

# Estudios sociales y económicos de la producción pecuaria

Coordinadores  
Beatriz Aurelia Cavallotti Vázquez  
José Alfredo Cesín Vargas  
Benito Ramírez Valverde



ISBN: 978-607-12-0477-6





Estudios sociales  
y económicos  
de la producción pecuaria

Beatriz Aurelia Cavallotti Vázquez  
José Alfredo Cesín Vargas  
Benito Ramírez Valverde

**Coordinadores**

**Estudios sociales  
y económicos  
de la producción pecuaria**

Estudios económicos y sociales de la producción pecuaria

© Universidad Autónoma Chapingo  
Carretera México-Texcoco, km 38.5,  
Chapingo, Estado de México.

Primera edición, junio de 2017

ISBN: 978-607-12-0477-6

Departamento de Zootecnia  
Tel: 01 (595)952-1532  
Fax: 01 (595) 952-1607

Se autoriza el uso de la información contenida en este libro para fines de enseñanza, investigación y difusión del conocimiento, siempre y cuando se haga referencia a la publicación y se den los créditos correspondientes a cada autor consultado.

El contenido de cada capítulo es responsabilidad exclusiva de su(s) autor(es).

Para mayor información con respecto a esta publicación comunicarse al e-mail  
[cisocpec@yahoo.com.mx](mailto:cisocpec@yahoo.com.mx)

Impreso en México

## Comité Editorial

Mónica A. Agudelo López, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH); Adolfo Álvarez Macías, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco (UAM-X); Adrián Argumedo Macías, Colegio de Postgraduados (CP) Campus Puebla; Carlos Manuel Arriaga Jordán, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM); Belem D. Avendaño Ruiz, Facultad de Economía y Relaciones Internacionales, Universidad Autónoma de Baja California; Adriana Bastidas Correa, Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo; Henrique de Barros, Universidad Federal Rural De Pernambuco, Brasil; Luis Brunett Pérez, Centro Universitario de Amecameca, UAEM; Ángel Bustamante González, CP-Campus Puebla; Rosario Campos Hernández, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Beatriz A. Cavallotti Vásquez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Martha Chiappe Hernández, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdeLAR); Fernando Cervantes Escoto, CIESTAAM-UACH; Alfredo Cesín Vargas, Unidad Académica de Estudios Regionales, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Rubén Esquivel Velásquez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Hilda Flores Brito, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Gustavo García Uriza, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Juan de Dios Guerrero Rodríguez, CP- Campus Puebla; María del Carmen Hernández Moreno, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD-estado de Sonora); José Pedro Juárez Sánchez, CP- Campus Puebla; Thierry Linck, Ciencias para la acción y el desarrollo, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Francia (INRA-SAD); Carlos Antonio López Díaz, Facultad de Veterinaria, UNAM; Zenón Gerardo

López Tecpoyotl, CP-Campus Puebla; Francisco E. Martínez Castañeda, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, UAEM; María Beatriz Mendoza Álvarez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Georgel Moctezuma López, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Jorge Morett Sánchez, Departamento de Sociología Rural, UACH; Isabel Muñiz Montero, Programa Académico de Ingeniería Financiera, Universidad Politécnica de Puebla; Rutilio Nava Montero, Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán, UACH; Mauricio Perea Peña, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Rosario Pérez Espejo, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM; Efraín Pérez Ramírez, CP-Campus Puebla; Javier Ramírez Juárez, CP-Campus Puebla; Benito Ramírez Valverde, CP-Campus Puebla; Gustavo Ramírez Valverde, Departamento de Estadística, Campus Montecillos; Alberto Riella, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdeLAR); Constantino Romero Márquez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Blanca Rubio Vega, Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM; Leticia Myriam Sagarnaga Villegas, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Carlos Sánchez del Real, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; José Solís Ramírez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH; Blanca Suárez San Román, Grupo Interdisciplinario sobre Mujer, Trabajo y Pobreza (GIMTRAP, A.C.); Rosalío Valseca Rojas, CP-Campus Puebla; Samuel Vargas López, CP-Campus Puebla; Emma Zapata Martelo, Programa de Desarrollo Rural, CP-Campus Montecillos; José Luis Zaragoza Ramírez, Departamento de Educación, Investigación y Servicio en Zootecnia, UACH.

# Tabla de contenido

Agradecimientos	5
Comité Editorial	7
Prólogo	9
<b>GANADERÍA FAMILIAR Y EN PEQUEÑA ESCALA</b>	<b>15</b>
La adopción de prácticas pecuarias durante el ordeño en el sistema lechero familiar	16
Berenice Adriana Sixtos Pérez, Valentín Espinosa Ortiz, Randy Alexis Jiménez Jiménez, María Pilar Velázquez Pacheco, Arturo Alonso Pesado, Luis Arturo Hernández García	
Cadena productiva tradicional como estrategia de subsistencia comunitaria en Tarímbaro, Michoacán, México	25
Arturo Franco-Gaona, Benito Ramírez-Valverde, Artemio Cruz-León, José Pedro Juárez-Sánchez, Dora María Sangermán-Jarquín, Gustavo Ramírez-Valverde	
Impacto en los costos de alimentación por la implementación del pastoreo intensivo en sistemas de producción de leche en pequeña escala del Altiplano Central de México	40
Fernando Próspero Bernal, Rafael Olea-Pérez, Carlos Galdino Martínez García, Felipe López González, Carlos Manuel Arriaga Jorán	
Percepciones de bienestar social relacionadas con la producción de cerdo de traspatio en zonas peri-urbanas	52
Leonel Santos-Barrios, Francisco E. Martínez-Castañeda, William Gómez-Demetrio, Ernesto Sánchez-Vera, Mónica E. Ruiz-Torres	
Balance de nitrógeno en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el Altiplano Central mexicano	65
Dixan Pozo-Leyva, Rafael Olea-Pérez, Patricia Balderas-Hernández, Carlos Manuel Arriaga-Jordán	
Diagnóstico de la calidad de los ensilados de maíz en los Altos de Jalisco	79
Víctor Manuel Gómez-Rodríguez, Darwin Heredia-Nava, Humberto Ramírez-Vega, Anastacio García-Martínez, José de Jesús Olmos-Colmenero	
Compostaje y vermicompostaje: estrategias de manejo del estiércol equino y bovino en una zona rural del sur del Estado de México	89
Vianey Colín Navarro, Francisca Avilés Nova, Ignacio Arturo Domínguez Vara, Jaime Olivares Pérez, Sonia López Fernández, Benito Albarrán Portillo	
<b>GANADERÍA DE DOBLE PROPÓSITO</b>	<b>105</b>

Los sistemas ganaderos de bovinos doble propósito en el subtrópico de Michoacán, México	107
Luis Alejandro Rojas Sandoval, Ernestina Gutiérrez Vázquez, Jaime Mondragón Anselmo, Anastacio García Martínez	
Tendencias y perspectivas de la ganadería doble propósito en el Altiplano Central de México. Un enfoque sostenible de producción	119
Isael Estrada López, Jovel Vences Pérez, Isela Guadalupe Salas Reyes, Carlos Manuel Arriaga Jordán, Benito Albarrán-Portillo, Gilberto Yong Ángel, Anastacio García Martínez <sup>1*</sup>	
Importancia del cultivo de maíz en ganadería doble propósito en Tlatlaya, Estado de México. Eficiencia energética y sustentabilidad	134
Jovel Vences Pérez, Ernesto Morales Almaraz, Carlos Galdino Martínez García, Benito Albarrán-Portillo, Anastacio García Martínez	
Evaluación económica de la utilización de suplementos en la alimentación de vacas de doble propósito en el suroeste del Estado de México	149
Isela Guadalupe Salas Reyes, Carlos Manuel Arriaga Jordán, Julieta Gertrudis Estrada Flores, Anastacio García Martínez, Benito Albarrán-Portillo	
Función de Producción de leche en la ganadería de doble propósito del estado de Sinaloa, México	161
Venancio Cuevas Reyes, Valeria López Díaz, Alfredo Loaiza Meza, Tomas Moreno Gallegos, Juan Esteban Reyes Jiménez, Enrique Astengo López, Herlyn Astengo Cazares, Daniel González González, Gustavo A. Cuevas Reyes	
DIVERSIFICACIÓN DE INGRESOS Y PRODUCTOS GANADEROS ARTESANALES	173
Identificación de nichos de mercado para productos artesanales como motor de desarrollo agroindustrial y pecuario: caso queso poro de Tabasco	174
Celia Peralta Aparicio, Anastacio Espejel García, Ma. Carmen Ybarra Moncada, Arturo Hernández Montes, Ariadna Barrera Rodríguez, Mateo Ortiz Hernández	
Impacto del SIAL productor de lácteos de Poxtla, Estado de México en el desarrollo local, analizando al primer eslabón de la cadena productiva	185
Oswaldo Andrés Pacheco González, Enrique Espinosa Ayala, Alfredo Cesín Vargas, Tirzo Castañeda Martínez	
Factores estratégicos en la conformación del Sistema de innovación del queso añejo de Zacazonapan	196
Anastacio Espejel García, Edith Mora Rivera, Ma. Carmen Ybarra Moncada, Ariadna Barrera Rodríguez	



# GANADERÍA DE DOBLE PROPÓSITO

# Importancia del cultivo de maíz en ganadería doble propósito en Tlatlaya, Estado de México. Eficiencia energética y sustentabilidad

Jovel Vences Pérez<sup>1</sup>, Ernesto Morales Almaraz<sup>2</sup>, Carlos Galdino Martínez García<sup>3</sup>, Benito Albarrán-Portillo, Anastacio García Martínez<sup>1\*</sup>

## Introducción

El maíz (*Zea mays*) es el cultivo agrícola más difundido y con la mayor producción a nivel mundial. Además, es el insumo que por sus características nutricionales es utilizado en la producción de proteína animal y para consumo humano (SAGARPA, 2015: 37). Su importancia económica y social es relevante por el número de productores que realizan esta actividad y porque genera empleo e ingresos en las zonas rurales (FIRA, 2015: 4; Osorio-García et al., 2015: 580). La producción mundial se orienta con énfasis a la seguridad alimentaria y su producción se relaciona con el crecimiento poblacional (SAGARPA, 2015: 23). En este sentido, se observa un crecimiento promedio anual de 3.5 % (1,008.7 millones de toneladas) y las expectativas para el 2015/16 ubican la producción mundial de maíz con una reducción de 3.6 por ciento con relación a 2014/15, lo que se traduce en 972.6 millones (FIRA, 2015: 4). Mientras que la OCDE-FAO (2015: 19) prevé un crecimiento anual de 1.5 % hasta 2021 por mayor rendimiento por ha. México

---

<sup>1</sup> Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México. Col. Barrio de Santiago S/N. Temascaltepec, Estado de México. C.P. 51300. Correo electrónico: VENJOVEN17@yahoo.com.mx, balbarranp@gmail.com, angama.agm@gmail.com. \*Autor para correspondencia.

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. C.P. 50280. Correo electrónico: emoralesa@uaemex.mx

<sup>3</sup> Instituto en Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. C.P. 50280. Correo electrónico: cgmartinezg@uaemex.mx

ocupó el 4° lugar en superficie cosechada de maíz con el 5 % del total mundial (SAGARPA, 2015: 36), produciendo 24.95 millones de toneladas durante el ciclo agrícola 2015 (FIRA, 2015: 16). Las estimaciones de SAGARPA indicaron un nivel de consumo de 35.6 millones de toneladas durante este año, lo que representa un incremento de 5.8 por ciento con relación a 2014 (SAGARPA, 2015: 23). El Estado de México, durante 2014, ocupó el cuarto lugar, al aportar el 7.94 % de la producción nacional (SIAP, 2014). El cultivo en el sur del Estado de México se realiza en relieves montañosos, donde es difícil el acceso de tecnología para la actividad. (Van Der Wal et al., 2006:450). En estas condiciones, el cultivo de maíz se asocia a la ganadería doble propósito (leche y carne). Este sistema de manejo está ampliamente distribuido en el país, ya que proporciona sinergias que permite optimizar el uso de los recursos naturales (Hellin et al., 2013). El aprovechamiento racional disminuye la degradación y el uso insumos externos y favorece la sustentabilidad ambiental mediante, el reciclaje de estiércol y secuestro de carbono (Veysset et al., 2014: 1220).

En este esquema, el uso eficiente y sostenible de la energía ha tenido gran relevancia en los agroecosistemas modernos. El consumo de energía en las actividades agropecuarias involucra principalmente el uso de combustibles fósiles y el aumento de su consumo al incremento de la superficie agrícola, de la población, de los estándares de vida y del uso de nuevas tecnologías. El uso irracional de insumos agropecuarios para obtener mayor rendimiento, deteriora y afecta la disponibilidad de recursos naturales e incrementa la concentración de los gases efecto invernadero que ocasionan el cambio climático. Las fuentes de energía utilizadas en la agricultura son la i. natural que es esencial para el crecimiento de las plantas y seres vivos e incluye la energía solar y fuentes de energía almacenadas biológicamente en el suelo y, ii. la energía auxiliar como la mismas tierra o fuentes de agua que son utilizadas para apoyar los procesos naturales. Estas pueden producir más energía de lo que producen naturalmente (energía eólica y pluvial) (Kazemi, 2016: 1).

Desde la Cumbre de Río 1992 se reconoció la importancia del uso "ecoeficiente" y sustentable de la energía en los procesos de producción, bajo el principio de producir más con menos y con mínimo impacto ambiental, aunque también debe alcanzar objetivos sociales y económicos. La ecoeficiencia se

considera un instrumento para el análisis de la sostenibilidad e indica una relación empírica entre valor económico e impacto ambiental. Su importancia se debe a dos razones: es el modo más efectivo de reducir el impacto ambiental y, las políticas derivadas son fáciles de adoptar (Ribal, Sanjuan, Clemente, Fenollosa, 2009:126). La sostenibilidad de un sistema está determinada por la capacidad que tiene para reajustar sus estructuras e interacciones socio-ecológicas para enfrentar las perturbaciones y persistir sin cambios significativos en sus atributos y funciones. Lo cual significa que un sistema es sostenible cuando los procesos y actividades humanas se adaptan a las características y dinámicas de los ecosistemas con los que se relacionan y a las características y necesidades socioeconómicas, culturales y políticas de los grupos humanos involucrados en tales procesos (Salas-Zapata y Río-Osorio, 2013:102). En este sentido, el objetivo del trabajo fue analizar la eficiencia energética del cultivo de maíz en un sistema doble propósito en el municipio de Tlatlaya, Estado de México.

## Utilización de la energía y sustentabilidad en el cultivo del maíz

---

### ZONA DE ESTUDIO Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El trabajo se realizó en el municipio de Tlatlaya, localizado en la zona suroeste del Estado de México dentro de la región socioeconómica núm. X que forma parte del distrito judicial núm. IX con sede en Tejupilco. Geográficamente se ubica en las coordenadas 18°22' y 18°41' N y 100°04' y 100°27' O, a una altitud entre 300 y 2400 msnm. Su territorio asciende a 798.92 km<sup>2</sup>, que representan 3.5 % del total estatal (INEGI, 2014).

---

### ANÁLISIS ENERGÉTICO

La información se obtuvo de una muestra de productores, elegidos mediante la metodología de bola de nieve (Joseph-Castillo, 2009). En la obtención de información se utilizó una encuesta estructurada, aplicada por entrevista directa a ganaderos de 28 UP, durante 2013. Se consideraron las entradas y salidas de energía, caracterizadas mediante flujos de materia física e insumos utilizados para la producción mediante el método de análisis de Meul et al. (2007). Para el cálculo

de la de la eficiencia energética se aplicó la metodología de Funes (2009), que consistió en la documentación de los elementos de entradas y salida (Cuadros 1 y 2). Se incluyeron gastos energéticos de la producción, directos o indirectos (fuerza de trabajo humano y animal, empleo de combustibles, fertilizantes y otros insumos). El enfoque del balance energético usado en este estudio no considera los costos ecológicos provenientes de la energía solar, el calor disipado o la energía degradada en el sistema.

**Cuadro 1.** Equivalente de energía de los insumos

Entradas de energía	Insumo	Unidad	Equivalente a energía (MJ)	Referencia
Mano de obra		h	1.96	Akdemir, 2012
Maquinaria		h	64.8	Salazar, 2012
Gas		L	40	Vilain,2008
Herbicida		L	238	Fuenes-Monzote, 2009
Fertilizantes	Súper Fosfato de Calcio Simple	kg	6.35	Denoia,2008
	Sulfato de Amonio	kg	55.3	Meul, 2007
	Urea	kg	60.6	Akdemir, 2012
	Cloruro de Potasio	kg	6.7	Akdemir, 2012
	18-46	kg	55.3-6.35	Meul, 2007 Denoia,2008
Insecticidas	Líquido	L	360	Monti,2013
	Granulado	kg	364	Fuenes-Monzote, 2009
	Semilla	kg	32.99	Monti,2013

**Cuadro 2.** Equivalentes a energía de productos obtenidos del cultivo del maíz

Productos obtenidos	Unidad	Equivalente a energía (MJ)
Grano	kg	13.65
Mazorca molida	kg	13.65
Rastrojo molido con mazorca	kg	11.42
Ensilado	kg	10.29
Grano molino	kg	13.65

Fuente: Ruiz-Vega, 2015; Denoia, 2008; Tieri, 2014.

Para el cálculo del desempeño de la energía en el proceso de producción, se utilizaron las ecuaciones de Khosruzzaman et al. (2010), mismas que se muestran a continuación:

$$\text{Eficiencia del uso de energía} = \frac{\text{Salida de energía (MJ/ha)}}{\text{Entradas de energía (MJ/ha)}} \quad (1)$$

$$\text{Energía específica} = \frac{\text{Ingreso de energía (MJ/ha)}}{\text{Producción de maíz (kg/ha)}} \quad (2)$$

$$\text{Productividad energética} = \frac{\text{Producción de maíz (kg/ha)}}{\text{Ingreso de energía (MJ/ha)}} \quad (3)$$

$$\text{Retorno de energía neta} = \text{Energía de salida} \left( \frac{\text{MJ}}{\text{ha}} \right) - \text{Ingreso de energía} \left( \frac{\text{MJ}}{\text{ha}} \right) \quad (4)$$

### Características estructurales de las UP

Las unidades de producción UP doble propósito analizadas han prevalecido durante más de 60 años y son gestionadas por ganaderos de 59 años de edad en promedio. La mano de obra es principalmente familiar, y un bajo porcentaje es mano de obra contratada, principalmente en UP con hatos de mayor tamaño. Un 64 % de los productores cuenta con estudios, principalmente primaria y secundaria, aunque también algunos tienen estudios de nivel superior. El resto de los ganaderos no tiene estudios. Cuentan con una superficie promedio de 58.03 ha. La mayor parte de la superficie es propiedad, y el arrendamiento representa 14 % de la superficie total. Los cultivos agrícolas ocupan el 11.53 %; las áreas de bosque, 10.31 %, y el resto se destina para la producción de forrajes, en la que los agostaderos representan el 39 %. El tamaño del hato promedia 40 bovinos y las vacas representan el 65 %. La presencia de otros animales como ovinos y cabras es poco representativa. En promedio, hay 3.53 especies de animales de interés comercial y autoconsumo dentro de las UP.

## Prácticas realizadas en el cultivo de maíz

La siembra de maíz se realiza durante la temporada de lluvias; en promedio siembran alrededor de 4.79 ha. El 3.44 % de los productores también siembra 0.02 hectáreas en la época de estiaje, por la cercanía que tienen a la principal fuente de agua de la zona (presa Vicente Guerrero). El 17.85 % de los productores compran más del 50 % de la semilla de maíz que se siembra. El 39.29 % siembra en promedio 1.88 hectáreas de maíz mejorado; 17.86 %, 0.85 hectáreas de maíz criollo, y 42.86 %, 2.05 ha de maíz criollo y mejorado. La mejor época para la siembra es en primavera por la mayor disponibilidad de agua, aunque también se siembra al inicio del otoño, sobre todo en las zonas con disponibilidad de riego (SAGARPA, 2015: 78). La siembra se realiza tradicionalmente de manera manual, ya que en la región predominan terrenos con pendientes. Aunque en las zonas planas se llega a utilizar maquinaria. En resto de las actividades de manejo del cultivo se realiza manualmente: de 1 a 3 aplicaciones de fertilizantes, 1 a 2 aplicaciones de herbicidas y 1 a 3 aplicaciones de insecticidas, la cosecha normalmente se realiza en los meses de octubre y noviembre. El rendimiento promedio fue de 3.3 t/ha, ligeramente superior al promedio nacional de 2.6 T (SIAP-SAGARPA, 2015: 29).

El costo por hectárea cultivada fue de \$6,045.0 o \$2.17/kg de maíz producido. El 39.2 % son costos por el proceso de siembra y 60.8 % por mantenimiento y cosecha. El MB por ha fue de \$5,393.4 o \$1.13/kg de maíz producido. Más de 37 % de la producción de maíz es utilizada para consumo del hogar y, el porcentaje restante es utilizado para la alimentación de un promedio de 26 vacas como ensilado, mazorca molida, rastrojo molido, grano molido o rastrojo molido con mazorca. Sin embargo, la producción de maíz no es suficiente para satisfacer la demanda en las UP, ya que 3.25 % de los productores compraron en promedio 5 toneladas de rastrojo molido; 7.14 %, 18.5 toneladas de ensilado de maíz; 25 %, 5 toneladas de mazorca molida; 7.14 %, 0.5 toneladas de maíz molido, y 7.14 %, 2 toneladas de maíz en grano. La utilización del maíz en la dieta del ganado disminuye 19.45 % los costos por alimentación. Es decir, una disminución entre \$1.04 y \$2.26 por kg de alimento balanceado. Lo anterior, permite un MN de \$155,399.1 en promedio en la UP, cuando se combina la

agricultura y la ganadería (producción de leche y carne), \$2,046.2/ha de superficie disponible y \$3,326.5/vaca.

### Entrada y salida de energía

El uso de maquinaria, como se puede observar, es muy limitado (Cuadro 3), el mayor gasto energético lo representa el uso de gasolina, con un 84.66 % del gasto total utilizado en esta actividad; la maquinaria y la mano de obra encargada del manejo del tractor es menos representativa.

**Cuadro 3.** Actividades realizadas con maquinaria

Actividades	Cantidad	Gasolina (L)	Tiempo (h)	MJ Maquinaria	MJ Gasolina	MJ Operador
Otro (ha)	2.50	25.00	4.00	259.20	1,000.00	7.84
Surcado (ha)	2.50	25.00	4.00	259.20	1,000.00	7.84
Siembra(ha)	2.75	27.50	4.00	259.20	1,100.00	7.84
Moler grano (t)	6.17	30.85	3.00	194.40	1,234.00	5.88
Moler mazorca (t)	7.17	38.05	13.00	972.00	1,522.00	29.40
Moler rastrojo con mazorca (t)	11.40	57.00	5.00	324.00	2,280.00	9.80
Moler ensilado (t)	27.40	137.50	2.00	129.60	5,500.00	3.92
Total		340.90	35.00	2,397.60	13,636.00	72.52

El mayor gasto de energía es representado por el uso de fertilizantes nitrogenados, como el uso del sulfato de amonio y urea, que ocupan más del 80 % del gasto energético total. El uso de insecticida, herbicida y gasolina se encuentra entre un 2 y 4 % del total (Cuadro 4). La salida de energía por rubro se muestra en el cuadro 5, y fueron el maíz grano y mazorca molida los productos que mayor cantidad presentaron. En este sentido, el sistema se considera eficiente por la cantidad de producto obtenido por MJ utilizado.



## Limitaciones en la sustentabilidad del maíz

Actualmente, se están realizando análisis de la sustentabilidad de los sistemas de producción de ganado bovino doble propósito en el sur del Estado de México, a través del método IDEA (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles o Indicadores de la Sustentabilidad de las Explotaciones Agrícolas*), por medio de una metodología elaborada en Francia, que ha sido validada en distintas partes del mundo, ya que puede ajustarse a diferentes sistemas de producción (Zahm et al., 2008: 276). El análisis por medio del método IDEA se realiza en tres escalas de la sustentabilidad.

Los trabajos realizados en el suroeste y sur del estado evidencian que el indicador uso de fertilizantes, pesticidas, perteneciente a la escala agroecológica, resultó afectado debido a uso excesivo de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas para las diferentes actividades realizadas en el cultivo del maíz, (Vences et al., 2015; 24; Salas-Reyes et al., 2015; 1189), aunado a esto, la dependencia de insumos compromete los indicadores de la escala económica, viabilidad económica y eficiencia del proceso productivo de los sistemas de producción, ya que es la escala limitada final la que limita la escala global de estos sistemas

**Cuadro 4.** Entradas de energía

Entradas	Cantidad por unidad de a (ha)	Equivalente a MJ	Porcentaje %
Mano de obra			
<i>Tumba</i>	4.18	66.82	0.23
<i>Siembra</i>	3.09	48.56	0.16
<i>Control de malezas</i>	1.88	29.49	0.10
<i>Fertilización</i>	3.34	55.47	0.19
<i>Control de plagas</i>	2.46	38.61	0.13
<i>Arranque de malezas</i>	0.81	12.75	0.04
<i>Cosecha</i>	8.43	132.23	0.45
<i>Operador maquinaria</i>	7.31	15.15	0.05
Gas (L)	71.17	594.85	2.02
Energía Directa		993.93	3.37
Maquinaria (h)	7.31	500.99	1.70
Herbicida (L)	3.97	945.78	3.21
Fertilizantes (kg)	0.00	0.00	0.00
<i>Súper Fosfato de Calcio Simple</i>	164.03	1,042.54	3.54
<i>Sulfato de Amonio</i>	422.38	23,378.69	79.29
<i>Urea</i>	10.07	610.52	2.07
<i>Cloruro de Potasio</i>	5.96	40.00	0.14
<i>18-46</i>	0.77	47.39	0.16
Insecticidas	0.00	0.00	0.00
<i>Líquido (L)</i>	0.95	341.19	1.16
<i>Granulado (kg)</i>	3.43	1,249.55	4.24
Semilla (kg)	10.15	335.07	1.14
Energía indirecta		28,491.73	96.62
<b>Total</b>	<b>731.69</b>	<b>29,485.66</b>	<b>100.00</b>

**Cuadro 5.** Salidas de energía e indicadores de eficiencia

Productos	kg/ha	MJ /ha
Grano	1,250.00	17,062.5
Mazorca molida	1,000.00	13,650
Rastrojo molido con mazorca	420.00	4,796.4
Ensilado	410.00	4,218.9
Grano molino	140.00	1911
Rastrojo	130.00	1,190.8
Total salidas	3,350.00	42,829.60
Total entrada		29,485.66
Eficiencia		1.45
Energía específica (MJ/kg)		8.80
Productividad energética (kg/MJ)		0.11
Retorno de energía neta (MJ/ha)		13,343.94

En la actualidad, existen trabajos donde mencionan que, en México, cerca de 3000 toneladas de ingrediente activo por año son usadas para combatir el gusano cogollero del maíz, la plaga más importante del continente americano. La carencia de un programa de manejo integrado (PMI) en el cultivo de maíz en México ha ocasionado un alto uso de pesticidas por unidad de superficie (Blanco et al., 2014; 1). A pesar de que el maíz es el mayor cultivo en México, no se logrado producir bajo un enfoque de manejo integral de plagas (MIP), esta estrategia permite minimizar daños económicos y tiene bajo impacto ambiental por el uso indiscriminado de pesticidas. El MIP permite la utilización de múltiples herramientas y tácticas basadas en la biología de plagas, éstas, a su vez, son económicamente factibles (Blanco et al., 2014; 1).

En cuanto al uso de fertilizante, más del 95 % de los productores del país usan fertilizantes en sus cultivos. Las razones de este uso en determinadas dosis son fundamentalmente por costumbre. Por otra parte los factores que determinan el comportamiento de los productores consumidores de fertilizantes se destacan los siguientes: el ingreso familiar, el tamaño de la UP y el gasto en otros insumos. (Antonio, 2001: 200).

### Eficiencia energética en el cultivo de maíz en Tlatlaya

La eficiencia energética del sistema analizado (1.45 MJ/kg) fue menor a lo reportado en la India (Patel, Bhut, Gupta, 2014; 171) donde se observaron valores de 4.73 MJ/kg de maíz. La utilización de combustible también fue diferente en los dos sistemas, en la India el uso de combustible representó 4,240.8 MJ/ha, mientras que en este sistema fue de 2,846.76 MJ/ha, ya que como se pudo observar en el cuadro 3, el número de productores que utiliza maquinaria es poco representativo, así como las actividades que se realizan utilizando tractor. La eficiencia del sistema analizado resultó menor debido a un menor retorno de energía neta 13,345.96MJ/ha comparado con el trabajo mencionado anteriormente que obtuvo 39,688. 19 MJ/kg.

En el estado de Oaxaca se evaluaron diferentes sistemas de labranza para el maíz; labranza con tracción animal (LTA), labranza mixta (LMX) y labranza mecanizada (LM). El sistema más eficiente fue en LTA con una eficiencia de

34.4MJ/kg; en cambio, el sistema menos eficiente fue el sistema de LM obteniendo 5.2MJ/kg, debido al mayor uso de maquinaria y combustible (Ruiz-Vega et al., 2015). De lo anterior, LTA se puede establecer como una opción viable para disminuir el uso de energía. Por otra parte, en el municipio de Palmira en Colombia, se estableció un sistema de rotación de maíz con frijol terciopelo (*M. pruriensis*) y se aplicaron siete tratamientos en la rotación; T1 (sin *M. pruriensis* y sin fertilizar); T2 (abono verde de *M. pruriensis* sin fertilizar); T3 (acolchado orgánico de *M. pruriensis* sin fertilizar); T4 (abono verde de *M. pruriensis* más abono orgánico compostado); T5 (abono verde de *M. pruriensis* más fertilizante de síntesis química); T6 (abono verde de *M. pruriensis* más abono orgánico compostado, complementado con fertilizante de síntesis química); T7 (acolchado orgánico de *M. pruriensis* más abono orgánico compostado, complementado con fertilizante de síntesis química). El resultado obtenido fue una mayor eficiencia de T2 con 114.1MJ/kg, significativamente mayor que el resto de los tratamientos, mientras que T5 obtuvo el valor más bajo con 19.1 MJ/kg (Sanclemente, Patiño, Beltrán, 2012; 41), de esta manera se pueden implementar estrategias para aumentar las salidas de energía con el mínimo uso de insumos.

## Conclusiones

De lo anterior se puede afirmar que el sistema tradicional del cultivo de maíz en el municipio de Tlatlaya es eficiente energéticamente. Sin embargo, el uso de insumos externos limita la sostenibilidad global del sistema de producción.

## Literatura citada

- Akdemir, Sinasi, Akcaoz, Handan, Kizilay, Hatice, 2012. An analysis of energy use and input costs for apple production in Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.10 (2): 473-479. 2012.
- Antonio Ávila, José, 2001. El mercado de los fertilizantes en México /Situación actual y perspectivas. *Problemas de desarrollo*. Vol. 32. No. 127.

- Blanco, Carlos A., Guadalupe Pellegaud, José, Nava-Camberos, Urbano, Lugo-Barrera, David Vega-Aquino, Paulina, Coello, Jesús, Terán-Vargas, Antonio P. Vargas-Camplis, Jesús, 2014. Maize Pests in Mexico and Challenges for the Adoption of Integrated Pest Management Programs. *Journal of Integrated Pest Management*. 5(4); DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/IPM14006>.
- Denoia, J., Bonel, B., Montico, S., Di Leo, N., 2008. Análisis de la gestión energética en sistemas de producción ganaderos. *Revista FAVE – Ciencias Agrarias UNR*, 7(1-2).43-56.
- FIRA 2015. Panorama Agroalimentario. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. Maíz 2015. p. 37.
- Funes-Monzote, Fernando. R, 2009. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado. Estación Experimental "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas Ministerio de Educación Superior.
- Hellin, Jon, Erenstein, Olaf, Beuchelt, Tina, Camacho, Carolina, Flores, Dagoberto, 2013. Maize stover use and sustainable crop production in mixedcrop–livestock systems in Mexico. *Field Crops Research*, 153 12–21.
- Joseph-Castillo, Joan (2009). Convenience sampling applied to research. *Experiment Resources.com*. Scientific Method: A website about research and experiments. Consultada el 12 de marzo de 2013, <http://www.experiment-resources.com/snowball-sampling.html>
- Kazemi, Hossein, 2016. Energy Balance in Modern Agroecosystems; Why and How? *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 1(5): ARTOAJ.MS.ID.555571.
- Khosruzzaman S., Asgar M.A., Karim N. and Akbar S, 2010. Energy intensity and productivity in relation to agriculture– Bangladesh perspective. *Journal of Agricultural Technology*, Vol. 6(4): 615-630 Available online <http://www.ijat-rmutto.com> ISSN 1686-9141.
- Meul, M., Nevens F., Reheul, D., Hofman, G, 2007. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119; 135–144.

