



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA GRANJA DE
ENGORDA PORCINA A PEQUEÑA ESCALA EN EL ESTADO DE
OAXACA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

CINTHIA CAROLINA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Asesores:

Dra. María Elena Trujillo Ortega

Dra. Elein Hernández Trujillo

Ciudad Universitaria, CD. MX.

2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi amada Mamá y a mi preciado Papá, por ser incondicionales y por creer en mí.

A mi adorado Ro, por su excepcional apoyo y amor.

A mis queridos gatitos y a todos aquellos que me brindaron su hogar, especialmente, a mis tíos y tías.

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Medellín por sus consejos, ayuda y tiempo, los cuales enriquecieron e hicieron posible este trabajo en tiempos de crisis y desesperanza, nuevamente, muchas gracias Profesor.

A la Profesora Trujillo por su apoyo y perseverancia.

A mi prima Norma que me motivó y alentó siempre y al Pichón salvaje que brindó su paciencia sólo en algunos momentos.

Y a todos los sinodales del presente trabajo por sus observaciones y comentarios que sirvieron de guía y apoyo.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	4
REVISIÓN SISTEMÁTICA	5
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	68
REFERENCIAS	70
FIGURAS	79
CUADROS	84
ANEXOS	89

RESUMEN

MARTÍNEZ HERNÁNDEZ CINTHIA CAROLINA. Proyecto para la implementación de una granja de engorda porcina a pequeña escala en el estado de Oaxaca (bajo dirección de: Dra. María Elena Trujillo Ortega y Dra. Elein Hernández Trujillo).

Las granjas de traspatio en México son consideradas como una actividad económica de subsistencia y ahorro, pero en muchos casos es tomada en cuenta como una empresa a pequeña escala (Montero, *et al.*, 2015). Este trabajo consta de hacer un proyecto para la construcción de una granja porcícola a pequeña escala en el estado de Oaxaca bajo un sistema de producción de traspatio con una finalidad zootécnica para abasto, empezando con la engorda de 28 lechones cruza Landrace x Yorkshire de ocho semanas de edad con peso promedio de 20-25 kg, finalizados a las 24 semanas de edad o hasta que alcancen el peso adecuado para venta (80-100 kg) con un sistema de alimentación basado en los insumos disponibles de la región. El ciclo de producción tiene una duración de 16 semanas bajo un sistema “Todo dentro-Todo fuera”, obteniendo tres ciclos productivos por año.

Este proyecto busca evidenciar si es viable económicamente invertir en una producción de porcinos de traspatio en la región, por medio de la búsqueda de información bibliográfica (tipo de estudio, investigación documental), formulación de cálculos analíticos, presentación escrita y análisis de la información. El presente trabajo está argumentado bajo la premisa de la importancia del sector rural en la economía nacional.

En conclusión, basado en los resultados finales del análisis de los cálculos financieros, se determina que es viable invertir en este proyecto dado los resultados en los índices de rentabilidad, con un $VPN=\$195,201.04$, una $TIR=50\%$ y una $RCB=1.11$.

INTRODUCCIÓN

El porcino es un mamífero omnívoro ungulado de cuerpo grueso, alargado y cubierto de vello duro, caracterizado por tener una cabeza grande en forma de embudo, patas cortas y fuertes, nariz aplanada y orejas triangulares (SAGARPA-SIAP, 2013). Es una especie adaptada y desarrollada para la producción de carne, dado su corto período de gestación (~114 días) y alta prolificidad (SAGARPA-SIAP, 2013).

Los sistemas de producción básicos para la obtención de carne de porcino se dividen en tres tipos (SAGARPA-SIAP, 2013):

- Instalaciones tecnificadas. Caracterizadas por ser dimensiones grandes con hasta 100 mil semovientes, las cuales cuentan con sistemas automatizados y registros estrictos.
- Instalaciones tradicionales o semi tecnificadas. Las cuales varían de tamaño respecto al terreno, cuentan con arriba de 100 animales y su principal objetivo es la venta para abasto.
- Instalaciones de traspatio, familiar, sistema rural o pequeña escala. Generalmente tienen porcinos derivados de cruza, los cuales están alojados en corrales rústicos con materiales de la región y algunos cuentan con una pequeña área para animales reproductivos o pie de cría.

Las instalaciones de tipo traspatio producen entre el 20-30% del total de la carne nacional con un inventario promedio que oscila entre el 40%, sin embargo, se dificulta hacer una estimación real del inventario debido a la distorsión en la información por parte de los propietarios y a que la mayoría de estas explotaciones recurren al sacrificio *in situ* (Bobadilla, *et al.*, 2010; Montero, *et al.*, 2015). Estos sistemas a pequeña escala (artesanal, rural, familiar o de traspatio) normalmente se localizan en los traspatios de zonas urbanas o periurbanas del centro del país y en condiciones rurales al sur de México, los cuales requieren de espacios reducidos para su instalación y cuentan con una gran versatilidad en el plan de alimentación de los animales (Martínez, *et al.*, 2012; Montero, *et al.*, 2015).

El panorama en el cual se desarrollan las granjas de tipo familiar en México y la crianza de animales de traspatio se da generalmente en un entorno socioeconómico de pobreza. Basados en los resultados del CONEVAL comprendidos entre los años 2018-2020, el porcentaje de la población nacional en situación de pobreza subió de un 41.9% a un 43.9%, lo que sería un estimado de 55.7 millones de personas a nivel nacional (CONEVAL, 2020).

Bajo esta perspectiva, las granjas de tipo familiar son consideradas como un elemento fundamental para las estrategias en la consolidación de las sociedades campesinas y una opción para aliviar la pobreza que con frecuencia seleccionan las personas en las zonas rurales de México dado que es un tipo de producción menos vulnerable ante los cambios económicos y políticos del país que permite a su vez a los propietarios la elaboración de productos culinarios regionales como el chicharrón y las carnitas, las cuales por tener gran demanda permiten la obtención de dinero de fácil acceso ante emergencias de cualquier índole (Martínez, *et al.*, 2012; Montero, *et al.*, 2015).

Básicamente, los animales criados bajo este sistema productivo pertenecen a un mecanismo de ahorro y a una fuente de ingreso, así mismo, cuando los animales se destinan para autoconsumo se convierten en una fuente de alimento de alto valor biológico para su familia y la comunidad (Montero, *et al.*, 2015). Es una actividad económica considerada de subsistencia y de ahorro, pero en muchos casos es tomada en cuenta como una empresa a pequeña escala (familiar) con hasta 300 semovientes generalmente en etapa de crecimiento y finalización (Montero, *et al.*, 2015). Cuando se decide estudiar el comportamiento económico de estas unidades de producción pecuarias (UPP) desde un ángulo de vista como empresas a pequeña escala, la metodología de estudios financieros puede convertirse en una herramienta adecuada para estudiar la basta información brindada por sus diferentes áreas y actividades económicas, proporcionando al final un panorama general sustentado por estados de resultados, posición financiera, rentabilidad, entre otra información financiera (Medellín, *et al.*, 2015).

La definición del término “proyecto”, basado en lo escrito por Baca U., es la búsqueda de una solución de un problema o necesidad humana, por otro lado un “proyecto de inversión” es un plan al cual se le asigna determinado capital e insumos para producir un bien o un servicio útil a la sociedad, su evaluación tiene como objetivo el conocer la rentabilidad económica y social que representa para poder asignar los recursos económicos a la mejor alternativa (Baca, 2013). El estudio de la evaluación de proyectos de inversión consta de tres niveles: perfil o identificación de la idea, estudio de prefactibilidad o anteproyecto y proyecto definitivo (Baca, 2013). El anteproyecto (nivel de aplicación revisado en este trabajo) es un estudio que profundiza en la investigación de mercado, detalla y determina la tecnología empleada, los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto

considerándolo como la base en la cual se apoyan los inversionistas para tomar la decisión final (Baca, 2013).

JUSTIFICACIÓN

La justificación de este trabajo se basa en la importancia que tiene el sector económico rural en la economía nacional de México, apoyándose del hecho que este tipo de actividad puede generar entre el 40% y 50% de los ingresos familiares en las comunidades rurales, además la crianza y comercialización de porcinos de traspatio representa una opción económica y técnicamente más accesible para aquellas zonas rurales de México o para una persona interesada en emprender en el sector pecuario que no busquen ser vulnerables ante los cambios económicos y políticos del país y que cuenten con espacios reducidos para su instalación y un plan de alimentación versátil (Martínez, *et al.*, 2012). Asimismo, la elaboración y evaluación de proyectos de inversión es un tema que actualmente es de gran interés e importancia dado que valora cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de una inversión, considerado como el mejor método para presentar el uso eficaz de los recursos de la sociedad (Santana, 2016).

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es averiguar si es factible emprender en una engorda de porcinos de traspatio a pequeña escala en el municipio de Santiago Pinotepa Nacional en el estado de Oaxaca, mediante la recabación de información bibliográfica, presentando un proyecto desde la construcción de las instalaciones hasta la venta de los animales a las 24 semanas de edad. El proyecto consiste en evaluar la creación de una granja porcícola a pequeña escala bajo un sistema productivo de traspatio con finalidad zootécnica para abasto en una modalidad “Todo dentro-Todo fuera” donde se busca obtener tres ciclos productivos por año con una duración de 16 semanas cada uno, empezando por la adquisición de 28 lechones de ocho semanas de edad (aproximadamente entre 20-25 kg) cruza Landrace x Yorkshire que son llevados a finalización hasta las 24 semanas de edad o en su caso, hasta los 80-100 kg. El plan de alimentación está constituido a partir de suero de leche de vaca, desperdicio de tortillería, desperdicio de verdulería-frutería y complementación con alimento balanceado marca Api-Aba® Carnerina® Premium No. 1, No. 2 y No. 3 de la

empresa Malta-Cleyton®. La línea de producción se continúa mediante la compra de 28 lechones con las mismas características una semana después del término del ciclo productivo anterior.

REVISIÓN SISTEMÁTICA

La revisión de la literatura está enfocada en la búsqueda de información adecuada sobre temas de producción de porcinos de engorda (o en la finalización de porcinos para abasto) en sistemas de producción a pequeña escala o traspatio. El proyecto tiene la siguiente estructura basada en una modificación a la recomendada por el autor Baca Urbina en su obra *Evaluación de proyectos* (Baca, 2013):

Procedimiento:

A) Estudio socioeconómico.

1. Demografía del estado y del municipio.
 - 1.1. Densidad poblacional.
 - 1.2. Fecundidad y mortalidad.
 - 1.3. Población rural y urbana.
 - 1.4. Características poblacionales del municipio.
2. Aspectos ocupacionales.
3. Nivel educativo y analfabetismo.
4. Componentes del bienestar social.
 - 4.1. Vivienda.
 - 4.2. Servicios de salud y esperanza de vida.
 - 4.3. Emigración e inmigración.
 - 4.4. Cultura.

B) Estudio de mercado.

1. Definición del producto.
2. Naturaleza y usos del producto.
3. Perfil del consumidor.
4. Análisis de la demanda.
5. Análisis de la oferta.
6. Importaciones y exportaciones.

7. Comercialización del producto.

7.1. Canales de distribución.

C) Estudio técnico.

1. Reconocimiento del área.

1.1. Localización del estado y del municipio.

1.1.1. Localización estatal.

1.1.2. Localización municipal.

1.2. Límites del estado y del municipio.

1.2.1. Límites estatales.

1.2.2. Límites municipales.

1.3. Hidrografía del estado y del municipio.

1.3.1. Hidrografía estatal.

1.3.2. Hidrografía municipal.

1.4. Orografía del estado y del municipio.

1.4.1. Orografía estatal.

1.4.2. Orografía municipal.

1.5. Clima del estado y del municipio.

1.5.1. Clima estatal.

1.5.2. Clima municipal.

1.6. Flora y fauna del estado y del municipio.

1.6.1. Flora y fauna estatal.

1.6.2. Flora y fauna municipal.

1.7. Suelos del estado y del municipio.

1.7.1. Tipos de suelos del estado.

1.7.2. Tipos de suelos del municipio.

1.8. Posibilidad de uso agropecuario del estado y del municipio.

1.8.1. Posibilidad de uso agropecuario estatal.

1.8.2. Posibilidad de uso agropecuario municipal.

2. Selección del sitio para la ubicación de la granja.

2.1. Microlocalización.

2.2. Vías de acceso.

3. Sistema de producción de la granja.
 - 3.1. Descripción del sistema de producción.
 - 3.2. Flujograma.
 - 3.3. Instalaciones.
 - 3.3.1. Procedencia del material para las instalaciones.
 - 3.4. Semovientes.
 - 3.4.1. Procedencia de los lechones.
 - 3.4.2. Manejo de los animales.
 - 3.4.3. Registros de producción.
 - 3.5. Alimentación.
 - 3.5.1. Procedencia de los insumos alimenticios.
 - 3.5.2. Plan de alimentación.
 - 3.6. Requerimiento de agua.
 - 3.6.1. Requerimiento de agua anual para consumo animal.
 - 3.6.2. Requerimiento de agua para limpieza y usos diversos.
 - 3.6.3. Requerimiento total de agua.
 - 3.7. Medicina preventiva.
 - 3.7.1. Bioseguridad.
 - 3.7.2. Manejo de excretas y desechos biológicos.
 - 3.8. Bienestar animal.

D) Estudio económico.

1. Costos de producción.
 - 1.1. Montos de inversión.
 - 1.1.1. Adquisición de los animales.
 - 1.1.2. Alimentación.
 - 1.1.3. Requerimiento de agua.
 - 1.1.4. Medicina preventiva.
 - 1.1.5. Bioseguridad, limpieza y mantenimiento.
 - 1.1.6. Mano de obra.
 - 1.2. Inversión fija.
2. Ingresos.

3. Egresos.
 4. Capital de trabajo.
- E) Evaluación económica.
1. Análisis FODA.
 2. Evaluación de flujos descontados.
 - 2.1. Valor presente neto (*VPN*).
 - 2.2. Tasa interna de rendimiento (*TIR*).
 - 2.3. Relación Costo - Beneficio (*RCB*).
- F) Estudio de impacto ambiental.
1. Aspectos ambientales positivos del proyecto.
 2. Aspectos ambientales negativos del proyecto.
 3. Formas de mitigación.

PROCEDIMIENTO

A) Estudio socioeconómico.

1. Demografía del estado y del municipio.

Basados en las estadísticas del INEGI del 2020, el estado de Oaxaca cuenta con 4,132,148 millones de habitantes distribuidos en 2,157,305 millones de mujeres y 1,974,843 millones de hombres (INEGI, 2020).

El municipio de Santiago Pinotepa Nacional, para el año 2015, contaba con un número de 55,840 mil habitantes lo que representaba casi el 1.34% de la población total del estado (DIGEPO, 2015). La zona tiene una relación hombres-mujeres del 94.57% y una razón de dependencia económica del 58.75%, por cada 100 personas hay 58 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años) (DIGEPO, 2015).

1.1. Densidad poblacional.

El estado cuenta con una densidad de población de 44 personas por kilómetro cuadrado, mientras que la densidad poblacional para el municipio es de 6,256 mil habitantes por kilómetro cuadrado (Leonardo, *et al.*, 2012; INEGI, 2020). Sin embargo, durante los últimos veinte años antes del 2010, el crecimiento neto de la población de Santiago Pinotepa Nacional ha sido constante y acelerado (ver Figura 1), principalmente por ser una

zona comercial y una localidad de paso en los flujos poblaciones de la región (Leonardo, *et al.*, 2012).

1.2. Fecundidad y mortalidad.

Según datos del INEGI 2016, la fecundidad en Oaxaca ha experimentado un decremento sostenido. En el año 2000, el promedio de hijos vivos de las mujeres entre 15-49 años era de 2.4 y para el 2015 decreció hasta un 1.8 (DIGEPO, 2017). Sin embargo, el estado cuenta con diferencias a nivel municipal, en los cuales existe hasta una tasa de fecundidad mayor a 3 hijos vivos (DIGEPO, 2017). Basado en el censo de natalidad del 2019 del INEGI, el estado presentó para ese año, un total de 40,059 mil nacimientos en contraste con las 26,090 mil defunciones registradas. En temas de mortalidad infantil del 2015, el estado se ubicó como la segunda entidad a nivel nacional con mayor mortalidad infantil sólo por debajo de Guerrero (DIGEPO, 2017). Las principales causas de mortalidad (independientemente del rango de edad) dentro del estado son las enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos (INEGI, 2020).

A nivel municipal, según registros en las unidades médicas, las defunciones registradas para adultos mayores de 60 años evidenciaron una mayor mortalidad en el género masculino con respecto del género femenino (164 casos sobre 113 casos) (Leonardo, *et al.*, 2012). La literatura consultada no hace referencia sobre las causas de muerte en el municipio.

1.3. Población rural y urbana.

Oaxaca cuenta con aproximadamente 10,523 mil localidades rurales y 200 urbanas, con un 49% de la población estatal localizada en las localidades urbanas y el 51% en las localidades rurales (INEGI, 2020).

A nivel municipal, Santiago Pinotepa Nacional es considerada como la única localidad urbana dentro del municipio (Leonardo, *et al.*, 2012). Según el censo de población y vivienda 2010 del INEGI, su concentración de población correspondía a 20,705 mil personas asentadas en localidades rurales y 29,604 mil personas en localidades urbanas, concentración que se debe principalmente a la accesibilidad en servicios de salud, educación y empleo, entre otros factores (Leonardo, *et al.*, 2012).

1.4. Características poblacionales del municipio.

La población del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, es clasificada como indígena, mestiza y afro-mestiza (Indesol, 2012). El 57.07% total de la población es mestiza, el 24.25% son afro-mestizos y el 18.68% son mixtecos o indígenas, siendo éste el único grupo étnico existente dentro del municipio localizado principalmente en las poblaciones de Santa María Jicaltepec, La Raya, Agua de la Caña, La Cruz del Itacuán, Los Pocitos, El Carrizo, La Noria y Minindaca (Indesol, 2012).

2. Aspectos ocupacionales.

A nivel estatal, el sector de actividad que más aporta al PIB son los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles (68%), seguido por actividades del sector secundario (25%) y sector primario (6%), respectivamente (INEGI, 2020).

En el municipio, casi el 51% de la población es considerada como no activa económicamente, mientras que del 49% económicamente activos, el 67% corresponde al sexo masculino y el 33% al femenino (DIGEPO, 2015).

3. Nivel educativo y analfabetismo.

En 2020, a nivel estatal el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más de edad fue de 8.1, lo equivalente a poco más de segundo año de secundaria (INEGI, 2020). En otras palabras, de cada 100 personas de 15 años y más, 10 no tienen ningún grado de escolaridad, 57 tienen la educación básica terminada, 19 finalizaron la educación media superior y 14 concluyeron la educación superior (INEGI, 2020). El mayor porcentaje de la población analfabeta en el estado se encuentra entre personas de 75 años y más (50.9%) (INEGI, 2020).

En el año 2012 dentro del municipio existían 13 jardines de niños, 21 escuelas primarias, 10 secundarias, 3 escuelas a nivel bachillerato y 3 a nivel licenciatura (Leonardo, *et al.*, 2012). Gracias a estos servicios, para el 2015 la población en el municipio alcanzó un porcentaje de alfabetismo aceptable en comparación con la región costera del estado (cerca del 98% de la población mayor a 15 años sabía leer y escribir) (Leonardo, *et al.*, 2012; DIGEPO, 2015).

4. Componentes del bienestar social.

El bienestar social es definido por Arvizu, *et al.*, 2016, como el conjunto de factores que participan para determinar la calidad de vida de una persona y la satisfacción de las necesidades básicas del individuo en una relación de equilibrio entre el hombre, el animal y el ambiente (Arvizu, *et al.*, 2016). Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) acepta como componentes del nivel de vida los siguientes aspectos:

- Salud.
- Consumo de alimentos y nutrición.
- Educación.
- Empleo.
- Condiciones de trabajo.
- Vivienda.
- Seguridad social.
- Vestuario (vestimenta).
- Entretenimiento.
- Libertades humanas.

4.1. Vivienda.

La definición de hogar de acuerdo al INEGI, es el conjunto de personas que pueden ser o no familiares y que comparten la misma vivienda, basado en esta misma definición, una persona que vive sola también constituye un hogar (INEGI, 2020).

En 2020, en el estado 60 de cada 100 hogares fueron de tipo familiar nuclear (formados por el padre, madre, hijos o sólo la madre o el padre con hijos o una pareja que vive en el mismo hogar pero no tiene hijos), asimismo, 31 de cada 100 hogares reconocen a las mujeres como persona de referencia, lo que significa que son consideradas como la jefa de la vivienda (INEGI, 2020). En el mismo año, los principales materiales utilizados para construir estas viviendas fueron de cemento o firme en pisos (74.9%), tabique, ladrillo, block, piedra cantera o concreto en paredes (77.6%) y techos hechos con concreto o viguetas con bovedilla (51.2%) (INEGI, 2020).

Basado en el censo de población y vivienda del 2020, el 40.6% de las viviendas del estado disponían de agua entubada dentro de la vivienda, el 97.5% contaban con energía eléctrica y el 41.6% estaban conectados a la red pública del drenaje (INEGI, 2020).

En el año 2015 en el municipio de Santiago Pinotepa Nacional, del total de viviendas particulares habitadas (13,647 mil viviendas) el 10% contaban con piso de tierra, 98% contaba con servicios de electricidad, 86% con drenaje (58% con conexión a la red pública, 36% con fosa séptica, 4% uso de una barranca o grieta y el 2% utiliza algún cuerpo de agua) y finalmente, un 69% de la disponibilidad al acceso de agua era proveniente de pozos (DIGEPO, 2015).

4.2. Servicios de salud y esperanza de vida.

Basados en las estadísticas del INEGI del 2020, la esperanza de vida en el estado de Oaxaca fue de 74.2 años, donde el sexo femenino resultó que vive más en promedio que los hombres, mismos datos que pueden traspolarse para el municipio (INEGI, 2020).

Para el año del 2015, dentro del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, el 80% de la derechohabiencia pertenecía al Seguro Popular, seguido en un 10% por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (DIGEPO, 2015). Para el año 2020, los servicios de salud estaban divididos en un hospital regional de la Secretaría de Salud (SSA), una clínica del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del estado (ISSSTE) y tres clínicas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (Indesol, 2012).

4.3. Emigración e inmigración.

En el año 2020, la emigración internacional del estado de Oaxaca se contabilizó en 35,936 mil personas, donde el 93 de cada 100 su principal destino fue el país de Estados Unidos de América (INEGI, 2020). A nivel nacional según el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, entre el 2015 y 2020 emigraron a otra entidad federativa alrededor de 133,583 mil personas, principalmente al Estado de México, Ciudad de México, Baja California Norte, Veracruz y Puebla (INEGI, 2020). Las principales causas de emigración, tanto internas como externas, fueron el reunirse con la familia, la búsqueda o cambio de empleo o por haberse casado (INEGI, 2020).

Dentro del mismo período, la inmigración interna llegó a ser de 97,030 mil personas, procedentes principalmente del Estado de México, Ciudad de México, Veracruz, Puebla y Chiapas (INEGI, 2020).

4.4. Cultura.

A nivel municipio, dentro de la relación social entre indios, negros y mestizos, las principales fiestas se dan el 25 de julio en honor a la fiesta del Santo Patrono y en la Semana Santa (INAFED, 2016). El baile típico de la zona son los sones y chilenas de Pinotepa Nacional, baile reconocido a nivel nacional dado la celebración de la Guelaguetza (INAFED, 2016). Es común que en estas festividades y eventos sociales se amenicen por bandas de música de viento, violín, guitarra y con platillos culinarios propios de la zona, como el caldo de iguana negra, tacos de chicatana con costillas de porcino fritas, tichindas en coloradito, entre otros (INAFED, 2016).

B) Estudio de mercado.

1. Definición del producto.

El ganado porcino se caracteriza por ser una de las producciones más relevantes a nivel mundial (aún cuando su consumo se encuentra prohibido por algunas leyes dietéticas religiosas como el judaísmo e islam), en donde el aprovechamiento de los animales tras el sacrificio se da al máximo con un mínimo de desperdicio y con gran variedad de productos para ofertar (Illescas, *et al.*, 2012; Britannica, 2021). La finalización del porcino, normalmente va del período de transición (20 kg) hasta el sacrificio (80-100 kg), el peso de venta se basa en el demandado por el mercado de la región (Illescas, *et al.*, 2012).

El principal producto obtenido del proyecto es el porcino en pie finalizado (también denominado porcino terminal, porcino para abasto, porcino de producción o porcino para engorda) de 24 semanas de edad para la venta en rastro, esto quiere decir que es un animal macho castrado o hembra entre los 80-100 kg de peso vivo que va dirigido principalmente para el consumo de carne local dentro del municipio.

2. Naturaleza y usos del producto.

En general, la crianza y comercialización del ganado porcino es una alternativa para combatir la pobreza dado la versatilidad de su manejo en ambientes periurbanos y rurales con espacios pequeños y su forma de alimentación con buen rendimiento, rápido crecimiento y fácil venta (Alonso, *et al.*, 2020). Los objetivos de la venta de porcinos de traspatio pueden abarcar la producción de carne y subproductos, la venta de lechones para la engorda y la venta de animales finalizados mayores a las 15 semanas de edad entre los 80-100 kg para sacrificio en rastro (Montero, *et al.*, 2015; Mendoza, 2017). El sistema productivo de traspatio ofrece animales finalizados entre los 90 y 105 kg, vendidos a lo que se denomina “el bulto” (un valor acordado por animal) o por el peso vivo del animal pesado en la unidad de producción o en básculas comerciales de la región con la finalidad principal de ofrecer al consumidor la carne y sus subproductos (el peso y precio de compra-venta depende de la región) (Alonso, *et al.*, 2020). En algunas ocasiones, este tipo de pequeñas empresas (granjas de traspatio) venden lechones destetados para crianza y finalización (Alonso, *et al.*, 2020).

Basado en el tipo de animales utilizados en el proyecto y según el estudio realizado por Martínez y Salmerón en 2006, el rango de peso promedio ajustados a 154 días del cruce Landrace-Yorkshire se encontró entre los 89 kg (Martínez, *et al.*, 2006). En el mismo estudio, las características bajo estudio de los animales Landrace-Yorkshire no fueron mejoradas por la heterosis dado que se observaron menores promedios con respecto a las razas que les dieron origen (Martínez, *et al.*, 2006). Si se hace referencia a las razas de origen, los índices productivos de la raza Landrace son parecidos a la Yorkshire, aunque tiene una menor ganancia de peso promedio, pero mayor índice de conversión (CIAP, 2018) (ver Cuadro 1).

La finalidad del proyecto es sacar a la venta porcinos finalizados a las 24 semanas de edad con un peso promedio entre 80-100 kg, los cuales son pesados en la báscula ejidal “Nuñez Esquivel” del municipio y vendidos por kilo de peso vivo al precio de compra para rastro del ganado porcino en pie manejada en la región.

3. Perfil del consumidor.

El perfil del consumidor se define como el conjunto de características demográficas, sociales y de mentalidad que distinguen a los consumidores de una marca, clientes de un

establecimiento y usuarios de un servicio, el cual sirve para definir al público objetivo, siendo una variable muy importante para cualquier estrategia de marketing (Castellanos, 2017). Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población mexicana destina un 35% de su renta disponible a comida, bebida y tabaco, dentro de este rubro, el 19% de las ventas de comida en 2017, fueron ventas de carne (Amo, 2018). Fuera de los grandes centros urbanos y colonias de clase media-alta, la mayoría de los mexicanos prefieren comprar la carne de porcino en mercados tradicionales, dentro de los factores que afectan esta decisión son el precio, la frescura y los beneficios nutricionales (Amo, 2018). Respecto a la preferencia por los cortes de porcino, los más cotizados son las partes magras (como el lomo, solomillo o milanesa de pierna y cortes mixtos como la panceta y la panza) (Amo, 2018).

El perfil del consumidor del proyecto, no dista mucho de lo anteriormente descrito. Es común que la principal población objetivo (amas de casa de la región) prefiera conseguir la proteína de origen animal en un mercado municipal, local o en las cercanías de su hogar. La carne de porcino que se comercializa en el mercado normalmente pertenece a los animales sacrificados durante ese mismo día en el rastro municipal, lo que conlleva que las canales tengan una calidad de frescura. Asimismo, los precios manejados en los mercados locales (los cuales son considerados más accesibles), son los que marcan la pauta para los vendedores y revendedores de la zona circundante.

4. Análisis de la demanda.

Basado en las estadísticas del Consejo Mexicano de la Carne del 2020, el efecto de la pandemia COVID-19 dio como resultado a nivel global un descenso en el consumo de carne del -1.4%, siendo el más afectado el porcino con una reducción del -4.0% (COMECARNE, 2021). Aún así, México representa el 3.3% del consumo mundial de carne y el 6° consumidor más importante (con más de 8.8 millones de toneladas de carne de res, porcino y pollo consumidas anualmente) (COMECARNE, 2021).

En las cifras obtenidas del 2019 por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), el consumo nacional de carne de porcino llegó a niveles máximos con un incremento del 2.3% respecto al 2018 (SADER, 2020). Entre 2016-2021, el porcino fue la segunda especie (por detrás del pollo) que más se consumía en el país, representando el

26.31% del consumo total de carne a nivel nacional (aproximadamente 2 millones de toneladas) (Amo, 2018). En 2020, México fue el octavo país del mundo que más carne de porcino consumía con 16-18 kilos *per cápita* (por detrás de Japón y seguido de Brasil con 21 kilos *per cápita* y 14 kilos *per cápita*, respectivamente), representando el 2.08% del consumo mundial de carne de porcino (COMECARNE, 2021). Sin embargo, aunque el consumo de la carne de especie porcina ha ido aumentando en el país de manera constante durante los últimos 5 años (12% desde 2013-2018), sigue estando por debajo de la media mundial (Amo, 2018). Basado en Montero, *et al.*, 2015, el consumo *per cápita* relativamente bajo en México se asocia más al bajo poder adquisitivo de cierto sector de la población que a la falta de aceptación de la carne misma (Montero, *et al.*, 2015).

Los principales factores que crean la demanda de carne de porcino en el país están dados por factores socioeconómicos como el precio de la renta *per cápita*, el encarecimiento de otras fuente de proteína (carne bovina, pescado, etc.) y el cambio del estilo de vida de la población (Amo, 2018). A pesar de todo, se prevé que la demanda interna a nivel nacional de carne de porcino siga creciendo a un ritmo mayor que la producción, propiciando un crecimiento del sector cárnico porcino mexicano o una mayor demanda en la importación (Amo, 2018). Para el año 2019, Rebollar, *et al.*, proporcionó la demanda de carne porcina en canal de cada una de las tres regiones en las cuales es dividido al país según la Confederación de Porcicultores, obteniendo para la región norte una demanda de 5.8 kg, la región centro con 17.4 kg y la región sur con 9.5 kg, estas cifras fueron consecuencia del crecimiento en el número de consumidores, cambios en patrones, gustos y preferencias, así como movimientos en el ingreso *per cápita*, entre otros más (Rebollar, *et al.*, 2019). Los cálculos obtenidos fueron por medio de la multiplicación de la población de cada estado por la disponibilidad *per cápita* reportada para la zona proveniente de la Confederación de Porcicultores Mexicanos (Porcimex) (Rebollar, *et al.*, 2019).

El consumo aparente en cada región se podría considerar como una aproximación a la demanda regional de la carne de porcino (Rebollar, *et al.*, 2014), como es el caso de la región sur en donde podemos englobar al estado oaxaqueño y a la región donde se ubica el proyecto. En la zona del municipio, la demanda y el precio por kilo de peso vivo del ganado porcino crece a medida que se acercan las fiestas decembrinas y festividades de año nuevo, empezando un repunte a finales del mes de noviembre y la primera quincena de

diciembre, decayendo por los meses de enero y febrero. Su menor demanda y precio se da en el mes de la “Semana Santa” (normalmente entre marzo y abril).

5. Análisis de la oferta.

De acuerdo con datos del Departamento de Agricultura de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la producción mundial de carne de porcino creció a una tasa promedio anual de 0,6% durante el período 2013-2017 (Amo, 2018). Para 2019, basado en datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA, por sus siglas en inglés), la producción mundial de carne de porcino se contrajo 8.4% en relación con el 2018, y se esperaba que para el 2020 existiera una reducción del 7.5% respecto al 2019 debido a las complicaciones sanitarias entre los principales productores (como por ejemplo China) derivado de la peste porcina africana (SADER, 2020). Para el 2020, la producción mundial de carne de especie porcina se encontraba concentrada principalmente en cuatro países: China, la Unión Europea, Estados Unidos de América y Brasil (COMECARNE, 2021). A nivel Latinoamérica en 2018, Brasil se situó como el mayor productor y consumidor de carne porcina, seguido por México (Amo, 2018). Por su parte, México ocupó la octava posición con una participación del 1,48% en la producción mundial de este tipo de carne, con 1,45 millones de toneladas producidas en 2020 (COMECARNE, 2021).

En el 2019, la producción nacional de carne de porcino la llevaban a cabo 5,800 mil productores, alcanzando un hato nacional de 18.6 millones de cabezas, 4.5% arriba de la cifra del 2018 (Rebollar, *et al.*, 2019; SADER, 2020). Para 2020, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) había estimado que la producción de carne de porcino ascendería a una producción de 1.7 millones de Ton, lo que representaría un incremento del 4% en comparación al 2019 (SADER, 2020). En ese año, México produjo 7.4 millones de toneladas de carne (48% correspondiente a la producción de carne de pollo, seguido de la carne de bovino con un 28% y finalizando con la carne de porcino con un 22%), siendo la producción cárnica porcina la que más creció con un 3.1% (COMECARNE, 2021). Asimismo, en 2020 el PIB generado por el sector cárnico procesador incrementó 2.7%, porcentaje superior a los reportados por la industria alimentaria y el sector agropecuario del 2019 (COMECARNE, 2021).

Sin embargo, aunque la porcicultura se practique en toda la República Mexicana, para el 2020 sólo tres estados abarcaban casi el 50% del total de la producción nacional: Jalisco con una participación del 23% (367,425 mil toneladas de carne de porcino generadas), Sonora con el 20% (315,620 mil toneladas) y Puebla con un 10.5% (171,459 mil toneladas), por su lado, el estado de Oaxaca ocupó el noveno lugar en producción de carne de porcino con una participación del 1.8% (29,356 mil toneladas de carne) junto con un inventario preliminar para ese año de 655,939 mil cabezas de ganado porcino (SIAP, 2020; COMECARNE, 2021). En la estacionalidad de la producción de carne en canal de porcino en el estado de Oaxaca, se observa que la producción de carne (oferta) se eleva a partir de los meses octubre y noviembre bajando nuevamente entre los meses de diciembre y enero, esto en consecuencia a la alta demanda que obtiene el producto previo a las festividades y eventos ocurridos en esta temporada del año (ver Figura 2). También se nota un notable descenso en el mes de abril, debido a la festividad de “Semana Santa”, donde el consumo de carne de porcino disminuye (ver Figura 2).

A nivel regional, la oferta de carne de porcino en canal se explica directamente por el precio de la carne y por la temporada del año (Rebollar, *et al.*, 2014). A excepción de los meses de noviembre y diciembre (en los cuales se incrementa la producción de carne de porcino como respuesta a una mayor demanda) el resto del año cuenta con una producción estable debido a que la oferta casi siempre busca establecer un equilibrio con la necesidad del mercado (exceptuando el mes de la festividad de “Semana Santa” donde la oferta decae debido al bajo consumo de carne porcina) (SAGARPA-SIAP, 2013).

6. Importaciones y exportaciones.

A nivel mundial en 2020 a consecuencia de la pandemia del COVID-19, se generó una oportunidad para las exportaciones con un crecimiento histórico de 47.3% contra 2019, mientras que las importaciones se redujeron en -2.9% (COMECARNE, 2021).

Según datos del Departamento de Agricultura del Gobierno de Estados Unidos de América (USDA), las importaciones netas de carne de porcino de México entre 2005 y 2017, representaron en promedio el 31% del consumo del cárnico en el país, en tanto que se destinó a las exportaciones un volumen equivalente al 7.3% de la producción nacional (Amo, 2018). Entre 2018-2019, el principal comprador de carne de porcino mexicana fue

Japón, con una participación del 66.7%, seguido de China y Estados Unidos de América en un 16.6% y 8.8%, respectivamente (SADER, 2020). En el año 2020, las estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) previeron que las exportaciones de cárnicos de porcino alcanzarían 212 mil toneladas, lo que representaría un incremento del 20.5% respecto al 2019 (SADER, 2020).

Entre 2020-2021, México fue el tercer país que más carne de porcino importó del extranjero, detrás de países como Japón y China, siendo su principal proveedor el país de Estados Unidos de América con un 83.9%, seguido de Canadá con un 15.9%, adquiriendo en el año de 2017 un aproximado de 803 mil toneladas (88% constituida de carne fresca o refrigerada y 12% de carne congelada) (Amo, 2018; SADER, 2020; COMECARNE, 2021). A pesar de la política gubernamental mexicana de aumentar la exportación, la estructura productiva del país sigue sin ser demasiado competitiva, solo la mitad de los centros de sacrificio porcino de México son rastros TIF (los únicos certificados por SADER para la exportación de cárnicos), por esta razón, México registra un saldo deficitario en el comercio exterior de carne de porcino (Amo, 2018). En el promedio mensual del año 2020, se exportaron 22,416 mil toneladas y se importaron 87,880 mil toneladas, por lo que se registró un déficit comercial de 65,464 mil toneladas (COMECARNE, 2021). Ante este panorama general, la producción local presenta ciertas deficiencias como la falta trazabilidad de la mercancía, salubridad de las cabezas y una insuficiente cadena de frío y congelado (Amo, 2018).

7. Comercialización del producto.

7.1. Canales de distribución.

En México, los porcinos son de gran importancia por su contribución a la nutrición humana, a los sistemas de producción agrícola y su función económica (Amo, 2018). El cambio que se está experimentando en la red de producción porcina con la integración del proceso productivo por grandes productoras y la preferencia del consumidor mexicano por la carne fresca, son los factores principales que ayudan a entender la configuración de los canales de distribución para la carne y productos del porcino en México (Amo, 2018).

En el país, el sacrificio de ganado porcino es realizado en tres diferentes tipos de establecimientos, que van desde los de más alta calidad tecnológica y con elevados

controles higiénicos (rastros tipo TIF), hasta los rastros municipales y sacrificio *in-situ* (practicado principalmente en zonas rurales) (Sánchez, 2015). Del total de ganado porcino sacrificado en el país, alrededor de un 55% es realizado en rastros tipo TIF, la mayoría ubicados en los estados de Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Durango, Estado de México, Michoacán, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas (Sánchez, 2015). En cambio, los rastros municipales (alrededor de 685 en todo el país) cuentan con aproximadamente el 25% del sacrificio total de ganado porcino, siendo establecimientos de sacrificio con menor capacidad individual de matanza y variable manejo pre-sacrificio y post-sacrificio, cuya administración depende primordialmente de las autoridades locales y cuentan con la opción de vender al intermediario o al matadero y, éste a su vez ser el medio para vender la carne directamente al consumidor o a empresas procesadoras, por último, aproximadamente un 20% del sacrificio nacional de ganado porcino es realizado en mataderos *in-situ* (rastros privados o de pequeñas producciones) (SAGARPA-SIAP, 2013; Sánchez, 2015; Amo, 2018). En 2018, de acuerdo con datos del Consejo Mexicano de Carne, existían alrededor de 16.86 millones cabezas de ganado porcino vivas, de las cuales 4.74 millones pertenecían a rastros metropolitanos, 8.40 millones a rastros tipo TIF y 3.72 a rastros privados o pequeños poricultores (Amo, 2018).

En un país en donde las tres principales ciudades están alejadas las unas de las otras y las zonas industriales se encuentran concentradas al centro, esto se transforma en un factor determinante a la hora de afrontar la estrategia de comercialización, propiciando que el ámbito de actuación del agente distribuidor (importador o exportador) se limite a una región en concreto del país (Amo, 2018). Generalmente, los canales de distribución van a depender del tamaño de la granja productora, la definición del mercado y mercancías y de la existencia de intermediarios o carniceros locales quienes son los que fijan el precio en el mercado (Alonso, *et al.*, 2020).

Dado que este proyecto empieza con 28 porcinos de 8 semanas de edad y finaliza con 27 animales de 24 semanas de edad (se considera un 5% de mortalidad por ciclo productivo), el canal de comercialización consta en el embarque de los animales en las instalaciones de la granja hacia la báscula ejidal “Nuñez Esquivel” (ubicada en la 23A. Sur SN, colonia Centro del municipio de Santiago Pinotepa Nacional) donde son pesados para poder

realizar la venta por el precio por kilo previamente acordado con el intermediario interesado. La movilización de los animales debe ser realizada en vehículos diseñados o adaptados para este fin, evitando la sobrecarga y respetando en todo momento las especificaciones indicadas para su transporte enunciadas en la NOM-051-ZOO-1995, “Trato humanitario en la movilización de animales”. Las condiciones más importantes en el transporte son evitar las altas temperaturas y mantener grupos homogéneos de animales, respetando el número máximo por grupo y superficie mínima por animal (0.43 m²/cabeza/100 kg de peso vivo), el manejo en la carga y descarga debe ser el adecuado, evitando los golpes y lesiones (Illescas, *et al.*, 2012). Cabe mencionar que el transporte desde el embarque hacia la báscula es proporcionado por el comprador.

