónoma del Estado de México  
UAEM



COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS