



---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

**LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

# **TESIS**

**Análisis de sensibilidad y de riesgo de un  
rastro privado en funcionamiento comercial  
en Tejupilco, Estado de México**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO  
ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:**

**MARÍA JOSÉ ROSARIO OLIVARES**

**ASESOR:**

**DR. en C. SAMUEL REBOLLAR REBOLLAR**

Temascaltepec, México. Mayo de 2023.

## CONTENIDO

ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.2. EL PROBLEMA.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. General.....	16
1.3.2. Específicos.....	16
1.4. HIPÓTESIS .....	17
1.4.1. General.....	17
1.5. METODOLOGÍA.....	18
1.5.1. Localización de la zona de estudio .....	18
1.5.2. Materiales y método .....	18
<b>II. PANORAMA MUNDIAL DE LOS BOVINOS Y PORCINOS CARNE.....</b>	<b>25</b>
2.1. Bovinos.....	25
2.1.1. Producción mundial .....	25
2.1.2. Principales países productores.....	26
2.1.3. Comercio mundial.....	27
2.2 Porcinos.....	28
2.2.1. Producción mundial .....	28
2.2.2. Principales países productores .....	30
2.2.3. Comercio mundial.....	31
<b>III. PANORAMA NACIONAL DE BOVINOS Y PORCINOS.....</b>	<b>33</b>
3.1. Producción nacional de bovinos .....	33
3.1.1. Estados productores.....	33
3.1.2. Importaciones.....	34
3.1.3. Exportaciones .....	34
3.1.4. Consumo nacional aparente .....	34
3.1.5. Análisis consumo per cápita.....	35
3.2. Producción nacional de porcinos.....	35
3.2.1. Estados productores.....	36

3.2.2.	Importaciones.....	37
3.2.3.	Exportaciones .....	37
3.2.4.	Consumo nacional aparente .....	38
3.2.5.	Análisis consumo per cápita.....	38
IV.	<b>RAZAS PRODUCTORAS DE CARNE BOVINA Y PORCINA .....</b>	<b>39</b>
4.1.	Razas bovinas .....	39
4.2.	Razas porcinas .....	39
V.	<b>BREVE ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD Y RIESGO.....</b>	<b>40</b>
VI.	<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>46</b>
6.1	Tipos de rastros .....	47
	Rastros TIF.....	48
	Rastros TSS.....	49
VII.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>51</b>
7.1	Estudio de mercado .....	51
7.1.1	Análisis de la demanda.....	51
7.1.2.	Análisis de la oferta .....	60
7.1.3.	Análisis de los precios .....	67
7.1.4.	Análisis de la comercialización.....	69
VIII.	<b>ESTUDIO DE LA VIABILIDAD TÉCNICA.....</b>	<b>71</b>
8.1.1.	Consideraciones iniciales.....	71
8.1.2.	Determinación del tamaño.....	72
8.1.3.	Localización del rastro privado .....	75
	8.1.3.1. Macrolocalización .....	75
	8.1.3.2. Microlocalización .....	76
8.1.4.	Ingeniería del proyecto .....	79
	8.1.4.1. Necesidades de maquinaria y equipo .....	88
	8.1.4.2. Necesidades de agua para proceso de producción y para oficinas administrativas .....	89
	8.1.4.3. Necesidades de energía eléctrica.....	89
	8.1.4.4. Necesidades de combustible (gasolina).....	90
	8.1.4.5. Necesidades de telefonía celular.....	90
	8.1.4.6. Necesidades de gas LP .....	90
	8.1.4.7. Pagos por permisos del H. Ayuntamiento .....	90

8.2.4.8. Necesidades de mano de obra (MO).....	90
8.1.4.9. Estimación de costo y cobro de sacrificio.....	92
8.2.1. Estudio administrativo.....	93
8.2.1.1. Organigrama y áreas funcionales del negocio .....	93
8.2.2. Marco legal.....	97
8.2.3. Impacto ambiental.....	97
9.1 Consideraciones generales .....	99
9.2. Inversión inicial.....	100
9.3. Depreciación y valores residuales.....	102
9.4. Estructura del plan de costos .....	103
9.5. Capital de trabajo .....	104
9.6. Modelo base para la estimación de ingresos .....	104
9.7 Punto de equilibrio (PE).....	107
9.8. El flujo del proyecto.....	108
X. EVALUACIÓN DEL RASTRO .....	111
10.1 Indicadores de rentabilidad.....	111
10.2. Valor de los indicadores de rentabilidad del rastro privado .....	111
XI. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	114
11.1 Sensibilidad de indicadores a la tasa de actualización (TA) .....	114
11.2 Sensibilidad de los indicadores al precio de venta .....	115
11.3 Sensibilidad de indicadores al volumen de producción.....	116
XII. ANÁLISIS DE RIESGO.....	118
XIII. CONCLUSIONES .....	121
XIV. RECOMENDACIONES.....	122
XV. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	123

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Consumo nacional aparente de carne de bovinos. Cifras en toneladas.....	52
Cuadro 2. Proyecciones del consumo nacional aparente de carne de bovino en canal, 2021-2031. Cifras en toneladas. ....	53
Cuadro 3. Sacrificio mensual de bovinos y cerdos en el rastro municipal de Tejupilco, Estado de México, 2016-2019. ....	55
Cuadro 4. Carnicerías registradas en la ciudad de Tejupilco, octubre 2019. ....	57
Cuadro 5. Producción y precio de carne de bovino en México, cifras en toneladas .....	62
Cuadro 6. Proyecciones de la producción de carne de bovino. 2021-2031. ....	63
Cuadro 7. Contraste entre demanda y oferta proyectadas de carne en canal de bovinos. 2019-2028, Cifras en toneladas. ....	64
Cuadro 8. Disponibilidad de rastros de sacrificio de ganado bovino y porcino en México, 2014.....	65
Cuadro 9. Proyecciones del precio de venta por kg de carne en canal .....	69
Cuadro 10. Mano de obra de operación. Área de Rastro. ....	91
Cuadro 11. Descripción del puesto. ....	94
Cuadro 12. Estimación de sueldos y salarios del personal del rastro privado, octubre 2019. ....	96
Cuadro 13. Presupuesto de inversión total inicial (pesos).....	101
Cuadro 14. Estructura del plan de costos (pesos). ....	103
Cuadro 15. Modelo base para la estimación de ingresos, costos e indicadores de rentabilidad del rastro privado, Lodo Prieto, Tejupilco, Estado de México, octubre de 2021. ....	105
Cuadro 16. Plan de ventas (pesos). ....	107
Cuadro 17. Flujo del Proyecto o del rastro privado de Tejupilco, Estado de México, octubre de 2021, cifras en pesos. ....	109
Cuadro 18. Indicadores de rentabilidad privada del Rastro privado de Tejupilco.....	112
Cuadro 19. Indicadores de rentabilidad a distintas tasas de actualización.....	114
Cuadro 20. Indicadores de rentabilidad al precio de sacrificio de bovinos (\$/cabeza). ....	115

Cuadro 21. Sensibilidad de Indicadores de rentabilidad al volumen de producción (sacrificio/ventas) de bovinos. ....	116
Cuadro 22. Costos e ingresos totales para el análisis de riesgo. ....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de carne de bovino en canal (t).....	25
Figura 2. Principales países productores de carne en canal de bovino (millones de t), 2020.....	26
Figura 3. Producción mundial de carne de cerdo, en canal (t), (2010-2020).....	29
Figura 4. Principales países productores de carne de cerdo, 2020. Millones de toneladas (Mt).....	31
Figura 5. Canales calientes de bovinos y cerdos.....	54
Figura 6. Camioneta de distribución de canales calientes del rastro privado de Tejupilco	73
Figura 7. Área de sacrificio de bovinos. Rastro privado.....	74
Figura 8. Área de sacrificio de cerdos.....	75
Figura 9. Plano de localización (Francisco, 2019). .....	77
Figura 10. Corral de desembarque para bovinos.....	80
Figura 11. Requisitos de movilización.....	81
Figura 12. Bovino sacrificado (Francisco, 2019). .....	82
Figura 13. Área de eviscerado .....	82
Figura 14. Descarga eléctrica con electro sensibilizador .....	84
Figura 15. Corte de canal para eviscerado (Francisco, 2019). .....	84
Figura 16. Carga de canal caliente (Francisco, 2019).....	85
Figura 17. Corte de patas (Francisco, 2019). .....	85
Figura 18. Despielado de bovino (Francisco, 2019). .....	86
Figura 19. Área de matanza de porcinos, saqueo de intestinos (Francisco, 2019).....	86
Figura 20. Vísceras rojas (Francisco, 2019). .....	87
Figura 21. Resultado del análisis de riesgo del rastro operativo para el.....	129
Figura 22. Obtención de probabilidades.....	130

## RESUMEN

Este trabajo fue hecho con la finalidad de realizar un análisis de sensibilidad y de riesgo, esto de acuerdo con los indicadores de rentabilidad de un proyecto de inversión de un rastro que ya opera comercialmente en el municipio de Tejupilco, Estado de México. Para llevar a cabo este análisis se utilizó la metodología de formulación y evaluación de proyectos agropecuarios. Para el análisis de sensibilidad se consideraron tres aspectos, el primero, los indicadores de rentabilidad a diferentes tasas de descuento, en donde los valores obtenidos mostraron que mientras la TREMA aumente, el valor del VAN disminuye, por lo tanto resulta que el proyecto no es rentable a una tasa de actualización mayor al 20%, el segundo aspecto a considerar fue sensibilizar los indicadores de rentabilidad al precio de sacrificio, en donde los resultados muestran resultados favorables, ya que a precio mayor de la matanza, mayor será el VAN, por último, el tercer aspecto que se consideró fueron los indicadores de rentabilidad al precio de sacrificio, según estos resultados el panorama fue optimista, debido a que entre mayor sea el volumen de producción, la rentabilidad del proyecto incrementa. Por otra parte, para el análisis de riesgo se realizó con 1000 corridas aleatorias para obtener porcentajes de probabilidad de los indicadores VAN, TIR, RB/C, en donde resultados de la TIR arroja probabilidad del 0% de que este indicador alcance valores mayores a 75%, para la estimación del VAN, se consideraron 6.1 millones de pesos, arrojó un valor del 17.6%, esta probabilidad es baja para obtener el valor considerado durante el horizonte del proyecto, para el caso de la RB/C hay probabilidad de entre 17.5% y 15.6%, estos valores son bajos, aunque el proyecto se sigue aceptando. Basados en los análisis realizados y en los valores obtenidos, el proyecto del rastro se sigue aceptando, esto de acuerdo con los indicadores de rentabilidad, por esto se recomienda que el rastro siga con sus actividades de operatividad comercial, atendiendo a la demanda de sacrificio hacia la población.

**Palabras clave:** bovinos y porcinos, indicadores de rentabilidad, riesgo, rastro operativo.

## ABSTRACT

This work was done in order to perform sensitivity and risk analysis; this according to the profitability indicators of an investment project of a trail that already operates commercially in the municipality of Tejupilco, State of Mexico. To carry out this analysis we used the methodology of formulation and evaluation of investment projects. For the sensitivity analysis three aspects were considered, the first, the profitability indicators at different discount rates, where the values obtained show that while the TREMA increases, the value of the van decreases, therefore it turns out that the project is not profitable at a discount rate greater than 20%, the second aspect to consider was to sensitize the profitability indicators at the sacrifice price, where the results show favorable results, Since the higher the price of slaughter, the higher the NPV, finally, the third aspect that was considered were the indicators of profitability at the slaughter price, according to these results the outlook is optimistic, because the greater the volume of production, the profitability of the same project ascends. On the other hand, for the risk analysis this allows us to perform 1000 random runs to obtain probability percentages of the indicators NPV, IRR, B/CR where IRR results show a 0% probability that this indicator reaches values greater than 75%. For the estimation of the NPV, 6.1 million pesos were considered, but a value of 17.6%. This probability is low to obtain the value considered during the horizon of the project. In the case of the B/CR, there is a probability of between 17.5% and 15.6%. These values are low, although the project is still accepted. Based on the analyses carried out and the values obtained, the trail project is still accepted, this according to the indicators of profitability, for this reason it is recommended that the trail continue with its activities of commercial operability, attending to the demand of sacrifice towards the population.

**Keywords:** pigs and beef cattle, profitability indicators, risk, operational slaughterhouse.

## I. INTRODUCCIÓN

En México, la producción de bovinos carne y leche, sin importar el sistema de producción, se considera como la segunda fuente de proteína pecuaria de importancia, después de la carne de ave, no solo por el valor que genera, sino por el volumen de carne que produce y los empleos que utiliza (Rebollar *et al.*, 2011; Consejo Mexicano de la Carne, 2021). Los productos principales de este tipo de ganadería se obtienen durante todo el año, por ejemplo, en el sureste mexicano (Veracruz y Tabasco), es característica la producción de carne bajo sistemas vaca-becerro en pastoreo extensivo y son entidades cuyos productores, completamente, integrados, envían animales para abasto a rastros del centro del país y para engordas del norte, para ser sacrificados en instalaciones, principalmente TIF (Tipo Inspección Federal).

Cuando se considera la temporalidad de la producción de ganado de carne, el año oferta (de enero a diciembre de un año), de acuerdo con la SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) define dos momentos productivos importantes, uno de ellos se da en la época de lluvias y el segundo en la época de secas o periodo de estiaje (Puebla *et al.*, 2015).

En la época de lluvias, se produce carne y leche a costos bajos debido a que existe disponibilidad de forraje verde (Piedra *et al.*, 2011), tanto en potreros como en agostaderos donde pastorean los animales (Albarrán *et al.*, 2014), pero, generalmente, en esta época, no son usuales las engordas en corral debido a que la lluvia dificulta el manejo de los bovinos en los corrales.

En la época de secas, están presentes sistemas de producción de ganado de carne bajo un sistema que es diferente al de las lluvias y se enfoca a un sistema de encierro en corral, en el que al animal se le alimenta en condiciones de estabulación, previo periodo de ambientación, dado que los animales provienen de un sistema de

pastoreo que no es de corral; esto es, durante cierto periodo de tiempo, está encerrado, se alimenta todo el día alimento basado en dietas que los productores utilizan con base a su experiencia, se dispone de instalaciones rústicas, como comederos, bebederos, pilas con agua, un techo rústico con láminas de asbesto y asignaciones de sal mineral (Rebollar *et al.*, 2011; Hernández *et al.*, 2011).

Este periodo de alimentación en corral (Rebollar *et al.*, 2011) es al que se hace referencia en este trabajo porque los animales finalizados se sacrifican en el rastro privado. Se aclara que la engorda en corral, no es un sistema de producción intensivo, como el que disponen grandes empresas engordadoras y que, incluso, exportan ganado y carne procesada hacia otros países (Posadas *et al.*, 2011), sino el que se utiliza, propiamente en muchas regiones de México (Guerrero, Michoacán, Jalisco, Zacatecas, Durango, Chihuahua, Nayarit), con características agroecológicas similares, como es el caso del sur del Estado de México.

Por lo anterior, cada año y durante el estiaje o periodo de secas, en el municipio de Tejupilco, Luvianos, Amatepec y Tlatlaya, se realizan engordas en corral (Hernández *et al.*, 2011; Rebollar *et al.*, 2011a; Rebollar *et al.*, 2011b), con el fin de abastecer de animales finalizados, a la demanda local y regional de este tipo de carne, o bien, pueden ser comercializados en plazas regionales para después introducirlos al rastro privado de Tejupilco o matanzas *in si tu* (Hernández *et al.*, 2011) por algún tipo de agente y canal de comercialización.

Sin embargo, de lo publicado, existe poca evidencia (Posadas *et al.*, 2011; Rebollar *et al.*, 2011b) que enfatiza tanto a la engorda en corral como en la contabilización de costos por instalaciones, alimentación, mano de obra y compra de ganado, que de conocimiento sobre la rentabilidad de estos animales y bajo ese sistema.

Es por ello, que, en este trabajo de tesis, se realizó un análisis de sensibilidad y de riesgo de una inversión en instalaciones de un rastro privado ya establecido, cuya evaluación *ex ante*, ya se realizó (Benítez, 2015; Benítez *et al.*, 2016), la inversión

en obra física ya se implementó y varios conceptos de inversión fija y diferida ya se hicieron, por lo que se considera como gasto hundido debido a que se llevó a cabo en el pasado. Sin embargo, el rastro se encuentra, actualmente, en funcionamiento; esto es, ya está en la fase de operación (post inversión) a través del sacrificio de ganado bovino y porcino, con características tipo rastro privado. Este trabajo se realizó bajo el método de formulación de proyectos agropecuarios bajo ciertos porcentajes de operación, con el propósito de que brinde información detallada, bajo cualquier tamaño de proyecto, para tomar decisiones de acuerdo con la toma de decisiones en cuanto a qué tan sensible y a qué nivel de riesgo de los indicadores Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y relación Beneficio/Costo al que se somete la inversión dentro de esta actividad pecuaria.

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

Toda actividad productiva y económica, sin importar el giro y el tamaño, requiere de ordenar, clasificar y jerarquizar toda su información, a fin de conocer tanto lo que se realiza, cómo, cuándo, con qué, para qué y para quién se invierte o se produce. Aquí radica la importancia de este tipo de trabajos y la correcta aplicación metodológica. No es posible concebir una actividad productiva si no se sabe cuánto se gastó en total y en qué conceptos y rubros se fue tanto el costo como el gasto y cuánto se ganó por la venta del producto.

En específico, es de vital importancia que, al tomar la decisión de invertir en una actividad sectorial, como es el caso del sector primario, toda persona con capacidad de invertir tiene que conocer y saber el monto total de su inversión y cuánto ganará (o cuánto retornará su inversión o qué rentabilidad le producirá su inversión) en un plazo determinado por el proceso de producción.

Antes de invertir, forzosamente, debe saber qué rubros implicarán mayor desembolso, cuál será el costo de producción y cuánto deberá producir para que, al menos su desembolso total de dinero sea igual a su ingreso por ventas, de lo contrario, siempre habrá riesgos provenientes de la actividad. He ahí la importancia de aplicar estas metodologías en decisiones de inversión, sobre todo, en el rastro privado como el que se ha mencionado.

## 1.2. EL PROBLEMA

Es ya conocido que en la cadena producción-consumo de ganado de carne, ocurren una serie de situaciones que impiden la maximización del valor de la carne (trazabilidad) desde que ésta sale de la finca del productor, en forma de ganado vivo hasta que éste llega transformado a la mesa del consumidor final; por ejemplo, los intermediarios, precios volátiles del ganado no regulados por el gobierno, sobre todo los recibidos por el productor, precios del animal pactados entre compradores (intermediarios) y vendedores que no siempre son los que deberían ser por estar desalineados al costo de producción, productores con problemas de integración en una cadena, etc.

Con la operación del rastro privado para ganado bovino y porcino, se participará en resolver situaciones de comercialización de dicho ganado en la zona de influencia del rastro. Ahora, los productores y engordadores de bovinos y porcinos tienen que transportar el ganado para ser sacrificado en este rastro.

Por lo anterior, la oportunidad de sacrificio que ofrece, actualmente, el rastro, se concibe como una alternativa cercana al problema de la comercialización de la zona productora. El hecho de acordar sacrificar al ganado entre el engordador y el vendedor de canales y carne con y sin hueso y transportar canales calientes a los expendios para la venta al consumidor final, ya es parte de la solución entre el introductor de ganado al rastro, el mismo rastro y la venta de carne al consumidor final.

En la redacción se enfatiza en el sistema de producción de bovinos carne en corral, debido a que de esas engordas proviene el ganado que se sacrifica en el rastro privado de Tejupilco; sin dejar a un lado el abasto al rastro de ganado bovino de carne del sistema doble propósito y de la vaca-becerro en ambas épocas del año, así como de porcinos bajo algún sistema de producción operante en la región (Hernández *et al.*, 2020).

Por lo anterior, se asume que los propietarios del rastro no tienen información suficiente sobre la rentabilidad de su operación; por tanto, el problema a resolver consistirá en determinar si con las instalaciones actuales del rastro privado de Tejupilco, más la inversión fija y diferida adicional que se ha realizado para sacrificar bovinos y porcinos, personal ocupado, entre otros, es rentable la maquila de tal actividad.

Por ello, utilizar, adecuadamente, la metodología de formulación y evaluación de proyectos agropecuarios permite, con cierta certeza, resolver el problema del riesgo en este tipo de inversiones, es decir, que, con el proyecto, se permite resolver el problema de reducir el riesgo que existe en la inversión que invertir sin proyecto (Baca, 2016) y, es lo que se trató en este trabajo.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. General**

Realizar el análisis de sensibilidad y de riesgo sobre la rentabilidad en la puesta en marcha del rastro privado de sacrificio de ganado bovino de carne y porcinos en Lodo Prieto, Municipio de Tejupilco, Estado de México.

#### **1.3.2. Específicos**

- Llevar a cabo el análisis de sensibilidad sobre la operación del rastro privado en dos variables de interés: precio de venta y volumen de producción.
- Presentar los efectos de la sensibilidad del rastro ante diferentes valores de tasa de actualización, precio de venta y volumen de producción sobre los indicadores de rentabilidad privada.
- Realizar el análisis de riesgo del rastro sobre los indicadores Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio/Costo (RB/C)
- Emitir una recomendación técnico económico sobre resultados obtenidos tanto del análisis de sensibilidad como del análisis del riesgo.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1. General**

La rentabilidad de la operación actual del rastro privado es sensible a la tasa de actualización, precio de venta y volumen de producción. La probabilidad de alcanzar los valores del VAN, TIR y RB/C, asociados a la rentabilidad, es menor al 80%.

## **1.5. METODOLOGÍA**

### **1.5.1. Localización de la zona de estudio**

El municipio de Tejupilco Estado de México cuenta con una superficie 6,254.3 hectáreas (ha) y ocupa el 2.8% de las 2,249.9 de la superficie total del Estado de México; su cabecera municipal es Tejupilco de Hidalgo. Actualmente el rastro privado opera en una comunidad perteneciente al municipio de Tejupilco, llamada Lodo Prieto, misma que se ubica a ocho kilómetros al sureste de la misma y se sitúa a 1,340 msnm (GPS).

El rastro privado, es actualmente de utilidad ya que no solo beneficia al municipio de Tejupilco sino a otros como Luvianos, Amatepec, San Simón de Guerrero, Temascaltepec, entre otros que se encuentran ubicados cerca del mismo, siendo este parte del Estado de México.

### **1.5.2. Materiales y método**

En este trabajo, se utilizó la metodología de formulación y evaluación de proyectos agropecuarios (Baca, 2016; Peña *et al.*, 2015) que comprende el análisis de viabilidad comercial, técnica, financiera, ambiental y la evaluación económica-privada de la inversión adicional realizada para la operación actual de dicho rastro, sin endeudamiento con terceros; en la que se incluye, bajo condiciones de incertidumbre, el análisis de sensibilidad y de riesgo que determinan la probabilidad de la obtención de la rentabilidad del rastro.

Se destaca que ya se realizó inversión de obra física y equipo con anterioridad en este rastro, pero en su momento, quedó solamente a nivel preinversional (Baca, 2016), pues nunca operó con características, ni de rastro privado, mucho menos de TIF. En adición, para el análisis de sensibilidad y de riesgo de los indicadores de rentabilidad, conocidos como evaluación de una inversión bajo incertidumbre (Baca,

2016), se consideraron resultados previamente obtenidos y publicados sobre el rastro privado, solamente bajo condiciones bajo certidumbre (Francisco, 2019; Jaramillo *et al.*, 2020), que sirvieron de base y de continuidad en la redacción de esta tesis.

Dentro del estudio de mercado se consideró el análisis de la demanda, oferta, precios y comercialización ya publicados. Actualmente, el rastro continúa abasteciendo de canales, calientes a carnicerías de Tejupilco con la calidad que un rastro de este tipo exige, tanto de carne de cerdo, como de bovino, a carnicerías o expendios que venden directamente al consumidor final de estos subproductos.

Sin embargo, para la demanda y oferta, será requirió de series de tiempo sobre información secundaria de ganado de carne en canal, proveniente de fuentes secundarias (SIAP, SADER, FAO, INFOASERCA). Para el análisis de la demanda, que en este trabajo se entendió como consumo, se consideró la estimación del consumo nacional aparente (CNA) (producción más importaciones menos exportaciones), para el periodo 2010-2020, parte de estos resultados ya se reportaron, vélgase hacer tal aclaración.

Para analizar la oferta se usó información, en primera instancia, sobre cantidad de carnicerías en la zona de influencia al rastro privado, con referencia en la cabecera municipal de Tejupilco, cuya información ha sido obtenida de la Presidencia Municipal del municipio mencionado; cantidades distribuidas por semana, mes y año, precios de sus productos, cantidad y capacidad instalada de rastros municipales, privados y TIF estatal y federal (según el SIAP-SADER), formas de venta, procedencia de las canales, etc.

De la misma manera, se enfatizó en información de precios tanto de canal como de cortes de carne que se venden actualmente en carnicerías y el precio al que se vende actualmente por parte del rastro. De esta manera, se centró sobre la distribución de los productos que son más adecuados al rastro, en términos de su rentabilidad.

Adicionalmente, para analizar la oferta, se contempló la variable producción nacional, también para el mismo periodo (Baca, 2016; Sapag, 2011).

La contrastación entre la oferta y la demanda se realizó por diferencia simple de demanda menos oferta proyectadas a 10 años, a partir del último año de la serie utilizada y, se consideró a partir de la primera producción comercial del ganado de carne finalizado. Si la demanda proyectada supera a la oferta, entonces se tratará de un asunto de demanda potencial insatisfecha, de lo contrario, se traducirá en demanda potencial satisfecha, pero con producción creciente con base en la cifra oficial.

Se utilizaron las proyecciones y se precisó del método estadístico de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) (Sapag, 2011; Rebollar y Jaramillo, 2012; Baca, 2016), como apropiado, según disponibilidad y coherencia de datos de fuentes secundarias (Baca, 2016), a través de modelos de regresión univariados, esto es, la variable independiente fue el tiempo y como dependientes al CNA y producción. Asimismo, se verificó la veracidad de otros conceptos estadísticos vinculados a los modelos como la Fc, coeficiente de variación (CV) y el coeficiente de determinación  $R^2$ . En el aspecto de comercialización, se continuó con el canal tradicional que se utiliza actualmente en el rastro para la venta de canales calientes del ganado bovino y porcino.

Con relación al análisis de los precios, se consideró la información actual que dispone el rastro, enfocada a los precios que cobra por todas las actividades del sacrificio y transporte a carnicerías y que fue necesaria para la estimación de los ingresos.

Para proyectar el precio de venta, se adaptó la expresión del factor de interés compuesto con pago único (Rebollar y Jaramillo, 2012), en el afán de realizar la proyección adecuada de dicha variable según el horizonte del proyecto-rastro.

En el aspecto de viabilidad técnica, el proyecto ya se localiza en un predio (micro localización); la ingeniería del proyecto describe el proceso de producción y obtención de canales de la tecnología respectiva e inherente al sacrificio del rastro. En el marco ambiental, se presentó la evaluación en términos de los daños que podría provocar a los elementos que rodean al proyecto.

En el estudio financiero, se consideraron los avances presentados por Francisco (2019) en los que se estimó de acuerdo con la inversión total que se realizó para el inicio del sacrificio actual de bovinos y porcinos; sin considerar la que ya se había realizado pero que no se ejecutó. Así, se tomaron en cuenta desembolsos previos por parte de nuevas necesidades tanto de infraestructura como de equipo, depreciaciones y valores residuales, capital de trabajo con base al costo de operación, punto de equilibrio, presupuestos de costos y gastos así como el flujo del proyecto (Rebollar et al., 2020) para estimar los indicadores de rentabilidad Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), relación Beneficio/Costo (B/C), Retorno Sobre la Inversión (RSI), Índice de Deseabilidad (ID), Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM) y Periodo de Recuperación (PR) (Francisco, 2019; Rebollar *et al.*, 2020).

El horizonte del proyecto fue a 10 años y será en función a la inversión más productiva (Rebollar y Jaramillo, 2012), excepto el terreno, que podrá ser la vida útil de los equipos de sacrificio.

Toda la inversión ha estado corriendo por cuenta del o de los socios del rastro, por lo que no se consideró endeudamiento con terceros. Por lo anterior, el proyecto se evaluó en términos económicos (Rebollar y Jaramillo, 2012, Rodríguez *et al.*, 2008). Para la evaluación económica del rastro, se consideraron siete indicadores de rentabilidad (Ramírez *et al.*, 2017; Rebollar *et al.*, 2020): valor actual neto (VAN), retorno sobre la inversión (RSI), relación beneficio-costo (RB/C), índice de deseabilidad (ID), periodo de recuperación (PR) y tasa de rentabilidad financiera (TRF). EL VAN, la TIR o TRF y la TVR se obtuvieron mediante la utilización de comandos financieros de Excel. Para el RSI se utilizó la expresión (Rebollar *et al.*, 2020):

$$RSI = \frac{VA}{I_0};$$

Donde, VA = Valor Actual (corriente de flujos netos de efectivo esperados por el proyecto, a partir del año uno, actualizados a la TREMA).

Por su parte, como B/C, se utilizó:

$$RBC = \frac{\sum_{t=0}^{10} Bt}{\sum_{t=0}^{10} Ct} \{(1 + TREMA)^{-t}\};$$

Donde, Bt y Ct son beneficios y costos totales, desde el año cero hasta el año 10, actualizados a la TREMA seleccionada.

El índice de deseabilidad (ID) se estimó por medio de:

$$ID = \frac{VAN}{I_0};$$

Donde, VAN es el Valor Actual Neto del proyecto,  $I_0$  es la inversión total inicial requerida para poner en operación el rastro.

Por su parte, para el periodo de recuperación (PR) (Weston y Briham, 1994), se utilizaron los flujos netos esperados del proyecto actualizado, a través de la expresión (Rebollar y Jaramillo, 2012):

$$PR = \text{Año anterior a la recuperación total} + \frac{\text{Costo no recuperado al principio del año}}{\text{FNE durante el año}}$$

La TREMA (Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptable) se estimó con base a 12%, debido a que, de las opciones para su estimación, esta es la que más se acerca a las condiciones del proyecto (Baca, 2016), bajo criterio del investigador, con producción promedio constante (Baca, 2016). Con ello, la TREMA considerada fue 12%. Finalmente, se dedujeron efectos sobre indicadores de rentabilidad del rastro, que determinaron los efectos económicos de la puesta en marcha.

Con relación al análisis de sensibilidad, éste se realizó con la utilización de tres variables independientes importantes en todo proyecto de inversión, que fueron el precio de venta, volumen de producción y la tasa de actualización (Rebollar et al., 2020).

Para ello, se utilizó una fracción importante de la información financiera presentada por Alfredo (2019) y se usó de la herramienta, de “tabla de datos” de Excel para generar un cuadro simultáneo de sensibilidad de los indicadores de rentabilidad a la variación simultánea de esas tres variables independientes: precio de venta, volumen de producción y tasa de actualización. Aunque cabrá la posibilidad de presentar dos o tres escenarios de sensibilidad, como inversión inicial y capital de trabajo.

Por el lado del análisis de riesgo, se hizo el esfuerzo por utilizar el software RIESGO (Rebollar et al., 2020), mismo que permitió realizar mil corridas aleatorias sobre la probabilidad de obtener el valor de tres indicadores de rentabilidad en evaluación de proyectos: VAN, TIR y la RB/C. Dicho software no permite introducir el resto de

los indicadores. Se presentaron las campanas de Gauss sobre la probabilidad de obtención de tales indicadores y se concluyó sobre la efectividad del riesgo en la rentabilidad del rastro privado.

## II. PANORAMA MUNDIAL DE LOS BOVINOS Y PORCINOS CARNE

### 2.1. Bovinos

#### 2.1.1. Producción mundial

La producción mundial de carne de bovino creció a una tasa promedio anual de 0.6% durante la década reciente, al ubicarse en un máximo histórico de 62.48 millones de toneladas de carne en canal en 2018.

De acuerdo con el USDA, se estimó que al cierre de 2019 la producción disminuyó 1.9% con relación al volumen producido el año previo. Para 2020, se proyectó una producción de 61.8 millones de toneladas, lo que significó un incremento anual de 0.9%.

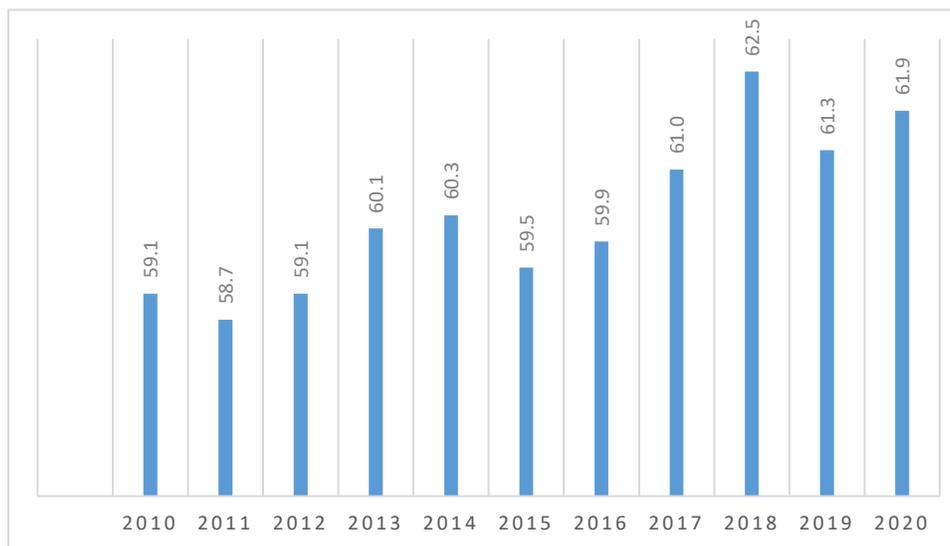


Figura 1. Producción mundial de carne de bovino en canal (t).

Fuente: Elaboración propia con información del FIRA-Panorama Agroalimentario, julio de 2021.

En Estados Unidos la producción en 2019 se ubicó en 12.3 millones de toneladas, volumen que representó un incremento anual de 0.3%. El crecimiento en la producción en 2019 fue menor al que se registró en el año previo, cuando se

incrementó 2.6%. Algunos factores que pueden explicar el menor ritmo de crecimiento son la baja producción de terneros durante 2018, así como un menor peso de las canales.

Durante 2018, el inventario ganadero en el principal productor se ubicó en 94.2 millones de cabezas, mismo que representó el 9.5% de inventario mundial. Se estimó que al cierre del 2019 el inventario crezca 0.5% para ubicarse en 94.7 millones de cabezas.

### 2.1.2. Principales países productores

La producción de carne de bovino está concentrada en cinco países, que contribuyen con el mayor porcentaje de la producción total mundial. Estados Unidos participó con 12.6% del volumen total en 2020. Le siguen en importancia Brasil (10.8%), la Unión Europea (7.8%), China (6.6%) e India (4.3%). México se ubicó como el octavo productor y participó con 2.1% del total.

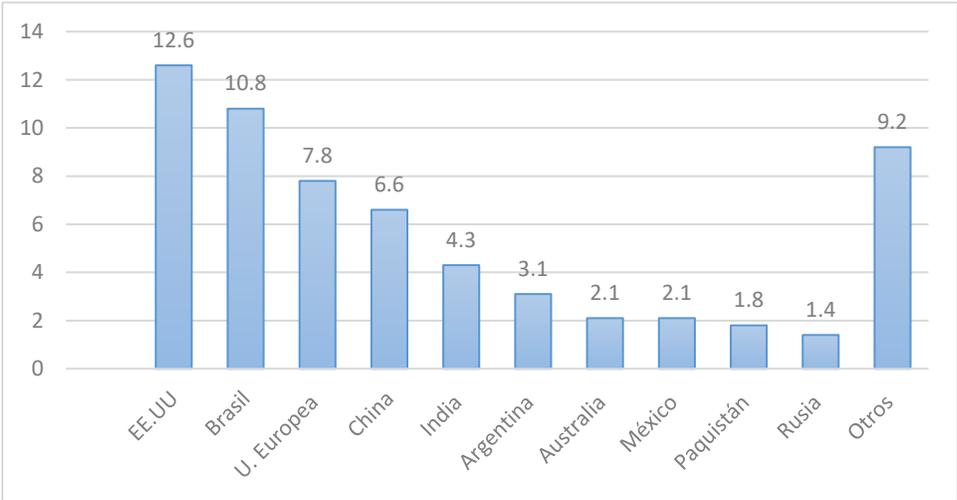


Figura 2. Principales países productores de carne en canal de bovino (millones de t), 2020.

Fuente: Elaboración propia con información del FIRA-Panorama Agroalimentario, julio de 2021.

### **2.1.3. Comercio mundial**

En la última década, las exportaciones mundiales de carne de bovino crecieron a una tasa promedio anual de 3.4%. Así, en 2018 se exportaron 10.6 millones de toneladas, volumen equivalente a 16.9% de la producción mundial. Brasil es el principal exportador de carne de bovino; destina al mercado externo 22% de su producción. En 2018, sus exportaciones se ubicaron en 2.0 millones de toneladas y el USDA estima que en 2019 sus envíos al exterior crezcan 8%. El importante dinamismo que muestran las exportaciones de Brasil se explica por la creciente demanda en el mercado asiático, sobre todo China y Hong Kong, países que juntamente con Egipto y Chile representan 70% del mercado brasileño de exportaciones.

Durante 2018 Australia exportó 1.6 millones de toneladas, volumen que representó alrededor de 70% de su producción.

El USDA estima que las exportaciones de India en 2019 se incrementen a una tasa anual de 2.8%, para ubicarse en 1.6 millones de toneladas, es decir, 37.3% de su producción. El crecimiento de las exportaciones del segundo país más poblado del mundo estará soportado por una mayor demanda en países del sudeste asiático como Vietnam, Malasia, Indonesia y Filipinas, quienes representan el 70% del mercado destino de sus exportaciones.

A diferencia de otros países cuyas exportaciones representan una proporción importante de su producción, en el caso de Estados Unidos, sus ventas al exterior representaron 11.7% de su producción nacional. Se estima que durante 2019 sus exportaciones disminuyan 1.1%, debido a una mayor competencia en los mercados asiáticos, sobre todo en Japón y Hong Kong.

Durante 2018, México se ubicó en la décimo primera posición entre los países exportadores, con una participación de 2.9% del total mundial. Sin embargo, en 2019, se perfila para ocupar la décima posición, superando a Paraguay.

De acuerdo con el USDA, las importaciones de Estados Unidos en 2019 se incrementarían a una tasa anual de 1%, para ubicarse en 1.4 millones de toneladas.

Los principales proveedores de ese país son Canadá, Australia, Nueva Zelanda y México; este último es el principal proveedor de ganado vivo para engorda, con una participación de 90%.

En 2018, las importaciones estadounidenses de ganado bovino vivo provenientes de México se ubicaron en 1.2 millones de cabezas, lo que representó un incremento anual de 8.9%.

El 56% de las importaciones de ganado vivo correspondieron a ganado para engorda, mientras que el 44% restante consistió en ganado para abasto o ganado gordo. Durante el primer semestre de 2019, las importaciones estadounidenses de ganado vivo que cruzaron por la frontera con México se incrementaron 14.1% a tasa anual.

## **2.2 Porcinos**

### **2.2.1. Producción mundial**

En el periodo 2015-2019, la producción mundial de carne de cerdo decreció a una tasa promedio anual de 2.3% para ubicarse en 102.0 millones de toneladas, de acuerdo con datos de USDA. De esta forma, la producción registró un decremento anual de 9.7% en 2019.

El USDA estimó que en 2020 la producción mundial decrezca 7.5% a tasa anual, para ubicarse en 94.3 millones de toneladas, es decir, su nivel más bajo de los últimos trece años.

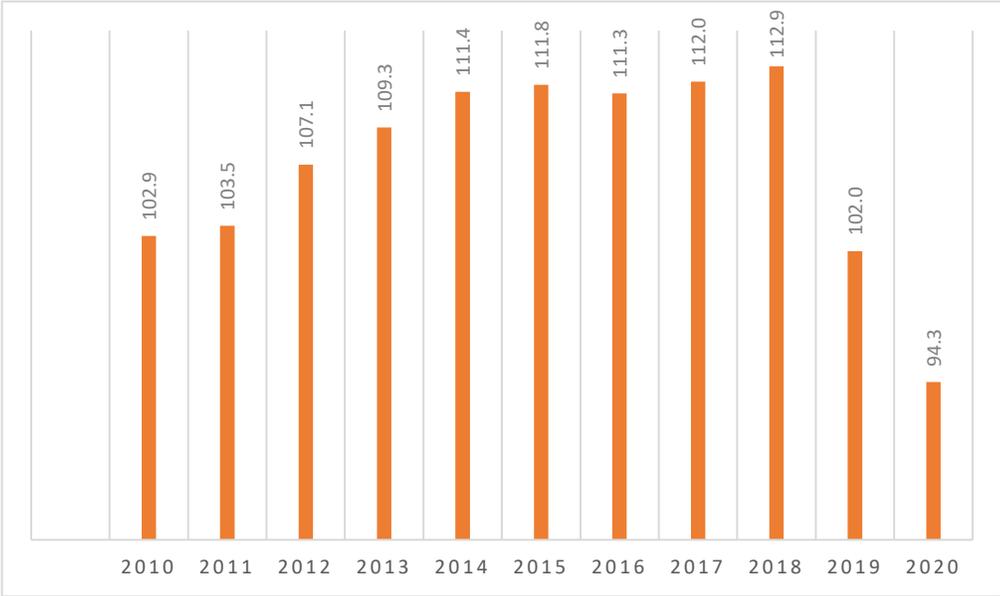


Figura 3. Producción mundial de carne de cerdo, en canal (t), (2010-2020)

Fuente: Elaboración propia con información del FIRA-Panorama Agroalimentario, julio de 2021.

El decremento en la producción mundial en 2019 fue resultado principalmente de la disminución de 21.3% en China, el principal productor.

La producción adicional de Estados Unidos, Brasil y Rusia no compensó la disminución en la producción en China. El USDA previó que en 2020 ocurriera una situación similar, en la que la producción de China disminuyera el 20.1% a tasa anual.

En 2019, la producción de carne de cerdo en China se ubicó en 42.6 millones de toneladas; ese año registró la disminución más drástica en su producción desde que se tiene registro, de 21.3%.

Lo anterior, debido a la afectación de la Peste Porcina Africana (PPA) en sus piaras y a las medidas ambientales más rigurosas que regulan la operación de las granjas de producción porcina.

El USDA estimó que en 2020 la producción se ubicaría en 34.0 millones de toneladas, es decir, disminución a una tasa anual de 20.1%, por lo que se ubicaría en su nivel más bajo en veinticuatro años.

Los brotes de la PPA afectaron todas las regiones productoras de China. El inventario de cerdos en ese país se ha venido reduciendo de manera importante, con el consecuente impacto en la producción. Las transacciones normales se suspendieron, los rastros experimentaron importantes fluctuaciones en el suministro de cerdos, los productores trataron de sacar la mayor cantidad de cerdos que les fue posible, pero se enfrentaron a la dificultad para hacerlos llegar al rastro por las restricciones para movilizarlos. Al ser el país con la mitad de los cerdos del mundo y donde se consume la mitad de la producción del planeta, hubo un impacto de manera importante la producción y el consumo mundial. A esto, se sumó la contingencia sanitaria por el Covid-19 que hizo más relevante el problema.

### **2.2.2. Principales países productores**

En 2020, los tres principales productores: China, Unión Europea y Estados Unidos, participaron en conjunto con el mayor porcentaje de la producción mundial de carne de cerdo. México ocupó la novena posición con 1.4% de la producción mundial.

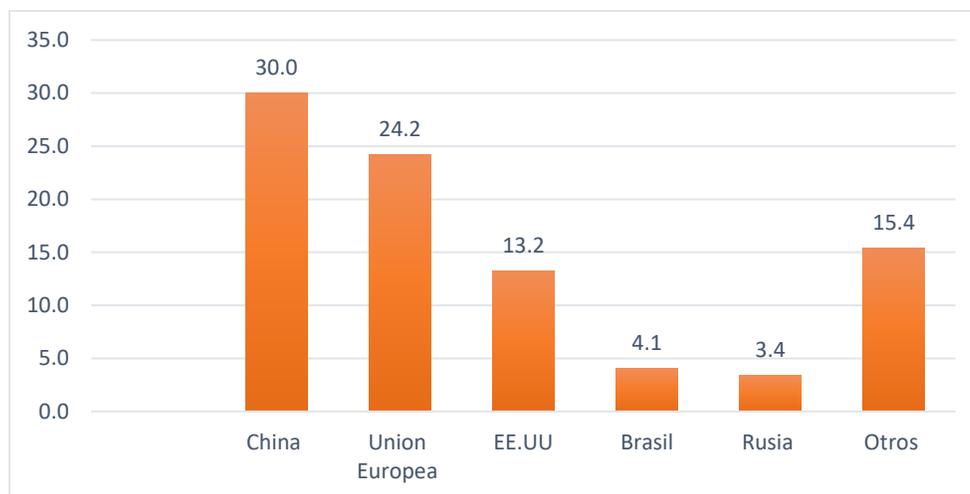


Figura 4. Principales países productores de carne de cerdo, 2020. Millones de toneladas (Mt).

Fuente: Elaboración propia con información del FIRA-Panorama Agroalimentario, julio de 2021.

### 2.2.3. Comercio mundial

Durante el periodo 2015-2019 las exportaciones mundiales de carne de cerdo crecieron a una tasa promedio anual de 7.2%, mientras que la producción y el consumo mundiales decrecieron a tasas promedio anuales de 2.3 y 2.4%, respectivamente.

Así, en 2019 se exportaron 9.3 millones de toneladas, lo que significó un incremento anual de 13.2% y un volumen equivalente a 9.2% de la producción mundial de este tipo de carne.

Los principales exportadores son la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá y Brasil, que en conjunto participaron con 91.7% del volumen total exportado a nivel mundial en 2019, con participaciones individuales de 38.0, 30.7, 13.8 y 9.2%, respectivamente. México se ubicó en la quinta posición con una participación de 2.5%.

En 2019 el sector porcino de la Unión Europea aprovechó la demanda de China, ya que cerca de dos terceras partes de las importaciones del país asiático provinieron de esa región. A nivel país, dentro de los siete principales proveedores de China se encuentran cuatro de la Unión Europea. Los principales proveedores fueron: España (464,000 t), Alemania (393,000 t), Estados Unidos (298,000 t), Brasil (286,000 t), Dinamarca (204,000 t) Canadá (203,000 t) y Países Bajos (198,000 t).

A pesar de los altos aranceles y un dólar relativamente fuerte, las exportaciones de Estados Unidos a China fueron muy relevantes en 2019. De acuerdo con datos del USDA, entre 2018 y 2019, las exportaciones de carne de cerdo estadounidense a China se triplicaron, al pasar de 335 mil toneladas a 1.01 millones de toneladas. Así, China se ubicó en 2019 como el tercer destino más importante de las exportaciones de Estados Unidos, con una participación de 16.0%, después de México y Japón, con participaciones de 24.7 y 18.2%, respectivamente.

Durante el primer trimestre de 2020, China fue el principal destino de las ventas de Estados Unidos, con una participación de 28.7%, seguido por México con 21.5%.

Aún con la interrupción del flujo de productos, por la pandemia de Covid-19, se pronosticó que sus exportaciones del cárnico a China aumentarían en alrededor de 40% en 2020.

### **III. PANORAMA NACIONAL DE BOVINOS Y PORCINOS**

#### **3.1. Producción nacional de bovinos**

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), informó que la producción de carne de bovino en el 2019 alcanzó un máximo histórico de dos millones de toneladas, lo que representa 2.4% mayor respecto a 2018.

La dependencia federal señaló que este crecimiento, en parte, es el resultado de las acciones emprendidas en los últimos años enfocadas al repoblamiento ganadero, mejoramiento genético y mejores sistemas de trazabilidad, mediante incentivos productivos gubernamentales.

Estimaciones del sector pecuario y del SIAP pronostican que este 2020 la producción nacional de carne de bovino alcance las 2.1 millones de toneladas, lo que significa 100 mil toneladas más, 2.5% arriba de los registrado el año pasado.

##### **3.1.1. Estados productores**

Destaca el crecimiento de la producción de carne de bovino en San Luis Potosí. En esa entidad, se incrementó a una tasa promedio anual de 9.8% entre 2008 y 2018, para ubicarse en un máximo histórico de 121,493 toneladas.

En las demás importantes entidades la oferta del cárnico creció a un ritmo menor, con tasas promedio anuales de crecimiento de 2.8% en Jalisco, 3.1% en Sinaloa, 4.2% en Durango, y 0.4% en Chiapas.

### **3.1.2. Importaciones**

Las importaciones de carne de bovino han mostrado un dinamismo menor que las exportaciones. En los últimos cinco años crecieron a una tasa promedio anual de 2.8%, para ubicarse en 141 mil t en 2018.

Las importaciones mexicanas provienen principalmente de Estados Unidos, que provee alrededor de 80% del total, mientras que el porcentaje restante se distribuye entre Canadá, Nicaragua, Australia, Nueva Zelanda y Uruguay.

En los últimos años, debido a un mayor dinamismo observado en las exportaciones que en las importaciones, se ha logrado revertir el saldo de la balanza comercial, que históricamente había sido deficitario.

### **3.1.3. Exportaciones**

De acuerdo con información del SIAP-SADER y la Secretaría de Economía, entre 2014 y 2018, las exportaciones mexicanas de carne de bovino crecieron anualmente a una tasa promedio de 5.1%. De esta manera, el volumen exportado en 2018 se ubicó en 220 mil toneladas, que representó 11.1% de la producción nacional.

Los principales destinos de las exportaciones mexicanas de carne de bovino en 2018 fueron Estados Unidos (86.4% del total), Japón (5.8%), Hong Kong (3.8%), Corea del Sur (2.0%) y Canadá (1.6%).

### **3.1.4. Consumo nacional aparente**

De acuerdo con datos del USDA, en la última década el consumo de carne de bovino en México registró una contracción promedio anual de 0.8%. En 2008 el consumo se ubicó en 2.03 millones de t, y se redujo a 1.87 millones de t en 2018.

El USDA estima que en 2019 la demanda de este cárnico crezca 0.4%, para ubicarse en 1.88 millones de t, en tanto que en 2020 podría crecer 0.5%. Por otra parte, de acuerdo con las proyecciones de la OCDE y la FAO, se espera que el consumo en la próxima década registre tendencia al alza, con un crecimiento promedio anual de 1.1% en contraste con la tendencia a la baja observada durante la década previa.

### **3.1.5. Análisis consumo per cápita**

México es autosuficiente en la producción de carne de res. En los últimos cinco años, el consumo ha representado 91% de la producción nacional, lo que significa que el sector genera una producción excedente que se ha destinado a la exportación.

De acuerdo con datos de la OCDE y la FAO, entre 2008 y 2018 el consumo *per cápita* de carne de bovino en México disminuyó a una tasa promedio anual de 2.1% al pasar 10.9 a 8.8 kilogramos por persona por año. Por el contrario, el consumo *per cápita* de las carnes de cerdo y de pollo creció a tasas promedio anuales de 2.8 y 1.9%, respectivamente.

Este comportamiento inverso en el consumo de carnes puede estar relacionado directamente con el nivel de precios, ya que el precio al consumidor de la carne de bovino puede ser hasta 2.5 veces mayor que el de la carne de pollo.

Se estima que en los próximos diez años el consumo per cápita de carne de bovino en México se mantenga relativamente estable.

## **3.2. Producción nacional de porcinos**

La industria porcina nacional continúa creciendo, a medida que los consumidores se inclinan por proteínas animales de menor costo. La carne de cerdo sigue siendo

la segunda fuente más importante de proteína animal para el consumidor mexicano, después de la carne de pollo. El lento crecimiento económico ha sido un factor en el gasto de los consumidores, lo que ha llevado a muchas personas a cambiar en sus dietas de carne de res a cerdo. De acuerdo con la SADER, la producción de carne de cerdo en establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF) ha aumentado a medida que los consumidores mexicanos demandan carne con mejores prácticas de proceso y garantías de seguridad alimentaria.

La producción de carne de cerdo en México ha registrado un crecimiento ininterrumpido desde 2004. Durante el período 2015-2019 creció a una tasa promedio anual de 4.9%, al ubicarse en un máximo histórico de 1.60 millones de toneladas de carne en canal. Lo anterior significó un incremento de 6.5% anual en 2019.

Se prevé que continúe esta tendencia de crecimiento ante una demanda interna que aumenta. La demanda interna de una proteína animal de menor costo, así como la demanda externa y la dinámica creciente de las exportaciones mexicanas, son los factores que impulsan el crecimiento de la producción de carne de cerdo en México. Se estimó que en 2020 se ubicara en 1.7 millones de toneladas, lo que significó un crecimiento anual de 4.0%.

### **3.2.1. Estados productores**

En 2019, seis entidades participaron en conjunto con 77.1% de la producción nacional: Jalisco (21.4%), Sonora (19.3%), Puebla (10.7%), Yucatán (9.2%), Veracruz (8.9%) y Guanajuato (7.7%).

Entre los principales estados productores destaca el dinamismo de la oferta de este tipo de carne en Sonora, Jalisco, Yucatán y Veracruz, donde la producción creció a tasas promedio anuales de 7.7, 7.4, 4.6 y 4.6% en el periodo 2015-2019, respectivamente.

El SIAP estimó que la producción en 2020 en Jalisco crecería a una tasa anual de 5.2%, en Sonora 4.6%, en Puebla 3.0%, en Yucatán 3.7%, y en el resto del país 3.5%.

### **3.2.2. Importaciones**

Durante el periodo 2015-2019, las importaciones mexicanas crecieron a una tasa promedio anual de 5.1%, para ubicarse en 1.57 millones de toneladas al final del período, mientras que las exportaciones totalizaron 313.0 miles de toneladas de carne equivalente en canal, con un crecimiento promedio anual de 16.1%. Así, en 2019 se registró un saldo deficitario por 1.25 millones de toneladas de carne equivalente en canal. Dicho volumen significó un decremento de 6.2 % a tasa anual.

En 2019, el 99.8% del volumen de las importaciones mexicanas de carne de cerdo provinieron de dos países: 83.6% de Estados Unidos y 16.2% de Canadá.

Cabe destacar que México es el principal destino de las exportaciones estadounidenses de carne de cerdo y sus productos. De acuerdo con información del USDA, 26.5 % del volumen total de las exportaciones de carne de cerdo de Estados Unidos en 2019 se destinaron a México, 21.5% a China y 13.8% a Japón.

### **3.2.3. Exportaciones**

Por otra parte, las exportaciones mexicanas de carne de cerdo representaron el 19.6% de la producción nacional en 2019, y se espera que dicha proporción aumente a 20.7% en 2020.

Los principales destinos de las exportaciones mexicanas de carne de cerdo son cuatro, con la reciente incursión de China como destino: Japón (66.8 % del volumen total), China (16.5%), Estados Unidos (8.7%) y Corea del Sur (6.2%).

La participación de China ha venido creciendo de manera muy acelerada en los años recientes, pasando de 0.1% en 2016 al 16.5% en 2019.

Las exportaciones de carne de cerdo del país se ven impulsadas por diversos factores, destacando la expansión hacia los mercados asiáticos, que se han convertido en un objetivo importante para México, ya que demandan productos de alta calidad e intensivos en mano de obra. Se prevé que la tendencia creciente de las exportaciones se mantenga, motivada por un importante crecimiento a este mercado, especialmente a China.

#### **3.2.4. Consumo nacional aparente**

Entre 2015 y 2019 el consumo nacional aparente de carne de cerdo en México creció a una tasa promedio anual de 4.1%, al pasar de 2.43 a un máximo histórico de 2.85 millones de toneladas de carne equivalente en canal. Se prevé que en 2020 el consumo se ubique en 2.97 millones de toneladas, lo que significaría un crecimiento de anual de 3.9%.

Debido al crecimiento de la producción a un ritmo mayor que el consumo en los últimos cinco años, se ha reducido la tasa de crecimiento de las importaciones y se ha incrementado en las exportaciones. De esta forma, en 2019 las importaciones netas representaron 43.9% del consumo nacional aparente; en 2015 dicha proporción fue de 45.6%.

#### **3.2.5. Análisis consumo per cápita**

De acuerdo con información del USDA y con base en los datos de población de México, el consumo per cápita de carne de cerdo ha aumentado de manera consistente durante los últimos años. Entre 2015 y 2019 pasó de 16.9 a 19.2 kilogramos por persona por año.

## **IV. RAZAS PRODUCTORAS DE CARNE BOVINA Y PORCINA**

### **4.1. Razas bovinas**

En México se explotan alrededor de treinta razas bovinas que son destinadas para uso cárnico, entre las más importantes se encuentran: Angus, Hereford, Charolais, Nelore, Pardo Suizo Europeo y Angus. Y dentro de la producción lechera bovina las razas que destacan para esta actividad son Holstein, Fresian y Pardo Suiza Americana.

### **4.2. Razas porcinas**

La producción de carne de cerdo en México, no se realiza con animales de razas puras, sino con las cruces de estas llamadas hibridaciones; entre las principales razas que sirven para ello están: Duroc, Landrace, Hampshire, Chester White, Yorkshire, y Pietrain.

## V. BREVE ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD Y RIESGO

Se le llama análisis de sensibilidad (**AS**) al procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta, es decir, qué tan sensible es la **TIR** o el **VAN** ante cambios en determinadas variables de la inversión, considerando que las demás no cambian (Baca, 2006; Morales y Morales, 2009).

La utilidad esencial de este análisis es conocer qué variable afecta en mayor medida el resultado de operación del proyecto de inversión. Al respecto, Baca (2006) hace la precisión de que hay variables que están fuera del control del empresario, y sobre ellas es necesario practicar este análisis, entre las que considera el volumen de la producción que afectaría directamente los ingresos; en contraste, no hace referencia al precio del producto, que sí depende del empresario y puede ser compensado inmediatamente.

Sin embargo, un estudio del BMI (Banco Multisectorial de Inversiones) menciona que el **AS** se lleva a cabo variando un elemento o combinación de elementos y determinando el efecto de ese cambio en el resultado, el cual considera que lo ideal es que se sometan a pruebas las inversiones para determinar, por lo menos, los efectos en la rentabilidad debido a los cambios de los precios, costos, demoras en la ejecución y otros cambios controlables.

Asimismo, Morales y Morales (2009) consideran que en los proyectos de inversión se deben tomar decisiones acerca de su operación, considerando como factores como tamaño de la planta, volumen de producción, tipo de productos, número de trabajadores que deberá contener la planta, equipo de distribución, personal de ventas, recursos utilizados en la promoción, calidad de las garantías, requisitos que la operación de la planta debe cumplir, los cuales inciden de manera directa en el rendimiento que generará la inversión, ya que a medida que los gastos se incrementan, disminuyen las utilidades y, por consecuencia, la rentabilidad del proyecto. Por lo que concluye que las decisiones acerca de estos factores se

adoptan según el desenvolvimiento del proyecto de inversión, la respuesta de los consumidores, la reacción de los competidores, etc., pues cualquier situación que afecta a estos factores condiciona el volumen de las utilidades y, a su vez, los rendimientos.

De manera que el **AS** muestra la cantidad en que se modificará el rendimiento como respuesta a determinado cambio de una variable si todas las demás se mantienen constantes. De tal manera que el **VPN** y la **TIR** son indicadores que miden el rendimiento y estos pueden ser modificados por los cambios en las variables que intervienen en los indicadores (Morales y Morales, 2009).

Para realizar el análisis de sensibilidad es preciso identificar los factores que tienen más probabilidad de oscilar con respecto a su valor esperado, después se asignan valores por abajo y por arriba de este esperado y, sin realizar modificaciones a los demás elementos, se calculan nuevamente los valores de rendimiento, por el ejemplo en el caso del **VPN (Valor Presente Neto)**.

Se define como **riesgo** toda posibilidad de ocurrencia de aquella situación que pueda entorpecer el normal desarrollo de las funciones y actividades de una empresa que impidan el logro de sus objetivos, en cumplimiento de su misión y su visión. Se refiere a la variabilidad de los beneficios esperados por los inversionistas.

“Riesgo es un evento aleatorio que posiblemente puede ocurrir, y en caso de que suceda, éste tendrá impactos negativos” (Vose, 2008).

Los riesgos en proyectos de inversión miden la variabilidad de los flujos de caja estimados respecto a los reales. Si la variabilidad es mayor, los riesgos serán mayores (Arévalo, 2017).

La incertidumbre de las estimaciones del comportamiento futuro de los flujos normalmente está asociada a la distribución de probabilidad misma que es medida por medio del cálculo de la desviación estándar.

Para inversionistas racionales, no solo los rendimientos generados deben ser considerados en la toma de decisiones al escoger uno u otro proyecto, sino que también el riesgo de la inversión.

En la evaluación de proyectos existen diferentes actitudes de inversionistas frente al riesgo según su apetito y nivel de rendimiento deseado:

1. Neutral al riesgo. Postura en la que inversionistas aceptan todo tipo de proyectos con expectativa positiva, y rechazan aquellos que presentan expectativas negativas.
2. Amante al riesgo. Actitud en la cual se acepta participar de inversiones con esperanza matemática positiva y neutral, aunque considera opciones con esperanza negativa con un buen rendimiento. Su perfil es más arriesgado, escogiendo productos con mayor nivel de incertidumbre y que pueden generar pérdidas.
3. Adverso al riesgo. Actitud en la que se busca opciones con riesgo bastante bajo, rechazando propuestas con esperanza matemática negativa y neutral, y hasta desechando algunas con esperanzas positivas.

Presenta un perfil conservador en términos de inversión, eligiendo alternativas poco arriesgadas y con niveles de rentabilidad cortos pero seguros.

Aunque los rendimientos y riesgos sean idénticos, las probabilidades de eventos catastróficos o extremos lo que puede significar grandes pérdidas o ganancias,

representadas por una distribución de colas anchas llamada leptocúrtica (Hughes, 2014).

La **probabilidad** es un método por el cual se obtiene la frecuencia de un acontecimiento determinado mediante la realización de un experimento aleatorio, del que se conocen todos los resultados posibles, bajo condiciones suficientemente estables.

La teoría de la probabilidad se usa extensamente en áreas como la estadística, la física, la matemática, las ciencias y la filosofía para sacar conclusiones sobre la probabilidad discreta de sucesos potenciales y la mecánica subyacente discreta de sistemas complejos, por lo tanto, es la rama de las matemáticas que estudia, mide o determina a los experimentos o fenómenos aleatorios (Infante y Zárate, 2012).

El estudio sobre la **distribución normal** lo comenzó de Moivre a finales del siglo XVIII, aunque toma el nombre de Carl Friedrich Gauss (considerado por la comunidad científica como el matemático más prolífico de la historia), puesto que fue el primero que aplicó esta herramienta, concretamente, en el análisis de datos astronómicos (Infante y Zárate, 2012).

La **Campana de Gauss** es una función con tres partes diferenciadas: la zona media, en cuyo centro se encuentra el valor de la media y es cóncava; y los dos extremos, que son convexos y tienden a aproximarse al “eje x”.

La importancia de esta distribución reside en que aparece constantemente en la naturaleza o en la actitud de las personas, puesto que representa el comportamiento de los valores de ciertas variables, cuyas variaciones son influenciadas por fenómenos aleatorios.

Este hecho, se debe a la forma acampanada y simétrica que posee su función de densidad, que hace que los elementos más comunes son los que están más centrados, mientras que los más raros se sitúan en los extremos.

Además, una de las ventajas que tiene este estudio, es que, si probamos que una muestra representativa de la población se aproxima respecto a un dato a nuestra distribución, la población total (tomando como población los elementos de estudio) tenderá a cumplirla, por lo que nos podemos ahorrar el análisis de gran cantidad de datos. Ello conlleva a que, de manera muy sencilla, a partir de la muestra poblacional, podemos aproximar de manera muy exacta la cantidad de individuos que pertenecen a un cierto intervalo de la variable que estamos estudiando (Infante y Zárate, 2012).

Una primera acepción de lo **aleatorio** se puede encontrar en el diccionario del uso del español, donde encontramos la siguiente definición: Incierto.

Se dice de aquello que depende de la suerte o del azar, siendo el azar la supuesta causa de los sucesos no debidos a una necesidad natural ni a una intervención humana o divina.

En esta acepción lo aleatorio sería contrapuesto a aquello de lo que se conoce sus causas y el "azar" estaría personificado como una supuesta causa de los fenómenos aleatorios. Esta acepción correspondería a una primera fase histórica exploratoria en el desarrollo de la idea de aleatoriedad que se extendería, según Bennet (1993) desde la antigüedad hasta el comienzo de la Edad Media.

Se atribuyese a fuerzas sobrenaturales o no, el azar suprimía la posibilidad de que la voluntad, inteligencia o conocimiento humano influenciara la decisión o el destino.

Poincaré (1936) indicó que los clásicos diferenciaban los fenómenos que parecían obedecer a leyes armónicas, establecidas de una vez para siempre, y aquellos que

atribuían al azar, que no podían preverse porque se rebelaban ante toda ley. Según este autor, la aleatoriedad tenía, además, un sentido preciso, objetivo. Lo que era aleatorio lo era para cualquier persona.

Una variante de esta acepción es suponer que todo fenómeno tiene una causa. Nada sucede por azar, sino que todo ocurre por una razón y por una necesidad (Leucippus, siglo V a. C., citado por Bennett). Es debido a la ignorancia por lo que existe "el azar" para cualquier persona. Incluso lo que es aleatorio para una persona puede no serlo para otra, por lo que, en esta acepción, tendría un carácter subjetivo.

## VI. MARCO TEORICO

En este trabajo, se hizo necesario describir una serie de conceptos o definiciones teóricas, que tienen relación con gran parte de la terminología que se presenta, tanto en este documento como en el trabajo final de obtención del título.

Con base en Baca (2016), un **proyecto de inversión** se concibe como la idea de algo mejor (Rebollar *et al.*, 2020). También, es el planteamiento de una solución inteligente a un problema, que tiende, entre otras cosas, a solucionar una necesidad humana, siempre y cuando, exista materia prima, insumos y un sujeto que los realice o lo haga.

Un **insumo** debe entenderse como todo aquel recurso material o cosa, que sirve para transformar a la materia prima. Asimismo, **materia prima** es aquella sujeta a ser transformada, mediante la utilización de una serie de insumos, que posteriormente se convirtieron en **costos fijos** y **costos variables**, cuya sumatoria resulta el costo total (Rebollar, 2011).

Por su parte Rodríguez *et al.* (2008), asumen que la **evaluación de un proyecto** de inversión significa disponer de todo un conjunto de antecedentes justificatorios, mismos que permiten tomar la decisión de inversión y ejecución del proyecto.

En adición, Díaz y Aguilera (2010), mencionaron que la **tasa de descuento**, en su caso, tasa de actualización, tasa de costo de oportunidad del capital o tasa de rentabilidad mínima aceptable (TREMA), en cualquier tipo de inversión, sirve para traer, en su valor presente y a su equivalente en el tiempo, una serie de flujos de efectivo que se espera se obtengan en el futuro.

Weston y Briham (1994), mencionaron que el **Valor Actual Neto**, es un indicador de evaluación de inversiones, que se espera se realicen en el futuro u horizonte del

proyecto, pero que representa la suma actual actualizada de una corriente de fondos monetarios que produce una inversión.

En otras palabras, el **VAN** es la rentabilidad del proyecto en términos monetarios, expresado a su valor actual, mediante la utilización de una tasa de descuento o tasa de actualización. Ellos mismos dicen que la **TIR** es una tasa de rentabilidad financiera que expresa la forma en cómo los flujos monetarios descontados se van reinvertiendo a la tasa interna de retorno. En sí, la **TIR** es la tasa que hace el VAN igual a cero, similar a lo afirmaron Rebollar *et al.* (2020).

Sapag (2011) mencionaron que el **horizonte de un proyecto** es el periodo de tiempo (medido, generalmente en años), bajo el cual se ha proyecto que dure la ejecución de este.

## 6.1 Tipos de rastros

Los rastros se clasifican de acuerdo con el tipo de actividades que realizan, por el equipamiento y la finalidad para los que fueron creados. Existen los rastros tipo inversión federal (TIF) y los rastros tipo inspección de la Secretaría de Salud (TSS). (INAFED, s. f).

Los tipos de rastros se refieren a aquellos que operan bajo autorización federal, estatal o municipal, son establecimientos diseñados para el sacrificio de especies pecuarias: bovino, porcino, ovino, caprino, equino y ave.

La información se refiere a: nombre de la entidad federativa, número de rastros, especies que se sacrifican, capacidad instalada para sacrificio y capacidad promedio mensual utilizada, en términos porcentuales.

Las secciones comprenden la capacidad instalada y utilizada promedio mensual para el sacrificio de especies pecuarias en:

1. Establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF)
2. Establecimientos de sacrificio privados
3. Rastros municipales (SIAP, 2019).

### **Rastros TIF**

Estos rastros son aquéllos que además de prestar servicios básicos que proporcionan los rastros TSS, permiten una industrialización de los productos derivados de la carne. Este tipo de rastro opera fundamentalmente para que sus productos se destinen a la comercialización de grandes centros urbanos y a la exportación, razón por la cual la inspección sanitaria se realiza sobre las carnes y en los procesos de industrialización (INAFED, s. f)

Reciben una inspección sanitaria permanente para tener una verificación de las instalaciones y que todos los procesos realizados cumplan con las normativas establecidas a nivel federal por la SADER.