- Meul, Marijke, Nevens, Frank, Reheul, Dirk, Hofman, Georges, 2007. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199: 135.
- Monti, Mario, López Calderón, Alberto, Fernández Macor, Claudio, 2013. Eficiencia energética y sostenibilidad ambiental en el agro santafesino; un estudio de casos a nivel de establecimientos. VI Jornadas de la asociación argentino uruguayana de economía y ecología. ISBN 978-987-633-103-6.
- OCDE/FAO (2013), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Texcoco, Estado de México.
- Osorio-García, Nemesio, López-Sánchez, Higinio, Ramírez-Valverde, Benito, Gil-Muñoz, Abel, Gutiérrez-Rangel, Nicolás, 2015. Producción de maíz y pluriactividad de los campesinos en el Valle de Puebla, México. *Revista Electrónica Nova Scientia*, N° 14 Vol. 7 (2). ISSN 2007 - 0705. pp: 577– 600.
- Patel, P. J., Bhut, A. C., Gupta, Pankaj, 2014. Energy Requirement for Kharif Maize Cultivation in Panchmahal District of Gujarat. *Journal of AgriSearch* 1(3):168-172 ISSN: 2348-8808 (Print), 2348-8867 (Online).
- Ribal, Javier, Sanjuan, Neus, Clemente, Gabriela, Loreto Fenollosa, L., 2009. Medición de la ecoeficiencia en procesos productivos en el sector agrario. Caso de estudio sobre producción de cítricos. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, ISSN: 1578-0732. Vol. 9, 1, pp. 125-148.
- Ruiz-Vega, J., Mena-Mesa, N., Diego-Nava, F., Herrera-Suárez, M, 2015. Productivity and energy efficiency of three tillage systems for maize (*Zea mays* L.) production. *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia*, No. 76, pp. 66-72.
- SAGARPA 2015. Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para mediano y largo plazo a nivel nacional. Informe. 1 <http://www.fao.org/DOCREP/006/W0073S/w0073s0d.htm>.
- Salas-Reyes, Isela Guadalupe, Arriaga-Jordán, Carlos Manuel, Rebollar-Rebollar, Samuel, García-Martínez, Anastacio, Albarrán-Portillo, Benito, 2015. Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical área of central Mexico. *Tropical Animal Health Production*, (2015) 47:1187–1194.

- Salas-Zapata, Walter Alfredo, Ríos-Osorio, Leonardo Alberto, 2013. Ciencia de la sostenibilidad, sus características metodológicas y alcances en procesos de toma de decisiones. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental – Volumen 4 Número 1 – enero-junio de 2013 – ISSN 2145-6097.*
- Salazar Moreno, Raquel, Cruz Meza, Pedro, Rojano Aguilar, Abraham, 2012. Eficiencia en el uso de la energía en invernaderos mexicanos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Pub. Esp. Núm. 4 1 p. 736-742.*
- Sanclemente Reyes, Óscar Eduardo, Patiño Torres, Carlos Omar, Beltrán Acevedo, Liliana Rocío, 2012. Análisis del balance energético de diferentes sistemas de manejo agroecológico del suelo, en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Universidad Abierta y a Distancia.
- SIAP, 2014. Situación actual y perspectivas del maíz en México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, p. 174.
- Tieri, María Paz, Comerón, Eduardo Alberto, Alejandra Pece, Mariela María, Herrero, Alejandra, Engler, Patricia, Charlón, Verónica, García, Karina, 2014. Indicadores utilizados para evaluar la sustentabilidad integral de los sistemas de producción de leche con énfasis en el impacto ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Publicación Miscelánea ISSN 2314-3126.
- Universidad Autónoma Chapingo. [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2013-es](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es)
- Van der Wal, Hans, Duncan Golicher, John, Caudillo-Caudillo, Samuel, Vargas-Domínguez, Manuel, 2006. Densidades de siembra, rendimientos y área requerida para maíz en la agricultura de roza, tumba y quema en la Chi-  
nantla, México. *Agrociencia*, 40: 449-460.
- Vences Pérez, Jovel, Nájera Garduño, Adriana De Litz, Albarrán Portillo, Benito, Rebollar-Rebollar, Samuel, García Martínez, Anastacio, 2015. Utilización del método idea para evaluar la sustentabilidad de la ganadería del Estado de México. *Sustentabilidad productiva sectorial. Algunas evidencias de aplicación.* México, pp. 15-39.
- Veysset, P., Lherm, M., Bébin, D., Roulenc, M, 2014. Mixed crop–livestock farming systems: a sustainable way to produce beef? Commercial farms results,

questions and perspectives. *Animal*, 8:8, pp. 1218–1228 © The Animal Consortium 2014.

Zahm, Frédéric, Viaux, Philippe, Vilain, Lionel, Girardin, Philippe, Mouchet, Christian, 2008. Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method – from the Concept of Agriculture Sustainability to Case Studies on Farms. *Sustainable Development*, 16, 271–281 (2008) Published online in Wiley InterScience. ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)) DOI: 10.1002/sd.380.



"Estudios sociales y económicos de la producción pecuaria"

La edición y reproducción se realizó en la Universidad  
Autónoma Chapingo, Km. 38.5 carretera México-Texcoco,  
Chapingo, Estado de México. CP 56230

Se reprodujeron 300 ejemplares en noviembre de 2017.