Su principal objetivo es producir carne de óptima calidad, con el máximo nivel de inocuidad a nivel nacional e internacional.

Sus controles regulares reducen el riesgo de contaminación cruzada entre los productos, durante la producción o el almacenamiento. Por esta razón, se minimiza el riesgo de que existan productos contaminados por virus, bacterias o enfermedades diseminadas por los animales.

Los rastros que cuentan con esta certificación pueden comercializar con mayor facilidad con los productos cárnicos, tanto a nivel nacional como internacional, ya

que los establecimientos TIF son los únicos elegibles para la exportación (SIAP, 2019).

Por su parte, las funciones y actividades que se realizan en un rastro TIF son las siguientes:

- Matanza, que comprende el degüello y evisceración de animales, corte de cuernos, limpia de pieles y lavado de vísceras. Manejo de canales, que consiste en el corte de carnes.
- Empacadora de carnes, en la que se realizan embutidos como jamón, salchicha, salame, así como también chorizos y patés. Sutura clínica, donde se producen hilos para cerrar heridas. Industrialización de esquilmos, que consiste en el aprovechamiento de los desechos cárnicos para la producción de harinas y comprimidos destinados al alimento de animales.

La ventaja de los rastros TIF, es que el animal es mejor aprovechado al favorecer mayor rendimiento y abaratamiento de la carne en beneficio de la economía familiar.

Sin embargo, su operación requiere necesariamente de instalaciones y maquinaria especializada cuyos costos son elevados, por lo que se recomienda que antes de establecer un rastro con estas características se hagan los estudios convenientes para garantizar su funcionamiento y evitar el dispendio de recursos.

### **Rastros TSS**

Estos rastros son los que se conocen comúnmente como rastros municipales. Se caracterizan por el equipamiento y servicios que proporcionan, así como por el tipo de inspección que lleva a cabo la Secretaría de Salud consistente en el control sanitario de la carne.

Las funciones y actividades que comprende son:

- Matanza. Esta actividad consiste en realizar el degüelle y evisceración de los animales, corte de cuernos, limpia de pieles y lavado de vísceras.
- Manejo de canales, que consiste en el corte de carnes.
- Comercialización directa, en donde se expenden los productos derivados del sacrificio del ganado.

Es recomendable que las autoridades municipales promuevan el establecimiento de este tipo de rastros para evitar la matanza clandestina de animales (matanza in situ), vigilar su operación y funcionamiento en coordinación con las autoridades sanitarias y asegurar que los habitantes del municipio consuman carne sana a precios bajos.

La operación de los rastros TSS se llevan a cabo mediante procedimientos muy simples, por lo que el equipamiento que requieren para su funcionamiento es muy elemental. Asimismo, tiene la ventaja de que con pocos recursos y mediante procedimientos sencillos asegura la prestación del servicio público (INAFED, s. f).

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Estudio de mercado

Dentro de la formulación y evaluación de proyectos agropecuarios, el objetivo de la viabilidad comercial se centra en determinar si existe una demanda insatisfecha y potencial insatisfecha, definir todas las fuerzas que determinan a que compradores y vendedores, del producto en referencia, encuentren un solo precio, que es el precio de equilibrio del mercado de referencia, entre otros (Rebollar y Jaramillo, 2012; Baca, 2013; Peña *et al.*, 2015).

#### 7.1.1 Análisis de la demanda

La demanda son distintas cantidades de un bien, producto o servicio que los consumidores están dispuestos a comprar o adquirir, en un periodo de tiempo y a precios determinados, cuando el consumidor adquiere ese producto o servicio en el momento adecuado a su ingreso, entonces la demanda se convierte en consumo o demanda en consumo, en su caso, demanda efectiva (Rebollar y Jaramillo, 2012; Baca, 2013).

La cantidad demandada la determina el precio del producto, misma que puede disminuir o aumentar, si y sólo si algunos otros factores permanecen sin cambios, lo cual obedece a la Ley de la Demanda (Baca, 2016). Esos otros factores son: el ingreso *per cápita* de los consumidores locales, regionales o nacionales, la población en seres humanos, precio de productos sustitutos (carne de pollo) y complementarios en el consumo (arroz, frijol, tortilla, principalmente), gustos y preferencias del consumidor, gestión empresarial, compras de pánico, gastos de promoción, principalmente.

Sin embargo, para fines de este trabajo, como demanda, se consideró, por un lado, al consumo nacional aparente (CNA), que es la producción nacional + importaciones – exportaciones y sirvió como referente a la situación prevaleciente a la zona de estudio.

Así, para el periodo 2013-2020, el CNA (Cuadro 1) de carne de bovino en canal, fue creciente, equivalente a una TCMA (Tasa de Crecimiento Media Anual) de 0.8%, menor que el crecimiento en la producción y con un ritmo positivo, principalmente, en exportaciones. El CNA se explicó por una alta participación relativa de la producción (casi del 90%), en tanto que las importaciones, en términos relativos, no fueron significativas.

Cuadro 1. Consumo nacional aparente de carne de bovino. Cifras en toneladas

Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	CNA
2013	1 806 758	193 596	128 069	1 872 285
2014	1 827 153	172 773	150 891	1 849 035
2015	1 845 236	145 855	175 998	1 815 093
2016	1 878 706	162 762	200 905	1 840 563
2017	1 926 900	195 038	212 363	1 909 575
2018	1 980 846	171 867	239 226	1 913 487
2019	2 027 634	171 154	261 086	1 937 702
2020	2 045 495	170 442	282 944	1 932 993

Fuente: SIACON, 2021. Nota: la producción de carne de bovino, en toneladas, es diferente a la producción de carne en canal. Ejemplo, en 2011 la producción de carne bovina fue 1.8 millones de t, pero la producción de carne en canal fue 698,730 t.

Al ajustar la masa de datos del CNA del Cuadro 1, al modelo estadístico (Baca, 2016):

$$CNA = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon$$

Donde:

$B_i$  = parámetros del modelo;  $i = 0, 1$ .

$X_1$  = variable independiente, referente al tiempo.

$\varepsilon$  = error estadístico, estocástico o aleatorio.

El modelo estimado que permite realizar proyecciones, a nivel nacional del CNA de carne de bovino en canal, es:

$$CNA = 1,883,842 + 14,672X$$

Por lo que las proyecciones del CNA (Cuadro 2) al 2031, serían:

Cuadro 2. Proyecciones del consumo nacional aparente (CNA) de carne de bovino en canal, 2021-2031. Cifras en toneladas

Año	CNA
2021	1 949 868
2022	1 964 540
2023	1 979 213
2024	1 993 885
2025	2 008 557
2026	2 023 230
2027	2 037 902
2028	2 052 575
2029	2 067 248
2030	2 081 920
2031	2 096 586

Elaboración propia, con base en el modelo para proyectar el CNA.

Con relación al volumen de animales sacrificados en el Estado de México en todos los rastros en 2020, la cifra se ubicó en 138 173 cabezas (INEGI, 2021); por su parte, para Tejupilco, la cifra disponible en el rastro municipal que fue en 2016 se

sacrificaron (Cuadro 3) 2 636 cabezas de bovinos (equivalente a 790.8 t de carne en canal) y 19 868 de porcinos (1 589.4 t de carne en canal) y, por lo general, son los meses de diciembre y enero de cada año los de mayor consumo, debido a fiestas de fin de año, con un incremento de 22.5% para 2018 en bovinos y decremento de 9.6% en carne de porcino (con base en información disponible). Por tanto, con referencia en las cifras anteriores, se observa que el consumo de carne de bovino presentó una tendencia creciente en la cabecera municipal de Tejupilco, en tanto que el consumo de carne de cerdo presentó un comportamiento a la baja.



Figura 5. Canales calientes de bovinos y cerdos.

Cuadro 3. Sacrificio mensual de bovinos y cerdos en el rastro municipal de Tejupilco, Estado de México, 2016-2019

2016		
Mes	Bovinos	Porcinos
Enero	263	1 708
Febrero	193	1 353
Marzo	214	1 471
Abril	231	1 658
Mayo	234	1 649
Junio	204	1 701
Julio	221	1 716
Agosto	204	1 643
Septiembre	195	1 624
Octubre	222	1 636
Noviembre	219	1 622
Diciembre	236	2 087
Total /año	2 636	19 868

Fuente: Rastro municipal de Tejupilco, 2016-2018.

2017		
Mes	Bovinos	Porcinos
Enero	245	1584
Febrero	221	1 396
Marzo	238	1 408
Abril	234	1 405
Mayo	274	1 575
Junio	221	1 596
Julio	221	1 716
Agosto	229	1 518
Septiembre	217	1 391
Octubre	220	1 286

Noviembre	248	1 302
Diciembre	251	1 696
Total/año	2 819	17 873

Fuente: Rastro municipal, 2016-2018.

2018		
Mes	Bovinos	Porcinos
Enero	259	1 358
Febrero	214	1 265
Marzo	251	1 460
Abril	239	1 324
Mayo	258	1 404
Junio	259	1 447
Julio	261	1 364
Agosto	283	1 391
Septiembre	238	1 251
Octubre	255	1 269
Noviembre	269	1 221
Diciembre	271	1 500
Total/año	3 957	16 254

Fuente: Rastro municipal, 2016-2018.

2019		
Mes	Bovinos	Porcinos
Enero	275	1 368
Febrero	231	1 217
Marzo	235	1 199
Abril	260	1 210
Mayo	185	1 443
Junio	167	1 252

Fuente: Rastro privado de Tejupilco, octubre de 2019.

Por otro lado, se consideró también el número de carnicerías de los municipios de la cabecera municipal de Tejupilco, así como expendios de tacos tanto al pastor como de birria de res, cabeza de res y de carnitas de cerdo, quienes, por lo general adquieren canales tanto del rastro privado como de las propias carnicerías.

De acuerdo con información proveniente de la Presidencia Municipal de Tejupilco, en la cabecera municipal, hasta septiembre de 2019, había 28 carnicerías (Cuadro 4), pero siguen vigentes hasta julio de 2021; donde, al menos se venden al consumidor final un bovino y dos cerdos despiezados con y sin hueso, por día. En el municipio de Tejupilco operan, aproximadamente 101 expendios, en Temascaltepec 13, San Simón de Guerrero 2, Luvianos 28, Amatepec 8 y Tlatlaya 2. Tan sólo Tejupilco, tiene una demanda diaria de 30 canales frías de bovino y aproximadamente 50 canales frías de cerdo. El rastro privado abastecería, en el corto plazo a Tejupilco y después los demás segmentos de este mercado.

Cuadro 4. Carnicerías registradas en la ciudad de Tejupilco, octubre 2019

Número	Nombre de la carnicería	Ubicación
1	Rincón de Jaimes	Rincón de Jaimes
2	Rodríguez la veracruzana	Avenida independencia
3	Pérez	Calle Josefa Ortiz de Domínguez (cerca de la terminal)
4	Lupita	Guadalupe victoria (cerca del semáforo del centro)
5	La nueva	Calle Josefa Ortiz de Domínguez (frente a Banamex)

6	Jaramillo	Avenida Cristóbal Hidalgo (cerca de bodega)
7	Juarista	Calle juarista (libramiento – glorieta)
8	Don juan	Avenida Cristóbal hidalgo (cerca Don Rami mercado)
9	Mi ranchito	Avenida Benito Juárez (cerca de la primaria México 68)
10	La consentida	Avenida Josefa Ortiz de Domínguez
11	Plata	Avenida Cristóbal Hidalgo (a un costado de tortillería plata)
12	Romero	Calle mejoramiento del ambiente
13	López	Rincón de López (cerca de la primaria)
14	La veracruzana	Calle Josefa Ortiz de Domínguez
15	Rodríguez	Calle mejoramiento del ambiente
16	Domínguez	Callejón Ignacio Rayón
17	Albiter	Avenida los planetas (cerca de la deportiva)
18	Jalisco 1	-Centro (a un costado de la farmapronto)

19	Jalisco 2	-Rincón de López (frente a CFE)
20	Jalisco 3	-Col. Santo Domingo-Zacatepec (a un costado del salón Reginas)
21	Escamilla s1	Avenida independencia (a un costado de ex mueblería Mario)
22	El chino	Avenida principal cerca del puente de la normal
23	Carnaval	Avenida independencia (a un costado de tienda 3b)
24	Olivares	Libramiento (rumbo a glorieta zapata)
25	Rodríguez	Camino a rincón del Carmen, col. Las Lomas
26	La pera	Carretera principal de Tejupilco (cerca de la capilla de San Simón)
27	Rodríguez	Avenida México 68 (cerca de la lechería Diconsa)
28	La bendición de dios	Calle Pino Suarez (rumbo a la Colonia del Llano)

---

Fuente: Francisco, 2019, actualizado a 2021.

No hubo evidencia de que los gustos y preferencias del consumidor habitual de estos productos cárnicos (carne de bovino y porcino) hayan evolucionado hacia la sustitución de bienes relacionados.

Es lógico pensar y afirmar que cualquier unidad familiar con ingresos superiores un salario mínimo por día tiene la capacidad de adquirir cualesquiera de estos productos, al menos una vez a la semana, aunado a que estos forman parte de la ingesta diaria de familias mexicanas. En otras palabras, justificación respecto al consumo de estos productos es suficiente.

Adicionalmente, el comportamiento de los bienes sustitutos de carne bovina y porcina, como carne de pollo despiezada, obedece a la forma particular de consumo por parte de las personas.

A la fecha, el consumo de este producto no ha presentado condiciones necesarias ni suficientes como para ser un desplazador de la demanda de los productos de este proyecto, por lo cual, se afirma, que el consumo de carne tanto de res como de cerdo, continuará su tendencia actual, conforme a la evolución de los precios al consumidor y se espera se incremente, una vez que el consumidor esté informado que tales productos provienen de un rastro privado con sacrificio de animales de calidad y relacionado a características de bienestar animal.

### **7.1.2. Análisis de la oferta**

La producción, en t, de carne bovina o de vacuno en México, ha presentado un comportamiento creciente. En el periodo 2010-2020, que es la información oficial disponible consultada (INEGI, 2021; SIACON, 2021), la tasa media de crecimiento anual (TMCA) de tal variable, fue 1.6%, en tanto el precio que recibió el productor en piso de venta, creció, en promedio, 8.5%, al pasar de 33.2 \$/kg en 2010 a 68.9 en 2019, crecimiento superior al de la producción nacional, pero no indizado a la inflación.

Con base en el INEGI (2021), en 2020, se produjeron en México 2.047 millones de t de carne, equivalentes a 491 029 t en canal, cinco entidades federativas aportaron 41.8% del total nacional en producción de carne: Veracruz (13%), Jalisco (12%), San Luis Potosí (6.1%); Sinaloa (5.4%) y Chiapas (5.3%).

El Estado de México, aportó 2.2% (106 289 t) y se ubicó en el lugar 17. Hasta agosto de 2019 la producción de carne de bovino del Estado de México fue 43 555 t de carne.

La producción de carne del Estado de México se realiza en todos sus distritos (DDR); en 2018 del total de la producción de esta entidad, el DDR 076 con sede en Tejupilco, ocupó la segunda posición, después de Atlacomulco, con un volumen de 8 237 t (18.9%). En el DDR de Tejupilco, integrado por seis municipios (Amatepec, San Simón de Guerrero, Tejupilco, Temascaltepec, Luvianos y Tlatlaya), la mayor proporción de carne en canal de bovinos se localiza en Tejupilco (29%), seguido de Tlatlaya (18%), Amatepec (17%) y Luvianos (16%) (SIAP, 2019).

Al referir la estadística oficial nacional, sobre comportamiento de la producción (oferta) (Baca, 2016) de bovinos carne (Cuadro 5), se observa que ha habido un crecimiento creciente a lo largo del tiempo, situación que permite aplicar el análisis estadístico, a través del método estadístico de la regresión lineal simple (RLS), mediante modelos univariados, con el fin de realizar proyecciones hacia el futuro sobre el probable comportamiento de la variable que se desea proyectar y con ello, garantizar el abastecimiento que requerirá el proyecto (Hernández y Hernández, 2005; Rebollar y Jaramillo, 2012; Baca, 2013; Baca, 2016).

Cuadro 5. Producción y precio de carne de bovino en México, cifras en toneladas

Año	Producción (t)	Precio (\$/g)
2014	1 827 153	49.8
2015	1 845 236	62.6
2016	1 878 706	63.3
2017	1 926 702	66.1
2018	1 980 848	67.9
2019	2 027 634	68.9
2020	2 045 495	72.0

SIAP, 2021.

Con la información del Cuadro 5, el modelo estadístico estimado que permite realizar proyecciones (Cuadro 5) de la producción de carne en canal de bovinos, en México, periodo 2021-2031, es:

$$PROD = 1\,933\,111 + 40\,070X$$

Donde X, es la variable independiente, que da razón del tiempo, es decir, la producción de carne en canal, en función del tiempo (en años). Al respecto, algunos estadísticos que dan certeza de la significancia del modelo anterior, son: coeficiente de determinación  $R^2$  ajustado de 98.2%, la Fc de 268.8 ( $P < 0.002$ ) y la  $t$  de student para cada uno de los estimadores de 395.4 ( $P < 0.001$ ) y 16.4 ( $P < 0.001$ ), que al 95% de confiabilidad de la prueba, se confirma que ningún estimador del modelo sería igual a cero, por lo que el modelo presenta significancia estadística y económica y, es válido para todas las conclusiones que de él se deriven (Gujarati, 2004).

El comportamiento de la producción que se presenta en el Cuadro 6, permite deducir que en años próximos o durante la vida útil de la operación del rastro privado, esta variable tendrá un comportamiento creciente, debido a la inercia que la misma ya presentó.

Cuadro 6. Proyecciones de la producción de carne de bovino. 2021-2031

Año	Producción (t)
2021	2 093 391
2022	2 133 461
2023	2 173 531
2024	2 213 601
2025	2 253 671
2026	2 293 741
2027	2 333 811
2028	2 373 881
2029	2 413 952
2030	2 454 022
2031	2 494 023

Elaboración propia, con datos del modelo estimado para las proyecciones de oferta.

El contraste (Cuadro 7) entre demanda<sup>1</sup> y oferta de carne en canal de bovinos, en México, indica que en las condiciones en las que se estimaron las ecuaciones oferta y demanda de carne de bovino en canal, con base en información oficial para México, existirá una demanda potencial satisfecha; esto es, de acuerdo al comportamiento nacional de la producción de carne en canal de bovino, el volumen nacional producido será mayor al comportamiento de la demanda, debido a que las exportaciones de carne de esta especie pecuaria han estado aumentando a un ritmo mayor que las importaciones; además, debido a que la balanza comercial de carne de bovino es superavitaria; lo que brinda elementos de juicio que permiten tomar decisiones de inversión y gestión de apoyos en ese sector de bovinos carne.

Cuadro 7. Contraste entre demanda y oferta proyectadas de carne en canal de bovinos. 2019-2028, Cifras en toneladas

Año	Demanda	Oferta	Diferencia
2021	1 949 868	2 093 391	-143 523
2022	1 964 540	2 133 461	-168 921
2023	1 979 213	2 173 531	-194 318
2024	1 993 885	2 213 601	-219 716
2025	2 008 557	2 253 671	-245 114
2026	2 023 230	2 293 741	-270 511
2027	2 037 902	2 333 811	-295 909
2028	2 052 575	2 373 881	-321 306
2029	2 067 248	2 413 952	-346 704
2030	2 081 920	2 454 022	-372 102
2031	2 096 586	2 494 023	-397 437

Elaboración propia, con datos del CNA y oferta proyectados.

<sup>1</sup> Hasta este momento y con fines de ilustrar el contraste, acéptese como oferta al volumen nacional producido de carne de bovino, con base en las existencias de animales vivos.

En una semana, sin fecha pico, en el rastro privado de Tejupilco, se sacrifican, en promedio, 56 bovinos y 112 porcinos, cuyas canales se distribuyen a carnicerías para venta directa en cortes al consumidor final de Tejupilco. El sacrificio de caprinos no es de importancia, una vez que el sacrificio habitual se realiza in situ. Con la información anterior, de forma anual, se sacrifican 2,912 bovinos, equivalente a una producción de carne en canal de 1,747.2 t.

Poco más del 90% de los animales que se sacrifican, actualmente en el rastro privado de Tejupilco, son de la misma región, la diferencia, provienen de los estados de Guerrero y Michoacán. Por tanto, el abastecimiento de animales para el rastro privado será, en su mayoría de productores de la región de influencia a dicho rastro y provenientes de sistemas de producción conocidos en la región, que son; bacaberro, doble propósito, pequeña escaña, extensivos o semi extensivos en carne.

Con relación a la existencia de rastros de sacrificio de ganado bovino y porcino, según SAGARPA-SIAP, hasta 2014, había en México 1,147 rastros (Cuadro 8), de los cuales 913 (79.6%) son municipales, 141 (12.3%) privados y 93 (8.1%) son TIF. El mayor sacrificio de estas especies pecuarias se da en rastros municipales, después en rastros privados y por último en rastros TIF, ubicados al interior de cada entidad federativa de la República Mexicana.

Por estados, Jalisco, Michoacán, Veracruz, Estado de México y Sonora concentran 40.3% del total nacional. Tan sólo Jalisco concentra 12.9 y la entidad que menos rastros tiene es Distrito Federal con 1 rastro (0.09%) y Quintana Roo (0.8%). Guanajuato, Nuevo León y Sinaloa son quienes tienen más rastros TIF. En tanto que Jalisco, Michoacán, Sinaloa y Veracruz, son entidades que dispusieron más rastros municipales.

Cuadro 8. Disponibilidad de rastros de sacrificio de ganado bovino y porcino en México, 2014

Estado	Municipal	Privado	TIF	Total
Aguascalientes	7	4	2	13
Baja California	2	11	4	17
Baja California Sur	11	0	0	11
Campeche	15	4	1	20
Coahuila	17	3	4	24
Colima	11	6	0	17
Chiapas	27	4	2	33
Chihuahua	47	3	5	55
Distrito Federal	1	0	0	1
Durango	19	1	1	21
Guanajuato	37	10	7	54
Guerrero	39	0	0	39
Hidalgo	23	12	2	37
Jalisco	129	15	4	148

Estado de México	41	18	5	64
Michoacán	100	7	0	107
Morelos	20	1	0	21
Nuevo León	35	0	11	46
Nayarit	19	2	1	22
Oaxaca	10	4	0	14
Puebla	13	0	4	17
Querétaro	8	0	0	8
Quintana Roo	7	2	0	9
San Luis Potosí	28	5	3	36
Sinaloa	21	1	3	25
Sonora	50	0	11	61
Tabasco	16	0	1	17
Tamaulipas	18	2	4	24
Tlaxcala	6	3	1	10
Veracruz	62	15	5	82
Yucatán	30	2	4	36
Zacatecas	42	2	4	48
R. Laguna	2	4	4	10
Total	913	141	93	1,147

---

SAGARPA-SIAP, 2014.

Con relación al Estado de México (Cuadro 8), esta entidad tenía 64 rastros, de los cuales, 41 (64.1%) son municipales, 18 (28.1%) son privados y cinco (7.8%) TIF. Los rastros TIF se localizan al norte de la entidad, a más de 150 km de distancia con referencia a Tejupilco. Esta panorámica de ubicación de rastros TIF representa una ventaja en términos de localización para la operación del rastro de esta naturaleza en Tejupilco.

Finalmente, cifras oficiales disponibles indican que, a nivel nacional, existen 23 centros de sacrificio inactivos, 17 en el Estado de México, dos en Campeche, dos en Nuevo León, uno en la Región Lagunera y uno en Veracruz.

### **7.1.3. Análisis de los precios**

El precio es la cantidad monetaria a la cual los productores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio (Baca, 2016). Generalmente, no resulta sencillo determinar un precio de venta, pero hay métodos para realizarlo. No debe olvidarse que el precio de venta es una función del costo de producción, administración y ventas, más una ganancia; así también del comportamiento del revendedor, estrategias de mercadeo, entre otros.

En este trabajo, el precio de venta por kilogramo de carne en canal fue en función al establecido por venta de canales del rastro privado de Tejupilco y con referencia al rastro municipal de Valle de Bravo, Estado de México, debido que son abastecedores de canales y vísceras a tablajeros y carnicerías de las respectivas cabeceras municipales.

No se omitió algún mecanismo oficial de control de precios del producto, pues la carne de bovino en México está dentro de la canasta básica. En adición, se consideró como referencia al precio tanto *in vivo* como en canal que prevalezca en el mercado local, que puede ser Luvianos, en su caso, en la capacidad de negociación entre el productor y el comprador al momento de la transacción, incluso un precio pactado y asegurado entre el rastro privado y los abastecedores de ganado vivo y finalizado al sacrificio.

En adición, la fuente oficial disponible, indicó que de 2010 a 2019, los precios que recibieron los productores crecieron a una TCMA de 5.3%, al pasar de 33.2 \$/kg de carne en canal en 2010 a \$52.9 en 2019. Sin embargo, a nivel DDR el precio registrado para 2010 fue \$35.0 y 65 en 2019 por kg de carne en canal (SIAP, 2021).

No existe un modelo apropiado para proyectar precios de venta que ajuste la tendencia de su comportamiento, tampoco el precio proyectado puede utilizarse en los estados financieros proforma, pues el rastro no es quien vende directamente al consumidor.

Más bien, en esta tesis, se consideró el precio de venta al primer intermediario y es el que se consideró para la estimación de los ingresos del proyecto, más las cuotas que se cobran por la maquila del servicio de sacrificio.

La única alternativa para proyectar el precio de venta (Rebollar y Jaramillo, 2012; Baca, 2016), es conforme a la inflación esperada por la Banca oficial, si es que llegase a existir la información. Sin embargo, a una tasa de inflación esperada de 4% anual en los próximos 10 años a partir de la proyección del rastro, que fue el horizonte en este trabajo, el precio proyectado queda como sigue:

$$Pf = Pa (1+Inflación)^n$$

Así, si el precio actual de un kg de carne en canal es \$75, entonces, el precio proyectado (Cuadro 9) permite dar referencia del comportamiento esperado del precio de venta que podrá ser utilizado en el presupuesto de ingresos de operación *ex post* del rastro. Para los ingresos de este proyecto, se utilizó el precio de la serie y fue \$75 por kg en canal.

Cuadro 9. Proyecciones del precio de venta por kg de carne en canal

Año	Precio (\$/kg)
2021	78
2022	84.4
2023	87.7
2024	91.2
2025	94.9
2026	98.7
2027	102.6
2028	106.7
2029	111
2030	115.5
2031	120.2

Estimaciones propias, con base en el precio por kilogramo de canal de carne de bovino reportado por el rastro privado de Tejupilco.

Se realizó una breve encuesta al 10% de carnicerías de la cabecera municipal de Tejupilco, concluyendo que 100%, adquieren las canales del rastro privado a un precio de 75 \$/kg, mismo que se consideró para las canales de bovino y \$70 para la de cerdo, en la estimación de los ingresos principales. Al momento del despiece, cada carnicería vende los distintos cortes a precios equivalentes entre una y otra; por lo que no les es posible incrementarlos, debido a la competencia entre ellas, pero básicamente porque el consumidor real y potencial podría cambiar su decisión de compra si la diferencia en pesos/kg le es significativa e irse por los productos sustitutos. Todas deben y tienen que respetar el precio final al consumidor.

#### 7.1.4. Análisis de la comercialización

La comercialización es componente esencial del funcionamiento de cualquier empresa y trata de todos los mecanismos, estrategias, caminos, etc., para hacer llegar el producto al consumidor final con eficiencia y eficacia, es decir, bien y a

tiempo. En ese proceso, pueden añadirse, al precio del producto, varias utilidades, según el tipo de intermediario que participe.

Una de ellas es la utilidad de tiempo y de lugar. Debido a que no siempre será posible que el consumidor acuda al lugar donde se produce el bien o servicio, es que los intermediarios justifican su presencia en el proceso de comercialización y/o distribución de los productos para el consumo. En este trabajo, el canal de comercialización que se realiza es: Rastro privado-Carnicerías (agente minorista)-Consumidor final. El rastro ofrecerá, mediante los distintitos propietarios de las carnicerías, la canal caliente hacia la carnicería, misma que venderá el producto despiezado con y sin hueso, al consumidor final, a precios vigentes de mercado local y regional.

De este estudio, se concluye que hay viabilidad comercial sobre la puesta en marcha del rastro privado, pues hay demanda nacional, regional y local insatisfecha, lo que da evidencia de viabilidad. Los precios y la comercialización son los que prevalecen a los gustos y preferencias del consumidor, al garantizar un producto cárnico adecuado al tipo de rastro privado.

## VIII. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD TÉCNICA

### 8.1.1. Consideraciones iniciales

Actualmente la operación del rastro privado, opera con abastecimiento de animales finalizados provenientes de la región de influencia al mismo, con la participación de algunos agentes de mercadeo, como el productor de becerros, que opera con costos de producción vinculados al propio sistema, debido a que la actividad desarrollada es extensiva y la alimentación del ganado es en agostaderos y praderas inducidas (Salas *et al.*, 2014); un acopiador de becerros, localizado entre el productor y el engordador y que, generalmente, percibe entre 5 y 15 % del valor pagado por el engordador.

El engordador de terneros y toretes, por lo general él es quien los transporta a un peso comercial (engorda o finalización), con inversiones importantes para desarrollar la actividad (instalaciones, alimentación, vacunas, manejo), pero que conoce poco más, dado que está vinculado con propietarios de carnicerías, las características de la demanda de los consumidores y funge como determinante entre precios pagados al productor de becerros y el propietario de las carnicerías.

Un introductor de ganado gordo es quien, generalmente, opera en las propias instalaciones del rastro, dispone de mayor conocimiento del sacrificio del ganado y medidas prácticas para disminuir mermas en el peso del ganado próximo a sacrificar.

Los rastros privados o plantas de sacrificio y procesamiento obtienen canales, pieles y despojos. Su función se limita a participar como maquiladoras del proceso de sacrificio, por lo que el engordador, en su caso, el acopiador de ganado gordo, cubre la cuota por concepto de maquila. Este agente de la cadena representa ya el primer contribuyente fiscal.

Los rastros privados, son y deben estar lo mejor tecnificados posible, con manejo óptimo *ante mortem* de los animales a sacrificar, están provistos de condiciones sanitarias aceptables (no como las de un rastro TIF) de la carne que ahí se obtiene y, procesan, básicamente, el ganado proveniente de zonas de producción de la región de influencia; distribuyen la carne en canal (a veces en cortes), a través de mayoristas y detallistas (carnicerías). En particular, para este estudio, nuevamente la distribución planeada será al detalle; es decir, a las carnicerías (mercado detallista) y taquerías, principalmente de Tejupilco y a municipios aledaños, en la medida en que el rastro diversifique sus actividades su esquema de distribución e incremente la capacidad de producción.

### **8.1.2. Determinación del tamaño**

El tamaño de este negocio pecuario es su capacidad instalada (Francisco, 2019) y depende, principalmente, del mercado, pero también es importante, la disponibilidad de financiamiento (con o sin préstamos) (Rebollar et al., 2020) del socio o socios, de la capacidad de abastecer cierto porcentaje de demanda insatisfecha regional; entre otras cosas, del número de turnos (Sapag, 2011; Baca, 2016).

Para este trabajo, en términos de disponibilidad financiera del socio, el tamaño planeado fue en función a 15 millones de pesos, más la posibilidad de incrementarlo, vía endeudamiento, a tasa cero (de preferencia), a través de institución pública gubernamental. La disponibilidad inicial de recursos se ha destinado a mejorar la obra física ya existente (capital inmovilizado) hasta 2017, pero que la misma no operaba en términos comerciales; inversión diferida o capital inmovilizado, capital de trabajo y costos operativos del mismo, para reponerlo, de forma fraccional, a partir de la primera producción comercial.



Figura 6. Camioneta de distribución de canales calientes del rastro privado de Tejupilco

Los primeros tres conceptos de destino del financiamiento se insertan en el presupuesto de inversión total inicial, vía adquisición de maquinaria y equipo de sacrificio de bovinos y porcinos, como necesaria para que ocurriera el primer sacrificio. Como primera producción comercial se refiere al sacrificio del primer bovino y porcino para carne, bajo condiciones de calidad que marca un rastro en su tipo.

La capacidad instalada del rastro se estimó en 100 bovinos y 200 cerdos sacrificados por día; por lo que la capacidad de operación para el primer año del horizonte planeado fue de 20% de la capacidad instalada por año con incrementos porcentuales hasta llegar al 100% al final del horizonte del proyecto operativo.

Los animales que se destinan al sacrificio provienen tanto de engordas intensivas en corral de la misma región, o bien, de sistemas que pueden ser Doble Propósito

(Salas *et al.*, 2014; Puebla, 2014; Puebla *et al.*, 2014), sistemas en Pequeña Escala (Salas, 2014) y de sistemas vaca-becerro, alimentados bajo pastoreo (rotacional, intensivo, etc.), que predominan en el sur del Estado de México.

Para cerdos, de granjas semi tecnificadas, que son las que más predominan en la región de influencia al rastro que opera bajo condiciones de rastro privado.

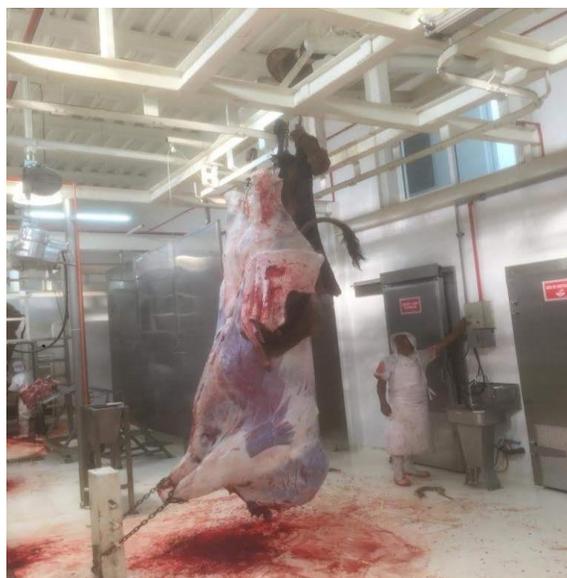


Figura 7. Área de sacrificio de bovinos. Rastro privado.

Las razas de ganado bovino que se sacrifican, en su mayoría, son especializadas en carne. Aunque el rastro no dispone de una oficina que permita analizar la carne y verifique que está libre de anabólicos o se pague alguna cuota de recuperación que defina que todos los animales sean limpios, se hace lo posible por concientizar a los introductores que presenten su constancia de hato limpio.

Para los cerdos, son animales de razas especializadas en carne con predominancia en la región y engordadas a ciclo completo con alimentación comercial, libre de enfermedades y/o anabólicos que pongan en riesgo la salud de la población de la región de influencia al rastro privado.



Figura 8. Área de sacrificio de cerdos.

### **8.1.3. Localización del rastro privado**

#### **8.1.3.1. Macro localización**

Con referencia en Francisco (2019) a nivel macro, el rastro privado se ubica, actualmente, en el Estado de México, municipio de Tejupilco, a 108 km de la ciudad de Toluca, capital de la entidad. El municipio de Tejupilco, tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con características de trópico seco. La Cabecera municipal se sitúa a 1,350 msnm, a 102°25'15'' de latitud norte y 105°20'12'' longitud oeste (GPS). La temperatura promedio anual es 22°C y 2,000 mm anuales de precipitación. La época de lluvias va de junio a octubre de cada año y el estiaje o época de secas de noviembre a mayo. Cerca del 25% de su territorio predomina vegetación pino-encino, con dominancia de selva baja caducifolia y clima de trópico semiseco.

### **8.1.3.2. Micro localización**

El rastro privado (Figura 8) se ubica en el municipio de Tejupilco, en la comunidad Lodo Prieto, cuya altitud 1,340 msnm (con GPS). Camino el Devisadero – La Estancia de Ixtapan, sin número, Lodo Prieto, municipio Tejupilco, Estado de México, C. P. 51425. Su población es, aproximadamente, 400 habitantes (58% mujeres, 42% hombres) (Com. Personal).

En la ubicación del rastro se dispone de vías de acceso primarias y secundarias; es decir, una carretera regional, pavimentada Tejupilco-Amatepec, desviación a partir de carretera pavimentada estatal, con un tramo de terracería, en buen estado; energía eléctrica, acceso a telefonía celular con capacidad para comunicación inalámbrica de Internet en casa.

Algunos pueblos de importancia e influencia a la comunidad son: Cerro Gordo, La Hacienda, San Miguel Ixtapan, San Felipe y en el kilómetro 12 se ubica la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México.



## **Extensión**

Con relación al municipio, 6,254.3 ha le corresponden a Tejupilco, según datos registrados por la Subdirección de Estudios y consulta del territorio estatal, de la Secretaría de Finanzas y Planeación del Gobierno del Estado de México.

## **Orografía**

Se halla representada por grandes abismos, profundas barrancas y depresiones que determinan parte del sistema montañoso de Tejupilco.

## **Hidrografía**

Lo accidentado del municipio hace que tenga escurrimientos que al sumarse unos a otros forman arroyuelos y ríos, el río San Felipe es el más importante porque conserva su caudal todo el año, este río sirve de límites entre los municipios de Tejupilco y Amatepec, desemboca en el río Cutzamala, éste a su vez vierte sus aguas en el río Balsas.

## **Clima**

De acuerdo a la situación topográfica del municipio, son mayoría dos tipos de climas, el templado y el subtropical, éste último se localiza en las delegaciones municipales que se encuentran en la parte sur del municipio, en tanto que el clima templado se tiene al norte por las comunidades de Tenería, Río Grande, Almoloya de las Granadas, San Lucas del Maíz, San José la Laguna, entre otros y otras delegaciones que se localizan poco más hacia el sur, como Bejucos, Palmar Chico y Palmar Grande.

En verano aparecen las lluvias, se renuevan las plantas, árboles y se inicia el periodo agrícola. En otoño, el productor agrícola recoge las cosechas de maíz, frijol, calabaza, caña de azúcar y ajonjolí; también aparecen las flores en el campo, se recolecta la guayaba, la naranja y la lima entre otras frutas.

En el invierno los árboles pierden su follaje, se marchitan algunas flores, se obtienen en la región productos de algunos cítricos; jícamas, chirimoya y cacahuates. La temperatura varía de 15° hasta los 40°C.

### **Características y uso del suelo**

Los suelos existentes son, según su uso, de tipo pecuario agrícola, forestal y urbano, cuyas superficies terrestres se componen por terrenos arcillosos, calcáreos, arenosos y rocosos.

Los terrenos del ramo forestal se localizan en: Río Grande, Tenería, Almoloya de las Granadas, con especies de pinos (*P. ocarpa*), *Quercus*, La laguna y la zona arqueológica existente en el pueblo de San Miguel Ixtapan.

En el renglón agrícola, se encuentra constituido por Cerro Gordo, Lodo Prieto, La Labor y por otro lado, la región de Bejucos, el resto de todo el municipio se considera como pecuario y representa casi el 70 (Francisco, 2019).

#### **8.1.4. Ingeniería del proyecto**

##### **Descripción de actividades**

Bovinos y porcinos. Se refiere a actividades que se realizan desde que ingresa el ganado finalizado al rastro hasta que se entregan las canales calientes para su distribución, como son: recepción (desembarque), matanza, inspección y distribución.

El ganado a sacrificar se recibe y se le ubica en el corral de desembarque (Figura 7); durante esta fase las autoridades sanitarias son responsables de llevar a cabo una revisión minuciosa del estado en que se encuentran los animales, asegurándose de que no presenten alguna enfermedad y comprueben su procedencia, legalidad, fierro, guía de movilización y constancia de compra-venta (Figura 8). En caso de que el ganado reúna las condiciones sanitarias requeridas, éste se traslada a la sala de matanza para su sacrificio, degüelle, evisceración y corte de canales.



Figura 10. Corral de desembarque para bovinos.

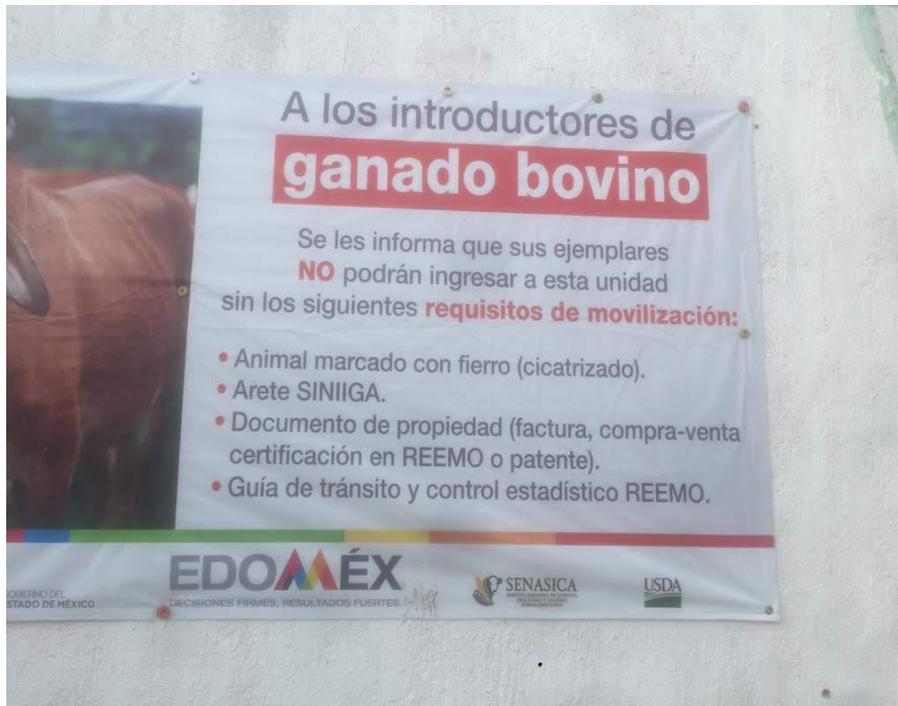


Figura 11. Requisitos de movilización.

El inspector de regulación sanitaria, representado por el ISEM realiza una revisión minuciosa de la carne y es quien garantiza el buen estado del producto, notificando al administrador para que proceda a su distribución.

En caso de que las carnes no reúnan normas del control de calidad requerido o que alguna parte interior o exterior del animal está dañada se procede al decomiso para su posterior incineración en el horno crematorio o incinerador al interior de las instalaciones del rastro.



Figura 12. Bovino sacrificado (Francisco, 2019).



Figura 13. Área de eviscerado

La distribución de la carne del rastro se lleva a cabo en canales calientes, en virtud que no todos los municipios pueden contar con transporte ya sea refrigerado o transportando carnes calientes para un adecuado manejo de la carne. Sin embargo, en el rastro privado de Tejupilco si se realiza y es importante señalar que a través de este servicio se asegura que el transporte de la carne se realice higiénicamente y evitar así que la carne se distribuya en vehículos abiertos. Ya que el ISEM (Instituto

de Salud del Estado de México) recomienda que el transporte de la carne se efectúe en vehículos especiales acondicionados para este fin, que cuenten con equipos de refrigeración o bien perfectamente cerrados y estén equipados con rieles y ganchos para el manejo adecuado de la carne.

Desembarque. Es el primer paso del proceso de matanza donde los animales descienden del transporte en el que llegaron al rastro, para tomar un camino entre diferentes vallas, hasta llegar a un corral en donde descansan de 12 a 24 horas (h), según las normas mexicanas para reducir su estrés y, evitar la contaminación de la carne.

En segundo término, está el cajón de sacrificios (costo hundido, debido a que ya se tenía cuando no había operación comercial del rastro), en donde al animal se le reducen espacios para evitar movimientos bruscos, pasa a baño *ante mortem* y se realiza la insensibilización con un pistolete que disparará un proyectil calibre 22 directo a la cabeza (cerebro) para evitar que el animal se estrese o sufra.

Degüelle. Es la operación que se realiza para inmovilizar al animal, con atronamiento de una pistola en caso de bovinos, en caso de porcinos se realiza una descarga eléctrica con un electro sensibilizador el cual tiene un costo que va incluido en el flete que es de \$60 pesos. Este desembolso lo realiza ya sea el introductor de ganado gordo o el tablajero (propietario del expendio) (Francisco, 2019).



Figura 14. Descarga eléctrica con electro sensibilizador

Matanza. Se entiende como el faenado que se realiza a través de estos pasos: desangrado, pelado (quitar la piel), limpia de vísceras rojas (corazón, vaso, hígado, pulmones, riñón) y verdes (rumen, intestino delgado y grueso), para el sacrificio de un animal y llevar los cárnicos hasta la industria alimenticia, el cual tiene un costo de \$70 pesos por cerdo y \$140 por bovino.



Figura 15. Corte de canal para eviscerado (Francisco, 2019).

Flete. Es el traslado, movilización de carga y descarga de las canales calientes a cada una de las carnicerías de la ciudad de Tejupilco, el cual tiene un costo de \$65 pesos que también lleva incluido el degüelle.



Figura 16. Carga de canal caliente (Francisco, 2019).

Desangrado: al animal se le corta la yugular y se le pica el corazón para que se desangre.

Corte de cabeza

Corte de patas



Figura 17. Corte de patas (Francisco, 2019).

Despielado. Quitar la piel  
Corte de canal



Figura 18. Despielado de bovino (Francisco, 2019).

Eviscerado: al animal se le corta por la mitad para quitarle los intestinos, pulmones, hígado, corazón, vaso, etc.



Figura 19. Área de matanza de porcinos, saqueo de intestinos (Francisco, 2019).



Figura 20. Vísceras rojas (Francisco, 2019).

En el caso de las reses, se realiza el despielado es decir, que se le retira la piel, luego el corte de patas y cabeza; después, se parte la canal en dos y finalmente se entrega a la carnicería.

### **Cumplimiento de normas sanitarias ambientales y otras**

Algunas de las normas se mencionan a continuación aunadas a inspecciones tipo rastro privado, debería llevarse a cabo:

NOM-009-ZOO-1994. La presente norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene por objeto, establecer los procedimientos destinados al sacrificio de animales y los que industrialicen, procesen, empaquen, refrigeren productos o subproductos cárnicos para consumo humano, con el propósito de obtener productos de óptima calidad sanitaria.

NOM-033-ZOO-1995. Esta norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene por objeto, establecer los métodos de insensibilización y sacrificio

de los animales, con el propósito de disminuir su sufrimiento evitando al máximo la atención y el miedo durante este evento.

Pero si el animal esta estresado antes y durante el sacrificio, se consume todo el glucógeno y se produce el nivel de ácido láctico que se desarrolla en la carne luego de su sacrificio. Esto puede tener efectos adversos graves en la calidad de la carne.

Dentro del proceso de producción, el sacrificio de ganado bovino y porcinos en instalaciones del rastro, se considera primero como producto principal el sacrificio y, como subproductos a la sangre, vísceras, heces, piel, entre otros, de animales, con peso vivo recomendado, de los animales, de 400 kg y en promedio 500 kg, con rendimiento en canal de 60% en torete cebado, torete de pastoreo 55 %, vaca desecho 40 %, vacas gordas 55 %. Cerdos 75 % finalizados y con peso de mercado, que podría variar entre 80 y 120 kg, según lo que se requiera o el tipo de cliente quien solicite el servicio (Francisco, 2019).

#### **8.1.4.1. Necesidades de maquinaria y equipo**

Es importante mencionarle al lector (Rebollar y Jaramillo, 2012), que para la operación normal del rastro privado; es decir, para que se haya realizado el primer sacrificio de bovino y cerdos, fue necesario disponer de equipo adecuado, ubicado e instalado adentro de las instalaciones, orientado a procurar el “buen sacrificio” de los animales, así como preparar cortes de calidad, propios de esa empresa (Francisco, 2019).

El equipo que ya instalado y que se menciona abajo, durante el tiempo en que el rastro no operaba, se consideró como inversión hundida, esto es, *gasto hundido* (Baca, 2016) y no se cuantificó en la inversión inicial operativa del rastro, por tanto, no se consideró para la estimación de la rentabilidad.

Así, sólo como información, la lista de equipo necesario para todas las actividades de sacrificio y preparación de canales que ya existían en el rastro pero que no había actividad comercial se encuentra en el trabajo de Francisco (2019):

Con relación a equipo y maquinaria, se adquirió previo a la primera producción comercial del rastro o que fue necesario para llevar a cabo el primer sacrificio de bovinos y porcinos; mismo que se consideró en la inversión inicial y/o para la estimación de la rentabilidad en la actividad operativa del rastro privado, lo cual ascendió a un total de: 6.0 millones de pesos para bovinos y 8.7 millones para porcinos en 2019 (Comunicación personal con el Administrador del rastro (Francisco, 2019).

#### **8.1.4.2. Necesidades de agua para proceso de producción y para oficinas administrativas**

El recurso agua, necesaria para las actividades de producción y para uso sanitario, provendrá de un pozo profundo, de 13 m de profundidad por 1.5 m de ancho, con un costo ya realizado preoperativo de \$30,000. Sin embargo, se realiza un pago mensual de agua potable de \$300.0, como parte del líquido que también abastece a la comunidad de Lodo Prieto, donde se ubica el rastro privado; a su vez, se realiza la compra de seis pipas al mes con un desembolso de \$600.0 por pipa, total mensual de \$3,900.0 (Francisco, 2019).

#### **8.1.4.3. Necesidades de energía eléctrica**

Hay varias actividades intrínsecas al funcionamiento del rastro, de las que se hace necesario la utilización de energía eléctrica. A partir de 2019, se realiza un pago mensual por el uso de este servicio como gasto de venta de \$8,000.0 y \$2,000 como gasto de administración.

#### **8.1.4.4. Necesidades de combustible (gasolina)**

Para realizar de forma adecuada todas las actividades de distribución de las canales y actividades diversas inherentes al funcionamiento del rastro, el desembolso por la utilización de combustible asciende a \$336,000.0 por año, mismo que se cargó a gastos de venta variable.

#### **8.1.4.5. Necesidades de telefonía celular**

El gasto actual y vinculado a las actividades de operación del rastro, de telefonía móvil (celular) es de alrededor de \$300 pesos mensuales (\$3,600.0 anuales), mismo que se asocia como costo fijo de administración y ventas.

#### **8.1.4.6. Necesidades de gas LP**

Para la operación de sacrificio de bovinos y cerdos, se requieren de forma anual alrededor de los 2,340 L de gas, que monetariamente representan alrededor de \$26,000.0, en forma de costo variable de ventas o de operación.

#### **8.1.4.7. Pagos por permisos del H. Ayuntamiento**

De forma mensual, el rastro privado realiza un pago, como costo fijo de administración y ventas (gasto fijo de administración y venta) al H. Ayuntamiento de Tejupilco, el equivalente a \$480,000.0 por año.

#### **8.2.4.8. Necesidades de mano de obra (MO)**

Actualmente, el rastro privado realiza operaciones de sacrificio y distribución de canales calientes a través del personal siguiente con turnos de trabajo de ocho horas, distribuido como sigue (Cuadro 10):

Cuadro 10. Mano de obra de operación. Área de Rastro

No.	Nivel	Número de plazas	
		Base	Confianza
1	Jefe de área de porcinos y bovinos		1
2	Velador		1
3	Matanceros de bovinos		6
4	Matanceros de porcinos		8
5	Chofer		1
6	Cargadores		3
7	Limpieza y mantenimiento		1
Total			21

Fuente: Francisco (2019).

### **Tipo de contrato**

En 2021, el rastro privado de Lodo Prieto, Tejupilco, tiene la cláusula del contrato, misma que es de un año con renovación a otro, siempre y cuando cumpla con los requisitos y mandatos del jefe de área. Los empleados no gozan de prestaciones y solo tendrán un día de descanso por semana.

### **Financiamiento de los puestos**

Actualmente el pago a los trabajadores, producto de su trabajo, se realiza semanalmente directamente por el propietario del rastro.

### **Seguridad social**

Los empleados de este establecimiento no cuentan con ningún tipo de seguridad social ya sea pública o privada.

## **Prestaciones**

Los empleados de este establecimiento no se les facilitan ningún tipo de prestación o indemnización.

### **8.1.4.9. Estimación de costo y cobro de sacrificio**

Con base en Francisco (2019), se sacrifican solamente bovinos y porcinos. La información que se consideró para la evaluación del negocio, sensibilidad y análisis de riesgo fue:

Bovinos:

Sacrificio/bovino: \$150.0 → matancero: matar y colgar canal

Cobro del rastro: \$60.0 → uso de instalaciones, más flete

Guía zoosanitaria (SADER): \$50.0

Constancia de compraventa: \$30.0

Costo extra/animal: \$0.0.

Total: \$210.0/cabeza de bovino

Porcinos:

Sacrificio/porcino: \$70.0 → matancero: matar y colgar canal

Cobro del rastro: \$60.0 → uso de instalaciones más flete

Guía zoosanitaria (SADER): gratis

Costo extra/animal: \$0.0.

Total: \$130.0/cabeza de porcino

#### **Precios de venta de piezas en rastro:**

##### **Bovinos**

Cabeza: \$700.0

##### **Porcinos**

Cabeza: \$140.0

Precio promedio de venta de cortes, tanto de bovinos como porcinos: 100.0 \$/kg

#### **Instalaciones**

## **Costo promedio de mantenimiento**

Limpieza (insumos): \$4,800.0/mes

### **8.2.1. Estudio administrativo**

El rastro privado, nació por inquietud de su propietario actual, oriundo de una comunidad de influencia al mismo rastro, quien tuvo el interés de investigar el potencial de la actividad, dándose cuenta de que en ella existe una gran oportunidad de desarrollo a corto, mediano y largo plazo, debido a la disponibilidad de terreno, conocimiento y experiencia en la producción y venta de ganado bovino y porcino, también por las condiciones climatológicas con las que cuenta la comunidad de referencia donde opera el rastro.

Por ello, es que se trabaja en tecnificación y expansión del área de producción con el propósito de llegar a tener una alta productividad y rentabilidad en el procesamiento de ganado de carne, con las exigencias de un rastro en su tipo y que, en el mediano plazo, se espera opere como rastro TIF.

#### **8.2.1.1. Organigrama y áreas funcionales del negocio**

##### **Estructura de los puestos**

El análisis de puestos permite conocer y comprender mejor los deberes del puesto, se utiliza como guía para el autodesarrollo del personal Morales y Morales (2009), se puede decir que el análisis de puestos, es el procedimiento de recolección, evaluación y organización sobre un puesto de trabajo determinado, de tal manera que permita tener al personal adecuado al puesto adecuado.

Los puestos que se desempeñan actualmente en el rastro privado, están diseñados con la finalidad de ejecutar actividades derivadas de objetivos del negocio; por tal motivo, se buscó que el recurso humano cuente con un conjunto de habilidades,

conocimientos, aptitudes, actitudes y experiencia, para que puedan desempeñarse en una de las áreas del negocio.

A continuación, se describen cada uno de los puestos correspondientes a la estructura organizacional:

Cuadro 11. Descripción del puesto.

Nombre del puesto	Jefe de área de porcinos y bovinos
Habilidades	Liderazgo, toma de decisiones, manejo de personal, analizar y trabajar bajo presión.
Conocimiento	Coordinación y organización de todos los matanceros tanto en el área porcina como bovina.
A quien supervisa	Matanceros de la área porcina y bovina

Nombre del puesto	Velador
Habilidades	Atender de manera amable y servicial a la ciudadanía, liderazgo, toma de decisiones, analizar y trabajar bajo presión.
Conocimiento	Coordinación y control sobre la introducción y salida de animales
A quien supervisa	Corrales de bovinos y porcinos durante entrada y salida.

Nombre del puesto	Matanceros de bovinos
Habilidades	Conocimiento del proceso de matanza, toma de decisiones, manejo de cuchillos, manejo de maquinaria y trabajar bajo presión.

Conocimiento	Control y manejo sobre el orden de matanza bovina.
A quien supervisa	Es supervisado por el jefe de área.

Nombre del puesto	Matanceros de porcinos
Habilidades	Conocimiento del proceso de matanza, toma de decisiones, manejo de cuchillos, manejo de maquinaria y trabajar bajo presión.
Conocimiento	Control y manejo sobre el orden de matanza porcina.
A quien supervisa	Es supervisado por el jefe de área.

Nombre del puesto	Chofer
Habilidades	Toma de decisiones, manejo adecuado de camioneta, camiones, etc., control sobre los cargadores y trabajar bajo presión.
Conocimiento	Control y manejo del automóvil asignado.
A quien supervisa	Cargadores.

Nombre del puesto	Cargadores
Habilidades	Conocimiento teórico-práctico sobre la carga y descarga de canales calientes.
Conocimiento	Distribución adecuada de productos cárnicos.
A quien supervisa	Es supervisado por el chofer.

Nombre del puesto	Limpieza y mantenimiento
Habilidades	Manejo de material de limpieza
Conocimiento	Conocer el área de trabajo y métodos de desinfección
A quien supervisa	Es supervisado por el jefe de área.

Fuente: Francisco (2019).

Cuadro 12. Estimación de sueldos y salarios del personal del rastro privado, octubre 2019.

Puestos	Pago/semana	Pago/mes	Personal por área	Pago total/área/mes
Velador	\$3,000	\$12,000	1	\$12,000
Jefe de área de porcinos y bovinos	\$4,000	\$16,000	1	\$16,000
Matanceros de bovinos	\$1,800	\$7,200	6	\$43,200
Matanceros de porcinos	\$,2500	\$10,000	8	\$80,000
Chofer	\$2,500	\$10,000	1	\$10,000
Cargadores	\$1,800	\$7,200	3	\$21,600
Limpieza y mantenimiento	\$1,200	\$4,800	1	\$4,800
Total				\$187,600

Fuente: Francisco, 2019.

Por tanto, con base en el Cuadro 12, el rastro realiza un pago total anual (en 2019), en forma de costo fijo de administración y venta, de \$2,251,200.0.

Se consideró que, dado que el rastro ya tiene operaciones comerciales, el personal está contratado por periodos anuales sin pago por nómina, sin alta en Seguridad Social. El contrato laboral se elabora por escrito, por lo que no existe deducción de

prestaciones de Ley correspondientes y pagos provenientes de retiro por alguna incapacidad física o mental que impida continuar con su labor.

### **8.2.2. Marco legal**

El objetivo del estudio de aspectos legales consiste en lograr que el rastro privado esté acorde a normas legales vigentes, así como identificar características generales del marco legal de dicho negocio pecuario.

Con base en Francisco (2019), el propietario del rastro privado ya está dado de alta en el SAT de Toluca con su propio nombre y como Persona Física con Actividad Empresarial (Régimen de Pequeños Contribuyentes), con evidencia de recibos electrónicos de pago (sin el sello correspondiente) en cantidades no significativas, justificado por el origen y tipo de actividad. En adición, la forma jurídica que se consideró apropiada al rastro privado, durante esta fase de desarrollo operativo, es: RASTRO REGIONAL DEL SUR “DOMINGUEZ” S. A de C. V. de R. L., según la Ley de Sociedades Mercantiles, por lo que se convierte en un contribuyente fiscal en términos de la Ley en cuestión.

### **8.2.3. Impacto ambiental**

Los problemas ambientales surgen, fundamentalmente, de la contaminación del aire, agua y tierra (Rodríguez *et al.*, 2008), tales fuentes individuales de contaminación se interrelacionan a través del ecosistema. Es por ello por lo que cada día es mayor la demanda de un ambiente limpio, saludable y sustentable.

Toda evaluación de impacto ambiental consiste en identificar impactos ambientales potenciales (probables), así como posibles soluciones y medidas de mitigación. Con relación al efecto de acciones del rastro privado ocurridas en el medio físico, biológico, social, económico y cultural, incluso aspectos de tipo político, normativo e institucional; se hace mención que, en el afán de evitar lo menos posible daños al

ambiente; la naturaleza misma del rastro, al momento de la elaboración de esta evaluación, no produce efectos negativos en cualesquiera de los aspectos mencionados. Se tiene contemplada una planta de tratamiento de residuos, misma que será instalada en un lugar apropiado al rastro, también se tiene planeado tratar adecuadamente los residuos de animales, con el apoyo de personal técnico capacitado para ello.

El proyecto del rastro privado no presenta condiciones *in si tu*, que ocasionen impactos negativos al ambiente, específicamente, en aire y agua o mantos freáticos. No habrá perturbaciones visibles como remociones de tierra que causen daños a terceros, ni al ecosistema, o que alteren la calidad del agua o del suelo. La fauna local o regional no se está viendo afectada por desechos del rastro; tampoco se ven afectadas las condiciones de vida de la población que rodea al rastro, ni demás población aledaña o más alejada al mismo. Se presenta la imagen de cotización por la empresa relacionada, a la construcción y puesta en marcha de una planta de aguas residuales del rastro privado. Se aclara que el propietario del rastro acordó una cotización real de \$500,000.0 (a precios de 2019), poco diferente a la que se presenta por la empresa (Francisco, 2019).

## IX. ANÁLISIS FINANCIERO

### 9.1 Consideraciones generales

El estudio financiero se realiza con base en información del análisis de viabilidad comercial y viabilidad técnica. Con relación al estudio de mercado se concluye que tanto las canales de bovino y cerdo mantienen su demanda regional actual y potencial, por ser bienes de la canasta básica de cualquier consumidor; el precio de venta se aceptó por parte de consumidores reales y potenciales y se ajustó al de mercado. El precio de venta de los subproductos (carne) constantemente presenta cambios al alza en función al comportamiento de la demanda.

El precio de venta consideró información recabada de carnicerías de la zona que exponen el producto en venta al consumidor final. El peso promedio de venta de canales de bovinos carne se estableció con base en el que registra, oficialmente, la SADER, con información del DDR 076 con sede en Tejupilco e información proveniente del sacrificio de animales de canales calientes del rastro privado de Tejupilco, esa información se consideró como oficial; sin embargo, el precio que rige es el de compra de forma directa al que se vende la canal despiezada al consumidor final.

El estudio técnico, referente a la operación del rastro, es viable en términos de localización, tamaño, infraestructura, ingeniería, marco legal, organización e impacto ambiental. Se tomó en cuenta información de este estudio para construir las estimaciones del análisis financiero y su respectiva evaluación y estimación de indicadores de rentabilidad del rastro privado.

El estudio financiero, utilizó información contable relacionada a inversión en activos tangibles e intangibles, capital de trabajo, depreciaciones de tangibles, sin incluir la del terreno, porque es un costo hundido (Rodríguez *et al.*, 2008) y amortizaciones de intangibles. Se incluye el análisis del Punto de Equilibrio o Umbral de

Rentabilidad, que en sí mismo, no constituye una decisión sobre la inversión (Rebollar y Jaramillo, 2012; Baca, 2016), ni es un método de evaluación de proyectos.

El horizonte del proyecto (o vida útil) fue a 10 años, en función a la vida útil de la inversión productiva esperada más importante (Rodríguez *et al.*, 2008), que es la planeación, diseño y estimación de costos de inversión y de operación del mismo rastro; al final del cual, se supone que los activos tangibles alcanzarán su valor residual, sin incluir el valor del terreno. El año cero fue el periodo de inversión y del capital de trabajo. Sin embargo, será decisión del propietario y de la Sociedad del proyecto de continuar y generar mejoras en la actividad, asumiendo decisiones futuras y nuevas necesidades de inversión para el rastro privado, por ejemplo, que en un futuro mediado adecuar la operación de este a un TIF.

## **9.2. Inversión inicial**

En la estimación de inversión total inicial, necesaria en la continuidad de la operación del rastro privado, el cálculo de la rentabilidad se evaluó bajo el método de *producción constante y sin inflación* (Rodríguez *et al.*, 2008; Baca, 2010; Baca, 2016). El monto total determinado fue 15.2 millones de pesos (Cuadro 13), distribuido como sigue: 98% inversión fija o activos tangibles o inmovilizados, 0% en inversión diferida y 2% como capital de trabajo.

No se incluyó el valor del terreno por ser costo hundido o histórico; esto es, el terreno ya se había comprado con antelación, se construyó la obra física del rastro, pero éste no operó por varios años, por lo que, durante ese tiempo, la inversión destinada en terreno y obra física no produjo beneficio o rentabilidad alguna al propietario (s) de esa inversión, dado que no hubo actividad comercial del rastro. Sin embargo, en estudios similares o cuando se formula el proyecto por primera vez, el terreno deberá depreciarse al 10% anual debido a que sólo se utilizará para la obra física, no tendrá otros usos.

El capital de trabajo se determinó con base a un mes de costos totales de operación del rastro privado del primer año de inicio de la primera producción comercial o el primer sacrificio de bovinos y porcinos.

Para los rubros de maquinaria principal y el de equipo auxiliar y complementario, se realizó una inversión de 14.7 millones de pesos y 13.8 miles de pesos, necesarios para que el rastro realizara actividades operativas y no presentara problemas de funcionamiento u operatividad (Francisco, 2019).

Cuadro 13. Presupuesto de inversión total inicial (pesos)

<b>Concepto</b>	<b>Monto (\$)</b>	<b>%</b>
<b>A. Activos fijos</b>	<b>15,029,473.0</b>	<b>98%</b>
Maquinaria Principal	14,708,288.0	96%
Equipo de sacrificio bovino	6,004,970.0	39%
Equipo de sacrificio porcino	8,703,318.0	57%
Equipo Auxiliar y complementario	13,825.0	0%
Herramientas diversas		0%
Bovinos	5,295.0	0%
Porcinos	8,530.0	0%
Equipo de transporte y carga	285,000.0	2%
Vehículo	170,000.0	1%
Caja p/vehículo	115,000.0	1%
Equipo de cómputo	16,500.0	0%
Computadora/escriptorio	12,000.0	0%
Impresora	4,500.0	0%
Equipo de oficina	5,860.0	0%
Silla ejecutiva	1,500.0	0%
Silla plegable acojinada	360.0	0%
Escritorio	2,500.0	0%
Gabinete samba	1,500.0	0%
<b>B. Activos diferidos</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>

<b>C. Capital de trabajo</b>	<b>238,066.7</b>	<b>2%</b>
<b>Total</b>	<b>15,267,539.7</b>	<b>100%</b>

---

Elaboración propia, con información de Francisco (2019).

En este sentido, el monto tanto de equipo e infraestructura se aportó con apoyo gubernamental.

### 9.3. Depreciación y valores residuales

En la estimación de la pérdida o disminución de valor de tangibles o capital inmovilizado, por el uso y paso del tiempo (depreciación), se utilizó el método de *línea recta*. En consecuencia, la estimación de valores residuales de tangibles e intangibles (Rebollar y Jaramillo, 2012; Baca, 2016), requirió del conocimiento del valor de la depreciación acumulada al horizonte del proyecto y valor inicial de intangibles (Cuadro 14).

Así, el valor residual total estimado al final del horizonte o vida útil del proyecto del rastro privado, proyectado a 10 años fue 2.8 millones de pesos. Se tomó la decisión de no realizar reinversiones en activos tangibles, que se deprecian antes del horizonte del proyecto, debido a que se han estado utilizando y se utilizarán hasta que tengan un valor de desecho de cero, en su caso, valor de salvamento, de cero pesos; esto es, que se agoten completamente.

Con relación a la calendarización o cronograma de inversiones, se indica que éstas se realizaron en 100% previo a la primera producción comercial del rastro privado.

Toda la inversión inicial ocurrió en el año cero de la inversión en el rastro. El año cero, es relativo, pues puede ocurrir un periodo que dure varios años hasta que las instalaciones globales estén listas y adecuadas para el arranque del negocio; esto es, todas las condiciones de infraestructura necesaria deben estar listas previas al inicio de la primera producción comercial. Por lo que la decisión del propietario de

este rastro fue que de forma efectiva y eficiente se realizara el desembolso, la administración del tiempo destinado a disponer de condiciones para los primeros sacrificios, tanto de bovinos como de porcinos.

#### 9.4. Estructura del plan de costos

Los egresos totales (costos y gastos) de operación del rastro privado, calculados (Cuadro 14), con el método mencionado, ascienden a 4.7 millones de pesos (MDP) para el primer periodo de operación y se incrementan conforme aumenta el porcentaje de operación planeado, hasta llegar al 80% del total de la capacidad de operación, puesto que tal proyección se realizó con base en el comportamiento futuro de la demanda; 61.1% de los egresos totales, corresponden a costos variables y la diferencia a costos fijos. De los costos variables, el rubro de mayor desembolso es por mano de obra y gastos de venta variables.

Cuadro 14. Estructura del plan de costos (pesos)

Concepto	1 20%	2 25%	3 30%	4 35%	5 40%
<b>Costos variables</b>	<b>2,856,800</b>	<b>3,571,000</b>	<b>4,285,200</b>	<b>4,999,400</b>	<b>5,713,600</b>
Mano de obra	2,371,200	2,964,000	3,556,800	4,149,600	4,742,400
Costos indirectos	24,000	30,000	36,000	42,000	48,000
Gastos de venta variables	461,600	577,000	692,400	807,800	923,200
<b>Costos fijos</b>	<b>1,814,130</b>	<b>1,962,930</b>	<b>2,111,730</b>	<b>2,260,530</b>	<b>2,409,330</b>
Gastos de venta fijos	588,000	735,000	882,000	1,029,000	1,176,000
Costos fijos de producción	0	0	0	0	0
Gastos de administración	7,200	9,000	10,800	12,600	14,400
Depreciación total y amortización	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930
<b>Costos totales</b>	<b>4,670,930</b>	<b>5,533,930</b>	<b>6,396,930</b>	<b>7,259,930</b>	<b>8,122,930</b>

Cuadro 15. Estructura del plan de costos (pesos) Continuación...Cuadro 14

6	7	8	9	10
45%	55%	65%	70%	80%
<b>6,427,800</b>	<b>7,856,200</b>	<b>9,284,600</b>	<b>9,998,800</b>	<b>11,427,200</b>
5,335,200	6,520,800	7,706,400	8,299,200	9,484,800
54,000	66,000	78,000	84,000	96,000
1,038,600	1,269,400	1,500,200	1,615,600	1,846,400
<b>2,558,130</b>	<b>2,855,730</b>	<b>3,153,330</b>	<b>3,302,130</b>	<b>3,599,730</b>
1,323,000	1,617,000	1,911,000	2,058,000	2,352,000
0	0	0	0	0
16,200	19,800	23,400	25,200	28,800
1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930
<b>8,985,930</b>	<b>10,711,930</b>	<b>12,437,930</b>	<b>13,300,930</b>	<b>15,026,930</b>

Elaboración propia, con base en el Manual de Formulación y Evaluación de Proyectos Productivos Nivel II, FIRA, 2012.

### 9.5. Capital de trabajo

El monto de Capital de Trabajo, como aquel recurso necesario para que suceda la primera producción comercial, se determinó bajo el método del 100% de costos de operación (FIRA, 2012) por año, dividido entre 12 meses y, sólo para un mes de operación del rastro, debido a que al final de ese periodo, se proyectaron ingresos por venta del servicio de sacrificio en el rastro, que cubrirán costos de operación para periodos siguientes o posteriores pero operativos. Dicha cantidad se aportó por la Sociedad que conforma el rastro privado. Hasta el momento no ha sido viable retomar el plan de endeudamiento con terceros, por la razón de esperar a que pase la situación nacional que vive el país por la pandemia de COVID 19.

### 9.6. Modelo base para la estimación de ingresos

El Plan de Ventas (Cuadro 15), consideró varias actividades, por ejemplo, el cobro del servicio de sacrificio de bovinos y porcinos, venta de cabeza de bovinos y porcinos, pero solamente al 50% del total de animales sacrificados, puesto que no todas las cabezas se venden o se venderán (Comunicación personal con el

propietario del rastro privado, 2021). Si bien, se colocó el precio de otros subproductos, pero no las cantidades vendidas fue porque el rastro no contempla tales ventas, ellas se realizan desde las carnicerías al consumidor final. Al respecto, no se consideró otro tipo de ingresos que fortalecerían la rentabilidad del rastro, como la venta de manteca de cerdo, debido a que se produce por las mismas carnicerías y no por el rastro.

Cuadro 16. Modelo base para la estimación de ingresos, costos e indicadores de rentabilidad del rastro privado, Lodo Prieto, Tejupilco, Estado de México, octubre de 2021

Concepto	Magnitud	Unidad de medida
Volumen de sacrificio bovinos	3,957.0	Canales/año
Volumen de sacrificio porcinos	16,254.0	Canales/año
Venta de cabeza, bovino (50%)	1,979.0	Cabezas/año
Venta de menudo de bovino	0.0	Menudo/año
Venta de pieles de bovino	0.0	Pieles/año
Vísceras de bovino	0.0	Vísceras/año
Tripa de bovino	0.0	Tripa de bovinos/año
Cabeza de porcino (50%)	8,127.0	Cabezas/año
Pancita de cerdo	0.0	Pancitas/año
Tripa delgada para chorizo	0.0	Tripa de cerdo/año
Patita de cerdo	0.0	Patitas/año
Cuero con grasa	0.0	Cueros/año
Manteca		Kilogramos por año
Precio sacrificio, bovino	210.0	\$/bovino sacrificado
Precio sacrificio, cerdo	130.0	\$/cerdo sacrificado
Venta de cabeza, bovino	700.0	\$/cabeza
Venta de menudo de bovino	60.0	\$/kg
Venta de pieles de bovino	2.0	\$/kg de piel
Vísceras de bovino	25.0	\$/kg
Tripa de bovino	40.0	\$/kg

Cabeza de porcino	140.0	\$/cabeza
Pancita de cerdo	15.0	\$/pieza
		\$/tripa
Tripa delgada para chorizo	30.0	trabajada/cabeza
Patita de cerdo	55.0	\$/animal
Cuero con grasa	40.0	\$/kg
<b>Ventas anuales (pesos)</b>	<b>5,467,070.0</b>	<b>Pesos/año</b>
Ingreso/sacrificio, bovino	830,970.0	Pesos
Ingreso/sacrificio, cerdo	2,113,020.0	Pesos
Venta de cabeza, bovino	1,385,300.0	Pesos
Venta de menudo de bovino	0.0	Pesos
Venta de pieles de bovino	0.0	Pesos
Vísceras de bovino	0.0	Pesos
Tripa de bovino	0.0	Pesos
Cabeza de porcino	1,137,780.0	Pesos
Pancita de cerdo	0.0	Pesos
Tripa delgada para chorizo	0.0	Pesos
Patita de cerdo	0.0	Pesos
Cuero con grasa	0.0	Pesos
Manteca		
Mano de Obra	2,371,200.0	Pesos/año
Costos indirectos	24,000.0	Pesos/año
Gastos variables de venta	461,600.0	Pesos/año
Gastos fijos de venta	588,000.0	Pesos/año
Gastos de administración	7,200.0	Pesos/año
Costos fijos de producción	0.0	Pesos/año
Depreciación total y amortizaciones	1,218,930.0	Pesos
IVA (16%), por facturar		
Tasa ISR	0%	Porcentaje
Tasa PTU	0%	Porcentaje

Inversión en capital de trabajo	1.0	Meses
Capital de trabajo	238,067	Pesos
TREMA	12%	Porcentaje

Elaboración propia, con información del rastro privado, octubre de 2019.

Los ingresos anuales presentan un incremento con base al porcentaje de operación periodo tras periodo (Rebollar et al., 2020) con base en el *método de producción creciente, sin inflación* (Rodríguez et al., 2008; Peña et al., 2015; Baca, 2016). Tales ingresos provienen, básicamente de la venta del servicio de sacrificio y de las cabezas de bovino y porcino

Cuadro 17. Plan de ventas (pesos)

Concepto	1	2	3	4	5	6
	20%	25%	30%	35%	40%	45%
Ventas anuales	5,467,070	6,833,838	8,200,605	9,567,373	10,934,140	12,300,908

Continuación... Cuadro 16

7	8	9	10
55%	65%	70%	80%
15,034,443	17,767,978	19,134,745	21,868,280

Elaboración propia, con base en información proporcionada por el rastro privado de Tejupilco, octubre de 2019.

## 9.7 Punto de equilibrio (PE)

*El umbral de rentabilidad, Punto de Equilibrio (PE)* o capacidad de producción mínima económica (CPME), se entiende como el nivel donde los costos totales de producción (fijos más variables de operación), se igualan al ingreso total de operación por ventas. Se estimó con base en rubros de mayor importancia en los ingresos anuales, del cual se generan los demás ingresos y, fue el sacrificio de bovinos y cerdos en el rastro, venta de cabeza de bovino y de porcino.

Con base en la venta del servicio de sacrificio en rastro de bovinos y porcinos, así como la venta de cabezas de bovinos y porcinos, el PE en unidades monetarias (en pesos) y en unidades producidas y/o vendidas, indicó que deben producirse y/o venderse 54,170 (sacrificio y venta de cabezas de bovinos y porcinos) (PE en unidades producidas), equivalente a 9.7 millones de pesos (PE en valor de las ventas), después de esos niveles de producción/venta, habrá ganancias, de lo contrario, habrá pérdidas dentro de la operación del rastro privado.

### **9.8. El flujo del proyecto**

Con base en el FIRA (2012), el *Flujo del Proyecto* (FP) (Cuadro 17) es un presupuesto proforma que resume toda la información del estudio financiero del mismo y finaliza con información del *Flujo Neto de Proyecto*, sin actualizar o descontar la información monetaria a la tasa de descuento previamente estimada.

El FP incluye depreciaciones de activos tangibles (excepto el terreno) y amortizaciones de activos intangibles (activos diferidos), debido a que éstas (las depreciaciones) deben deducirse de impuestos, no reducen rentabilidad de este.

En adición, por tratarse de un negocio pecuario con transformación de productos primarios, la Ley no lo exime del pago de ISR, PTU, facturaciones y demás posibles impuestos, incluidas las respectivas declaraciones anuales ante el SAT. Sin embargo, en la actual operación del rastro privado, no se consideró la deducción de esos impuestos, ni presupuesto de nómina de los trabajadores porque ese fue el acuerdo entre el o los propietarios del rastro y los trabajadores, mismo que sigue vigente; pero tales deducciones deben de hacerse por Ley, debido a que el rastro, en el corto plazo tendrá que facturar y declarar ante el SAT los ingresos anuales percibidos. EL FP permite presentar toda la información financiera desglosada y calculada, más el total, que es, precisamente, el FP.

Cuadro 18. Flujo del Proyecto o del rastro privado de Tejupilco, Estado de México, octubre de 2021, cifras en pesos

Concepto	0	1	2	3
		20%	25%	30%
(=) Inversión	15,267,540	0	0	0
(-) Inversión fija	15,029,473			
(-) Capital de trabajo	238,067			
(=) Valor de rescate (residuales)	0	0	0	0
(+) Inversión física				
(+) Capital de trabajo				
<b>(=) Ingresos</b>	<b>0</b>	<b>5,467,070</b>	<b>6,833,838</b>	<b>8,200,605</b>
(+) Ventas	5,467,070	6,833,838	8,200,605	
(+) Otros		0	0	0
<b>(=) Egresos (costos)</b>	<b>0</b>	<b>3,452,000</b>	<b>4,315,000</b>	<b>5,178,000</b>
(-) Costos variables	2,856,800	3,571,000	4,285,200	
(-) Costos fijos	595,200	744,000	892,800	
(-) Depreciación	1,218,930	1,218,930	1,218,930	
<b>(=) Flujo antes de impuestos</b>	<b>-15,267,540</b>	<b>796,140</b>	<b>1,299,907</b>	<b>1,803,675</b>
(-) Impuestos	0	127,382	207,985	288,588
IVA (16%)		127,382	207,985	288,588
ISR (0%)		0	0	0
PTU (0%)		0	0	0
<b>(=) Flujo después de impuestos</b>	<b>-15,267,540</b>	<b>668,758</b>	<b>1,091,922</b>	<b>1,515,087</b>
(+) Depreciación		1,218,930	1,218,930	1,218,930
<b>(=) Flujo neto del proyecto</b>	<b>-15,267,540</b>	<b>1,887,688</b>	<b>2,310,852</b>	<b>2,734,017</b>

Continuación... Cuadro 17

4	5	6	7	8	9	10
35%	40%	45%	55%	65%	70%	80%
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3,078,239
						2,840,173
						238,067
<b>9,567,373</b>	<b>10,934,140</b>	<b>12,300,908</b>	<b>15,034,443</b>	<b>17,767,978</b>	<b>19,134,745</b>	<b>21,868,280</b>
9,567,373	10,934,140	12,300,908	15,034,443	17,767,978	19,134,745	21,868,280
0	0	0	0	0	0	0
<b>6,041,000</b>	<b>6,904,000</b>	<b>7,767,000</b>	<b>9,493,000</b>	<b>11,219,000</b>	<b>12,082,000</b>	<b>13,808,000</b>
4,999,400	5,713,600	6,427,800	7,856,200	9,284,600	9,998,800	11,427,200
1,041,600	1,190,400	1,339,200	1,636,800	1,934,400	2,083,200	2,380,800
1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930
<b>2,307,442</b>	<b>2,811,210</b>	<b>3,314,977</b>	<b>4,322,512</b>	<b>5,330,047</b>	<b>5,833,815</b>	<b>9,919,589</b>
369,191	449,794	530,396	691,602	852,808	933,410	1,587,134
369,191	449,794	530,396	691,602	852,808	933,410	1,587,134
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
<b>1,938,252</b>	<b>2,361,416</b>	<b>2,784,581</b>	<b>3,630,910</b>	<b>4,477,240</b>	<b>4,900,405</b>	<b>8,332,455</b>
1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930	1,218,930
<b>3,157,182</b>	<b>3,580,346</b>	<b>4,003,511</b>	<b>4,849,841</b>	<b>5,696,170</b>	<b>6,119,335</b>	<b>9,551,385</b>

Elaboración propia, con información del rastro privado, octubre de 2019.

## **X. EVALUACIÓN DEL RASTRO**

### **10.1 Indicadores de rentabilidad**

El valor de los indicadores de rentabilidad se obtuvo con la tasa de actualización (tasa de descuento, tasa de rentabilidad mínima aceptable, tasa de costo de oportunidad del capital) (TA), cuya magnitud fue 12% (Rebollar et al., 2020). Según el FIRA cuando ninguno de los procedimientos matemáticos y financieros para estimar la TA funciona o se carece de información suficiente para su determinación, es aconsejable utilizar como tasa de actualización de referencia para realizar la evaluación de cualquier proyecto, un 12%; adicionalmente, se utilizó 12% como TA porque en México, el valor de todo el dinero es 12% (Rebollar *et al.*, 2020). A nivel mundial, el valor del dinero es 10%, es por ello que todo el Excel de todas las computadoras del mundo, ya traen, por su diseño, en sus comandos financieros, el 10%, necesario para calcular, por ejemplo, el valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR) con el Excel.

### **10.2. Valor de los indicadores de rentabilidad del rastro privado**

Por tanto, bajo las condiciones planteadas en este trabajo de análisis financiero post inversión del rastro privado y, bajo condiciones de certidumbre, se observa que los indicadores de rentabilidad (Cuadro 18) del mismo, superaron sus valores críticos de rechazo, lo que da evidencia de que las actividades operativas del rastro privado son rentables, el rastro presenta viabilidad financiera y económica y puede continuar con sus actividades comerciales.

Cuadro 19. Indicadores de rentabilidad privada del Rastro privado de Tejupilco

Indicador	Valor
TREMA (%)	12.0
VAN (\$)	6 048 839
TIR (%)	18.8
TIRM (%)	16.0
RB/C	1.09
RSI (\$)	1.4
ID (\$)	0.4
PR (años)	8.4

Estimaciones propias, con base en el FP del rastro privado, octubre de 2021.

TREMA: Tasa de rentabilidad mínima aceptable, VAN: Valor actual neto, TIR: Tasa interna de retorno, TIRM: Tasa interna de retorno modificada, RB/C: Relación beneficio/costo, RSI: Índice de rentabilidad, ID: Índice de deseabilidad, PR: Periodo de recuperación.

Todos los indicadores de rentabilidad satisficieron sus valores críticos, por lo que, en general, la actividad operativa del rastro privado es rentable y superior a lo que generaría cualquier otra opción de inversión (costo de oportunidad de la inversión) alterna.

En este sentido, debido a que existe diferencia positiva entre la TREMA (Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptable), a la que se evaluó el proyecto y la TRF o TIR obtenida, esto es, la TREMA fue 12% y la TRF 18%, por lo que la rentabilidad real es 6%. Lo anterior significa un argumento de peso para afirmar que el rastro privado no presenta riesgo significativo de caer en pérdidas, debido a situaciones de incertidumbre entre las dos variables independientes más importantes de la evaluación (precio de venta y volumen de producción (Baca, 2016), que podrían darse de acuerdo con la situación económica que prevalece en México y por factores externos a la economía nacional.

Así, durante toda la vida útil del rastro privado (horizonte bajo el cual se evaluó su fase operativa), por cada peso total invertido (RB/C) en el rastro privado, se recupera ese peso y se generan nueve centavos de ganancia. En adición, durante la vida útil, bajo la cual se evaluó la operación de este rastro privado y con una TREMA de 12%, por cada peso invertido de forma inicial (RSI o índice de rentabilidad), se paga ese peso y el rastro privado podría generar una ganancia de 40 centavos.

El ID (Índice de Deseabilidad) (Rebollar *et al.*, 2012), permite deducir que durante su vida útil y con una TREMA de 12%, una vez pagada la inversión total, el proyecto generará como ganancia por peso invertido la cantidad de 40 centavos. Bajo este indicador, la operación actual del rastro privado es rentable. En términos de tiempo, la inversión total inicial del rastro privado se podrá pagar en 8.4 años, a partir de la estimación de su rentabilidad y todo el análisis financiero; por lo que se sugiere su continuidad. Por los resultados de los indicadores de rentabilidad del rastro privado de Tejupilco, bajo certidumbre, se confirma que debe continuar la actividad operativa del mismo, producto de la post inversión.

## XI. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

### 11.1 Sensibilidad de indicadores a la tasa de actualización (TA)

De acuerdo con los valores obtenidos en el análisis de sensibilidad en base a los indicadores de rentabilidad a diferentes tasas de descuento (Cuadro 19), se observa que si la TREMA aumenta su valor, el VAN disminuye, por lo que se obtiene como resultado que el proyecto no soporta una tasa de actualización superior al 20 por ciento, es decir, el proyecto deja de ser rentable.

Cuadro 20. Indicadores de rentabilidad a distintas tasas de actualización

TREMA	VAN	TIR	TIRM	RB/C	RSI	ID	PR
	<b>6,048,839</b>	<b>18.80%</b>	<b>15.80%</b>	<b>1.09</b>	<b>1.40</b>	<b>0.40</b>	<b>8.37</b>
6%	14,618,762	18.80%	13.36%	1.18	1.96	0.96	7.56
8%	11,304,720	18.80%	14.15%	1.15	1.74	0.74	7.82
10%	8,475,539	18.80%	14.97%	1.12	1.56	0.56	8.10
<b>12%</b>	<b>6,048,839</b>	<b>18.80%</b>	<b>15.80%</b>	<b>1.09</b>	<b>1.40</b>	<b>0.40</b>	<b>8.37</b>
14%	3,957,799	18.80%	16.66%	1.07	1.26	0.26	8.66
16%	2,147,962	18.80%	17.54%	1.04	1.14	0.14	8.94
18%	574,746	18.80%	18.44%	1.01	1.04	0.04	9.24
20%	-798,514	18.80%	19.36%	0.98	0.95	-0.05	9.53
22%	-2,002,099	18.80%	20.30%	0.96	0.87	-0.13	9.84
24%	-3,061,123	18.80%	21.26%	0.93	0.80	-0.20	10.15

Fuente: elaboración propia con base en el resultado de los indicadores de rentabilidad bajo certidumbre.

## 11.2 Sensibilidad de los indicadores al precio de venta

Los indicadores de rentabilidad en cuanto al precio de sacrificio por cabeza (Cuadro 20), de bovino, resultan satisfactorios, se observa que, en cuanto mayor sea el costo de matanza el VAN incrementa, por lo tanto, los demás indicadores resultan ser favorables en cuanto a la rentabilidad del proyecto. Actualmente el precio del sacrificio por animal es de cuatrocientos pesos, esto indica una mayor rentabilidad en los valores obtenidos de los indicadores.

Cuadro 21. Indicadores de rentabilidad al precio de sacrificio de bovinos (\$/cabeza)

Ps	VAN	TIR	RB/C	TIRM	RSI	ID	PR
	6,048,839	18.8%	1.094	16%	1.396	0.396	8.373
180	4,907,031	17.6%	1.08	15.2%	1.321	0.321	8.844
190	5,287,633	18.0%	1.08	15.4%	1.346	0.346	8.681
200	5,668,236	18.4%	1.09	15.6%	1.371	0.371	8.524
210	6,048,839	18.8%	1.09	15.8%	1.396	0.396	8.373
220	6,429,442	19.2%	1.10	16.0%	1.421	0.421	8.227
230	6,810,045	19.6%	1.11	16.2%	1.446	0.446	8.086
240	7,190,648	20.0%	1.11	16.4%	1.471	0.471	7.950
250	7,571,251	20.4%	1.12	16.6%	1.496	0.496	7.818
260	7,951,853	20.7%	1.12	16.8%	1.521	0.521	7.691
270	8,332,456	21.1%	1.13	17.0%	1.546	0.546	7.568
280	8,713,059	21.5%	1.13	17.2%	1.571	0.571	7.448
290	9,093,662	21.9%	1.14	17.4%	1.596	0.596	7.333
300	9,474,265	22.2%	1.15	17.5%	1.621	0.621	7.221
310	9,854,868	22.6%	1.15	17.7%	1.645	0.645	7.113
320	10,235,470	23.0%	1.16	17.9%	1.670	0.670	7.007
330	10,616,073	23.3%	1.16	18.1%	1.695	0.695	6.905
340	10,996,676	23.7%	1.17	18.2%	1.720	0.720	6.806

Fuente: elaboración propia con base en el resultado de los indicadores de rentabilidad bajo certidumbre.

### 11.3 Sensibilidad de indicadores al volumen de producción

El análisis de sensibilidad de los indicadores de rentabilidad de acuerdo con el volumen de producción (Cuadro 21) resulta optimista, ya que entre mayor sacrificio/ventas haya, mayor es la rentabilidad del proyecto, se observa que la producción ideal es de 3,954; ya que, los indicadores de rentabilidad calculados a la tasa de descuento del proyecto coinciden en esta producción.

Cuadro 22. Sensibilidad de Indicadores de rentabilidad al volumen de producción (sacrificio/ventas) de bovinos

<b>Vol. Prod</b>	<b>VAN</b>	<b>TIR</b>	<b>RB/C</b>	<b>TIRM</b>	<b>RSI</b>	<b>ID</b>	<b>PR</b>
	<b>6,048,839</b>	<b>18.80%</b>	<b>1.09</b>	<b>16%</b>	<b>1.396</b>	<b>0.396</b>	<b>8.373</b>
2,800	3,711,840	16.31%	1.06	14%	1.243	0.243	9.399
2,850	3,812,834	16.42%	1.06	15%	1.250	0.250	9.349
2,900	3,913,827	16.53%	1.06	15%	1.256	0.256	9.300
2,950	4,014,821	16.64%	1.06	15%	1.263	0.263	9.252
3,000	4,115,815	16.75%	1.06	15%	1.270	0.270	9.204
3,050	4,216,809	16.86%	1.07	15%	1.276	0.276	9.156
3,100	4,317,803	16.97%	1.07	15%	1.283	0.283	9.109
3,150	4,418,797	17.08%	1.07	15%	1.289	0.289	9.063
3,200	4,519,791	17.19%	1.07	15%	1.296	0.296	9.017
3,250	4,620,785	17.30%	1.07	15%	1.303	0.303	8.971
3,300	4,721,779	17.41%	1.07	15%	1.309	0.309	8.926
3,904	5,941,786	18.69%	1.09	16%	1.389	0.389	8.415
<b>3,954</b>	<b>6,042,780</b>	<b>18.80%</b>	<b>1.09</b>	<b>16%</b>	<b>1.396</b>	<b>0.396</b>	<b>8.375</b>
4,004	6,143,773	18.90%	1.10	16%	1.402	0.402	8.336
4,054	6,244,767	19.01%	1.10	16%	1.409	0.409	8.297
4,104	6,345,761	19.11%	1.10	16%	1.416	0.416	8.258
4,154	6,446,755	19.21%	1.10	16%	1.422	0.422	8.220
4,204	6,547,749	19.32%	1.10	16%	1.429	0.429	8.182
4,254	6,648,743	19.42%	1.10	16%	1.435	0.435	8.145

4,304	6,749,737	19.52%	1.10	16%	1.442	0.442	8.108
4,354	6,850,731	19.63%	1.11	16%	1.449	0.449	8.071

---

Fuente: elaboración propia con base en el resultado de los indicadores de rentabilidad bajo certidumbre.

## XII. ANÁLISIS DE RIESGO

En evaluación de proyectos, el análisis de riesgo se realiza con el propósito de observar la probabilidad de ocurrencia del valor de los tres principales indicadores de rentabilidad: el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio/costo. Se utilizó el paquete ANPRO (Análisis de Proyectos), dentro del cual se encuentra el software RIESGO, mismo que utiliza 1000 corridas aleatorias para determinar el % de probabilidad de que el valor de esos tres indicadores de rentabilidad, efectivamente, se logre dada toda la información financiera que se utilizó en su estimación. Para lo anterior, se solicita información sobre inversión inicial, capital de trabajo, valor residual total, costos e ingresos totales del horizonte del proyecto y, naturalmente, la tasa de actualización.

El software solicita, además, realizar ciertos porcentajes de incrementos porcentuales en las variables independientes que explican el valor de los indicadores de rentabilidad, con el fin de apoyar a las corridas aleatorias para asignar la probabilidad de ocurrencia. Así, los resultados que arroja son gráficos de Gant o de la curva (campana) de Gauss en los que se observa la probabilidad de obtención de los tres indicadores. Ahora ¿Por qué tres indicadores solamente?, porque desde que se diseñó ese software, sólo le integraron esos tres indicadores.

Así, la información necesaria (Cuadro 22) para el análisis de riesgo fue:

Horizonte del proyecto (años): 10

Inversión inicial (\$): 15,029,473

Capital de trabajo (\$): 238,067

Valor residual total (\$): 3,078,239

Tasa de actualización (%): 12

Cuadro 23. Costos e ingresos totales para el análisis de riesgo

Año	%, operación	CT (\$)	IT (\$)
0		15,267,540	-
1	20%	4,798,312	6,686,000
2	25%	5,741,915	8,052,768
3	30%	6,685,518	9,419,535
4	35%	7,629,121	10,786,303
5	40%	8,572,724	12,153,070
6	45%	9,516,326	13,519,838
7	55%	11,403,532	16,253,373
8	65%	13,290,738	18,986,908
9	70%	14,234,340	20,353,675
10	80%	16,614,064	23,087,210

Fuente: elaboración propia con base en información del flujo del proyecto (rastros) sin actualizar.

Los resultados del análisis de riesgo para los indicadores VAN, TIR y de la RB/C, se presentan en la Figura 18. Así, de 1000 corridas aleatorias que se le indicaron al paquete RIESGO, hubo una probabilidad del 20.8% de que la TIR, cuyo resultado fue 18.9%, esté dentro del rango del 10 al 20%, pero existe una probabilidad de 0% de que este indicador alcance valores superiores a 75%. Por su parte, con base en la información estimada para el rastro, el VAN fue 6.1 millones de pesos, la probabilidad de obtener tal valor durante el horizonte del rastro y al considerar las condiciones que se plantearon en este trabajo, es del 17.6%. Tal probabilidad es baja si se toma en cuenta el porcentaje de esta en la escala del 1 al 100%; sin embargo, tal porcentaje de ocurrencia se debe a la estimación de costos e ingresos de operación del mismo rastro, en otras palabras; así está información financiera del rastro. En adición, en las condiciones planteadas, existe una probabilidad del 17.5% de que la RB/C del rastro (1.10) se encuentre en el rango de 1.1 a 1.2 y de 15.6% de que se halle entre los valores de 1.0 y 1.1. dicha probabilidad sigue siendo baja, sin embargo, es aceptable, dadas la operatividad actual del rastro privado.

Finalmente, para la obtención de las probabilidades de obtención del valor de los tres indicadores de rentabilidad del rastro, se decidió utilizar la distribución 2 (de los gráficos de probabilidad encontrados como resultados, debido a que es la que más se asemeja a la forma de la distribución normal (campana de Gauss)).

### **XIII. CONCLUSIONES**

Con base en el análisis de sensibilidad y de riesgo, el proyecto de operación del rastro se sigue aceptando, esto de acuerdo con los indicadores de rentabilidad que fueron evaluados.

Para el caso del análisis de sensibilidad, a diferentes tasas de actualización, el proyecto no soporta una TREMA del 20%. Por otro lado, se sensibilizó el precio de sacrificio por cabeza, en el cual se observó que a un mayor costo de venta aumenta el VAN, por lo que resulta favorable, y la sensibilización del volumen de producción, indicó que mayor sea la producción aumenta la rentabilidad del proyecto.

Aunque los porcentajes de las probabilidades de que se logre el valor de los indicadores son bajas, el proyecto operativo se acepta.

Con base en el valor de los indicadores de rentabilidad, el rastro mantiene rentabilidad en las condiciones en las que se encuentra operando.

Los resultados del riesgo de los indicadores son alentadores, por lo que se sugiere continuar en su situación normal de operación.

## **XIV. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda que el rastro privado siga con sus actividades de operación como lo ha llevado haciendo hasta la actualidad, atendiendo a las necesidades del entorno.

Con base en la demanda regional de carne de bovino y cerdo, se sugiere que el rastro impulse medidas de mejoramiento de las instalaciones, con el propósito de que, en algún momento, opere bajo condiciones TIF y reevaluar nuevamente la operación de este.

## XV. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Albarrán, P. B., Avilés, N. F., García, M. A., Rebollar, R. S., Ortiz, R. A., Salas, R. I. G. 2014. La producción de bovinos de doble propósito en el trópico seco del centro de México y su contribución en el desarrollo rural sustentable. 101-118. En: Contribución de la producción animal en pequeña escala en el desarrollo rural. Carlos M. Arriaga Jordán y Juan Pablo Anaya Ortega (Copiladores). 1ra ed. Reverté. México, D. F. 257 p.
- Araujo, A. D. 2017. Proyectos de inversión. Análisis, formulación y evaluación práctica. 1ra reimp. Trillas. CDMX. México. 203 p.
- Baca, U. G. 2006. Evaluación de proyectos. 5ta ed. McGraw Hill. México, D. F.
- Baca, U. G. 2013. Evaluación de proyectos. 7ma ed. Mc Graw Hill. México, D. F. 383 p.
- Baca, U. G. 2016. Evaluación de proyectos. 8ava ed. Mc Graw Hill. Ciudad de México, 419 p.
- Benítez, A. G., Rebollar, R. S., Rebollar, R. A., Hernández, M. J. Rebollar, R. E. 2016. Evaluación financiera para la construcción y operación de un rastro tipo inspección federal (TIF). *Revista Mexicana de Agronegocios*, 38:329-342. <http://www.redalyc.org/toc.oa?id=141&numero=46082>.
- Benítez, E. M. 2015. Estudio de viabilidad financiera para la operación de un rastro TIF en Tejupilco, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Administración. Centro Universitario UAEM Temascaltepec-Extensión Tejupilco. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65032>.
- Bennett, D. 1993. The development of the mathematical concept of randomness; educational implications. Tesis doctoral. New York University. (DAI n. 931 7657).
- COMECARNE. Consejo Mexicano de la Carne. 2021. Compendio estadístico. <https://comecarne.org/compendio-estadistico-2021/>. Consulta el 6 julio 2021.
- Díaz, M. A., y Aguilera, G. V. M. 2010. Matemáticas financieras. 4ta ed. Mc Graw Hill. México, D. F. 560 p.

- FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2019. Panorama Agroalimentario, Carne de Bovino. <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/12/Panorama-Agroalimentario-Carne-de-bovino-2019.pdf> Consulta el 1 julio 2021.
- FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2020. Panorama Agroalimentario, Carne de Cerdo. <https://www.porcicultoresmerida.com.mx/app/download/12326918557/Panorama+Agroalimentario+Carne+de+cerdo+2020.pdf?t=1597967721> Consulta el 5 julio 2021.
- Francisco, L. A. 2019. Análisis financiero postinversión de un rastro para ganado bovino y porcino en Tejupilco, Estado de México. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/105267>.
- Gujarati, N. D. 2004. Econometría. 4ta ed. Mc Graw Hill. México, D. F. 972 p.
- Hernández, H. A., Hernández, V. A. y Hernández, S. A. 2005. Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión. 5ta ed. Thompson. México, D. F. 425 p.
- Hernández, M. J., Rebollar, R. S., González, R. F. J., Guzmán, S. E., Albarrán, P. B., García, M. A. 2011. La cadena productiva del ganado bovino en el sur del Estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, Vol. 29: 672-680.
- Hernández, M. J., Rodríguez, L. G., Gómez, T. G., Guzmán, S. E., Rebollar, R. E., Rebollar, R. S. 2020. Análisis de la competitividad de la porcicultura en Tejupilco y Luvianos México (2006-2018). *Agronomía Mesoamericana*, 31(3): 663-677. DOI: 10.15517/am.v31i3.3933.7. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/39337>
- Hughes, D. 2014. Risk Management Revisited. QFinance: The Ultimate Resource.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía en Informática. 2021. Principales características de la estadística de sacrificio de ganado según especie. <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=100001318>. Consulta el 7 de julio de 2021.

- Infante, G. S. y Zárate de L. G. 2012. Métodos estadísticos. 3ra ed. Printing Arts México. D. F. 610 p.
- Jaramillo, P. V. D., Rebollar, R. S., González, R. F. J., Francisco, L. A., Gómez, T. G. 2020. Análisis post inversión de un rastro privado de bovinos y porcinos en Tejupilco, Estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 47: 533-545. <https://ageconsearch.umn.edu/record/308710?ln=en>.
- Los cerdos más famosos en México, Medicamentos veterinarios Apizaco. 2021. Principales razas de cerdos en México. <http://herpre.com/blog/2017/12/20/las-razas-de-cerdos-mas-sobresalientes/> Consulta el 10 de julio 2021
- MD. Matemáticas Digitales. 2013., La herramienta que todos quieren: La Campana de Gauss. Disponible en <http://www.matematicasdigitales.com/la-herramienta-que-todos-quieren-la-campana-de-gauss/>. Consulta el 25 de febrero 2021.
- Morales, A. y Morales, J. 2009. Proyectos de inversión. Evaluación y formulación. 2da ed. McGraw Hill: México, D. F. 388 p.
- Peña, U. L. S., Rebollar, R. S., Callejas, J. N., Hernández, M. J., Gómez, T. G. 2015. Análisis de viabilidad económica para la producción comercial de aguacate Hass. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XIX (36): 1325-1338. PDF: <http://www.redalyc.org/pdf/141/14132408018.pdf>.
- Piedra, M. R., Hernández, D. G., Albarrán, P. B., Rebollar, R. S., García, M. A. 2011. Tipología de explotaciones de ganado bovino en el municipio de Tejupilco, Estado de México. Pp: 205-208. En: Cavalloti Vázquez Beatriz A., Benito Ramírez Valverde, F. Ernesto Martínez Castañeda, Carlos F. Marcof Álvarez, Alfredo Cesín Vargas. 2011. La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas Dominantes. Vol. 2. 1ra ed. Universidad Autónoma Chapingo. 424 p.
- Posadas, D. R. R., Rebollar, R. S., Hernández, M. J., González, R. F. J., Rebollar, R. A., Guzmán, S. E. 2011. Niveles de optimización económica en bovinos engordados en corral. Pp. 55-61. En: Administración, Agrotecnología y Redes

- de conocimiento. Editores: Ana María de Guadalupe Arras Vota y Ofelia Adriana Hernández Rodríguez. 1ra ed. Pearson. Prentice Hall. 144 p.
- Puebla, A. S. 2014. Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala, en Tejupilco, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales-UAEM.
- Puebla, A. S., Rebollar, R. S., Albarrán, P. B., García, M. A., Arriaga, J. C. M. 2015. Análisis técnico económico de sistemas de bovinos doble propósito en Tejupilco, Estado de México, en la época de secas. *Revista Investigación y Ciencia*, 23 (65):13-19.
- Ramírez, E. J. I., Rebollar, R. A., Rebollar, R. S., Jaramillo, P. B. González, R. F. J. 2017. Estudio de viabilidad económica para una engorda de bovinos en corral en el sur del Estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, XXI (41): 742-753.  
[https://ageconsearch.umn.edu/search?ln=en&p=revista+mexicana+de+agro+negocios&jrec=1&fct\\_3=Volume+41&fct\\_3=Volume+41](https://ageconsearch.umn.edu/search?ln=en&p=revista+mexicana+de+agro+negocios&jrec=1&fct_3=Volume+41&fct_3=Volume+41).
- Rebollar, R. A., Hernández, M. J., Rebollar, R. S., González, R. F. J., Terrones, C. A., Rojo, R. R. 2011b. Costos de producción y rentabilidad en bovinos engordados en corral en el sur del Estado de México. Pp. 47-53 En: Administración, Agrotecnología y Redes de conocimiento. Editores: Ana María de Guadalupe Arras Vota y Ofelia Adriana Hernández Rodríguez. 1ra ed. Pearson Prentice Hall. 144 p.
- Rebollar, R. S. 2011. Métodos para estimar costos de producción y rentabilidad. Primera Edición. Ed. Académica Española. Madrid, España. 129 p.
- Rebollar, R. S. y Jaramillo, J. M. 2012. Formulación y evaluación de proyectos. Aspectos básicos. 1ra ed. Editorial Académica Española. Madrid, España. 311 p.
- Rebollar, R. S., Posadas, D. R. R., Rebollar, R. E., Hernández, M. J., González, R. F. J. 2020. Aportes a indicadores de evaluación privada de proyectos de inversión. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 46: 444-461, enero-junio.  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/141/14163631004/14163631004.pdf>.

- Rebollar-Rebollar, S., Posadas-Domínguez, R. R., Hernández-Martínez, J., González-Razo, F.J., Guzmán-Soria, E., Rojo-Rubio, R. 2011a. Technical and economic optimal in feedlot cattle. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 14(2):413-420.
- Rodríguez, C. V., Bao, G. R., Cárdenas, L. L. 2008. Formulación y evaluación de proyectos. 1ra ed. Limusa. México, D. F. 454 p.
- SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2015. Ganadería bovina y sus derivados. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/ganaderia-bovina-y-sus-derivados> Consulta el 7 julio 2021.
- SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2020. La producción de carne de res en México mantiene un crecimiento anual sostenible del 2.5%: Agricultura. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/la-produccion-de-carne-de-res-en-mexico-mantiene-un-crecimiento-anual-sostenible-del-2-5-agricultura> Consulta el 7 julio 2021
- Salas, R. I. G. 2014. Evaluación de la sostenibilidad de unidades de producción doble propósito en Zacazonapan, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales-Universidad Autónoma del Estado de México. 66 p. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/94784>
- Sapag, Ch. R. 2011. Preparación y evaluación de proyectos de proyectos de inversión. 4ta ed. Mc Graw Hill. Santiago de Chile, Chile. 460 p.
- SIACON. Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta. 2021. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Base de datos. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>.
- SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2019.. Carne de canal de bovino. [http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance\\_siap\\_gb/pecAvanceProd.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp) Consulta 10 de julio de 2021.
- SIAP-SIACON. Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2021. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>. Consulta el 15 de abril de 2021.

- UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. 2015. Académicos Facultad de Ciencias, UNAM. Probabilidad. <https://academicos.fciencias.unam.mx/wpcontent/uploads/sites/30/2015/04/Probabilidad.pdf> Consultado. Consulta el 17 de febrero 2021.
- Vose, D. 2008. Risk Analysis: A Quantitative Guide. 3ra ed. Wiley. England. Recuperado de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6092/1/T2559-MFGR-Gomez-Evaluacion.pdf>.
- Weston, J. F. y Briham, E. F. 1994. Fundamentos de Administración Financiera. 10ma ed. Mc Graw Hill. México, D. F. 1148.

## XVI. ANEXOS

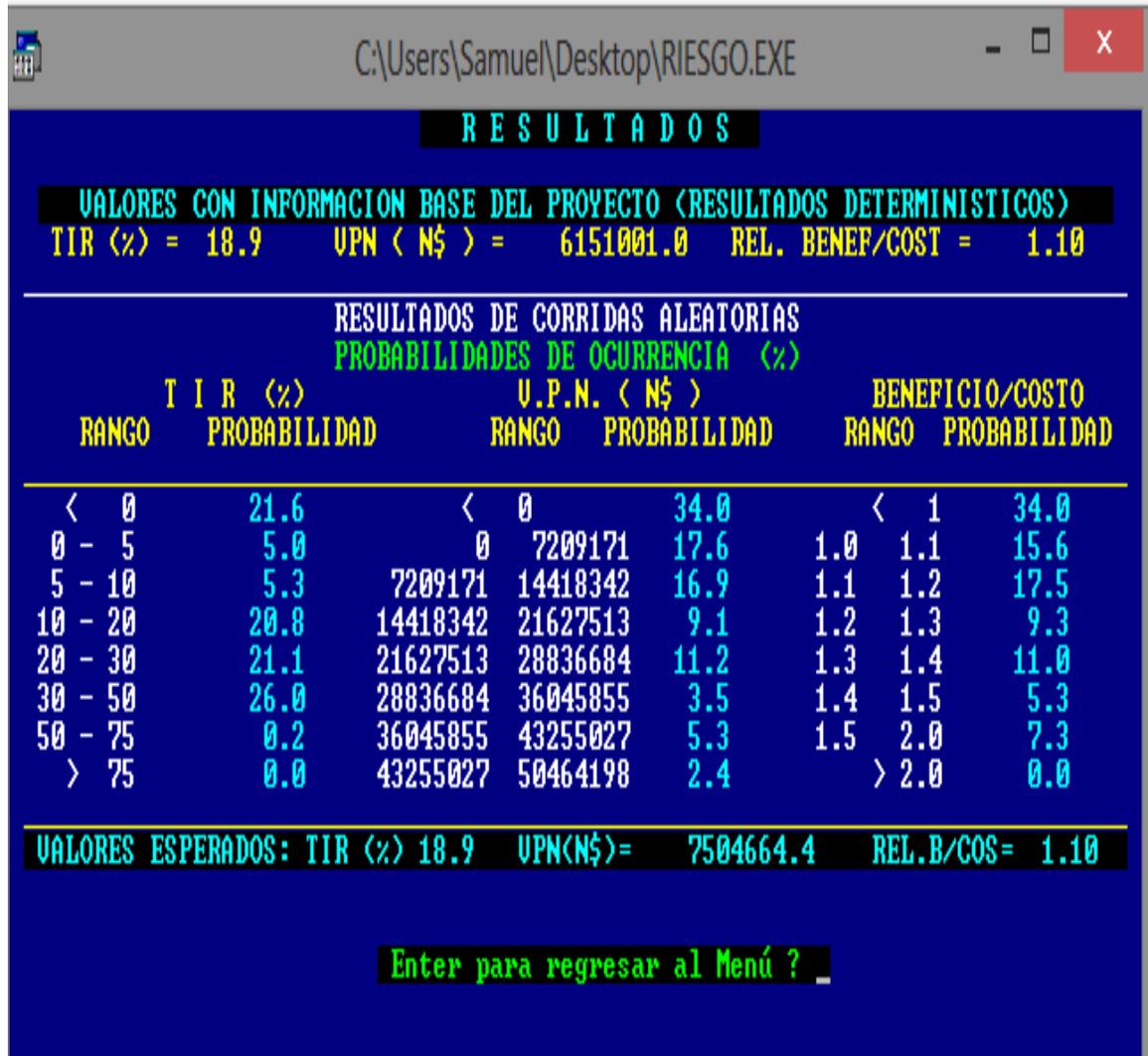


Figura 21. Resultado del análisis de riesgo del rastro operativo para el VAN, TIR y RB/C.

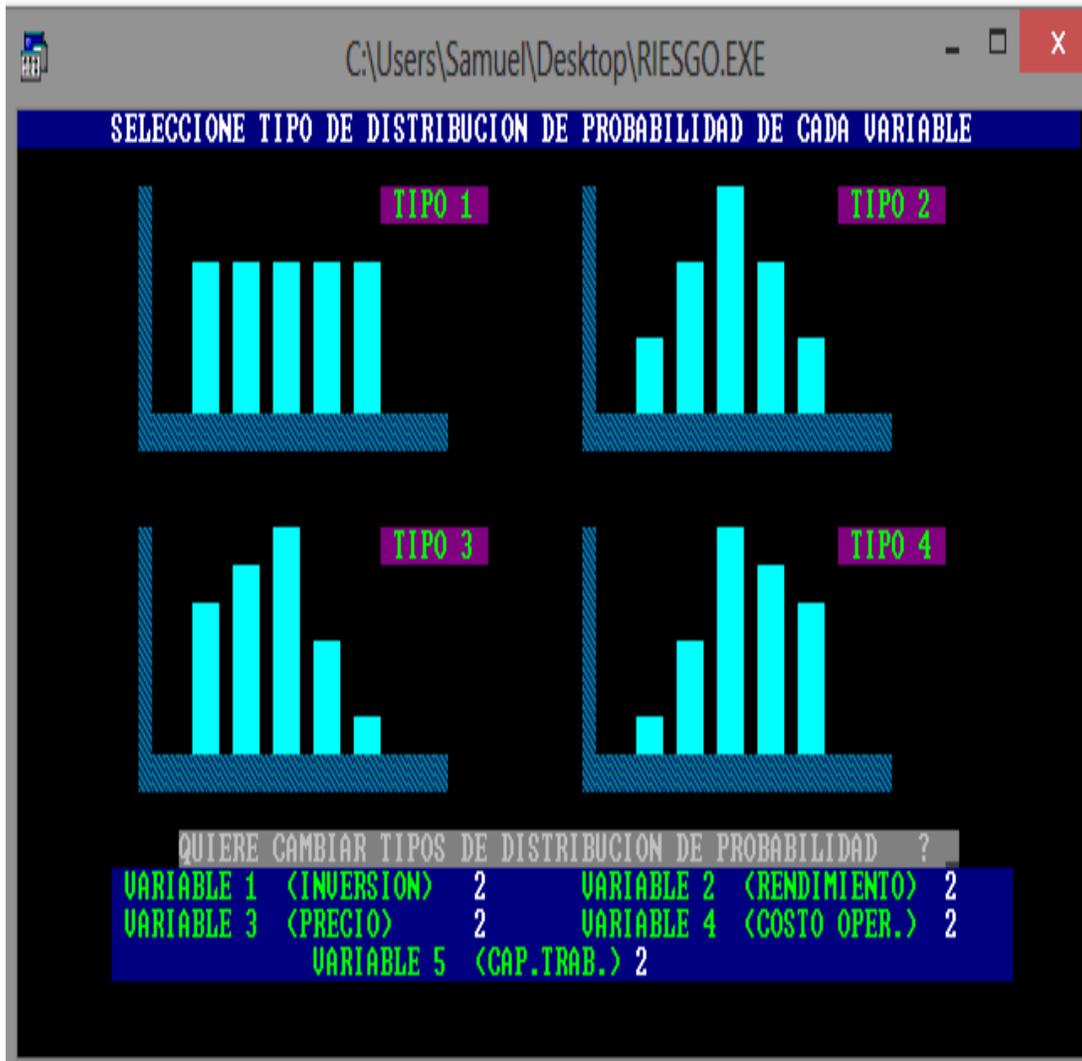


Figura 22. Obtención de probabilidades.