C) Estudio técnico.

1. Reconocimiento del área.

1.1. Localización del estado y región.

1.1.1. Localización estatal.

El estado de Oaxaca se localiza en la porción sureste de la República Mexicana, entre los 15°39' y 18°42' de latitud norte y entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste (INAFED, 2018). Se encuentra a una altitud que varía del nivel del mar, hasta los 3,750 msnm (metros sobre el nivel del mar) y cuenta con una extensión de 93,757.6 km², representando el 4.8% de la superficie del país (INEGI, 2020).

1.1.2. Localización municipal.

Oaxaca es la entidad del país con el mayor número de municipios (570 municipios), entre ellos se encuentra el municipio de Santiago Pinotepa Nacional, el cual en tiempos del gobierno virreinal llevó el nombre de Pinotepa del Rey, después de la independencia se le denominó Pinotepa del estado, hasta que obtuvo el nombre actual de Santiago Pinotepa Nacional (Indesol, 2012; INEGI, 2020). El municipio tiene una superficie territorial total de 793.69 km², representando el 0.75% de la superficie del estado e integrando al distrito de Santiago Jamiltepec (Leonardo, *et al.*, 2012). Se encuentra situado en la llanura costera del océano Pacífico, en la región de la Costa Chica del estado de Oaxaca (ver Figura 3), con

coordenadas geográficas 16°06' y 16°29' de latitud norte, meridianos 97°57' y 98°20' de longitud oeste y altitud entre 0 m-800 m (promedio 205 msnm) (Leonardo, *et al.*, 2012).

1.2. Límites del estado y del municipio.

1.2.1. Límites estatales.

Oaxaca limita al norte con los estados de Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con el estado de Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero (INAFED, 2018).

1.2.2. Límites municipales.

Basado en la información del Indesol 2012, el municipio de Santiago Pinotepa Nacional cuenta con las siguientes colindancias:

Norte:

- Santiago Llano Grande
- San Sebastián Ixcapa
- San Miguel Tlacamama
- Pinotepa de Don Luis

Sur:

- Océano Pacífico

Este:

- Santo Domingo Armenta
- San José Estancia Grande
- Santa María Cortijos

Oeste:

- San Andrés Huaxpaltepec
- Santa María Huazolotitlán

El municipio dentro de su jurisdicción cuenta con cuatro agencias municipales, veintisiete agencias de policía y tres delegaciones (Indesol, 2012):

- Agencias municipales (Santa María Jicaltepec, El Ciruelo, Collantes y Mancuernas).
- Agencias de policía (Banco de Oro, Minitan, Pie del Cerro, Mariano Matamoros, Loma Larga, La Noria y Minindaca, El Carrizo, La Palma de Coyul, Los Pocitos,

Cerro de la Esperanza (El Chivo), Rancho de la Virgen, El Añil, Lo de Candela, Lo de Mejía, El Alacrán, Lo de Riaño, Lagunillas, El Ranchito, El Tamal, Motillas, La Raya, Los Horcones, Corralero, Guadalupe Victoria, Agua de la Caña, La Cruz del Itacuán y Piedra Blanca).

- Delegaciones (Arroyo Seco, El Palomar y Paso de las Garrochas).

1.3. Hidrografía del estado y del municipio.

1.3.1. Hidrografía estatal.

El sistema hidrográfico estatal es complejo dado la gran cantidad de corrientes y nombres que se les atribuyen a éstas a lo largo de su recorrido, sin embargo, el principal aprovechamiento está dirigido a la generación de energía y únicamente en partes, a la agricultura (INAFED, 2018). Todas estas corrientes están divididas en dos vertientes: la vertiente del Golfo y la vertiente del Pacífico (INAFED, 2018).

La vertiente del Golfo está constituida principalmente por los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos y la vertiente del Pacífico está constituida básicamente por las corrientes del río Mixteco, del río Atoyac y del río Tehuantepec, con sus respectivos afluentes (INAFED, 2018).

De manera general, los principales ríos del estado de Oaxaca son (INAFED, 2018):

- El Verde
- Tonameca
- De la Arena
- Zimatlán
- Papaloapan
- Tehuantepec
- Perros
- Cajonos
- De la Lana
- Jaltepec
- Coatzacoalcos
- Encajonado
- Chiapa

Las principales presas del estado son (INEGI, 2020):

- Miguel Alemán (Temascal)
- Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro)

- Presa Benito Juárez
- Presa Yosocuta

Las principales lagunas son (INEGI, 2020):

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| ● Superior (Mar Santa Teresa) | ● Inferior (Mar Tileme) |
| ● Pastoría | ● Oriental |
| ● Chacahua | ● Miniyua |
| ● Mar Muerto | ● Corralero |

1.3.2. Hidrografía municipal.

En general la Costa Chica es irrigada por el río Verde, cuencas del río de la Arena y río Ometepec o Grande, subcuencas del lago de Motengo y río Cortijos (DIGEPO, 2015). Las corrientes de agua perennes son el Lagartero, el Camarón, la Arena, Las Piedras, Yutacuiti, Limón, Motilla y Umiapa; las corrientes intermitentes son la Yutacata, el Macuil, la Bomba, Tutacucuan, La Pulga, Agua Fría y Chocolate, finalmente, los cuerpos de agua perennes pertenecen a la laguna de Corralero, laguna Tecomate y laguna La Salina (DIGEPO, 2015). Abordando de manera regional, el municipio de Santiago Pinotepa Nacional es irrigado por los afluentes de los ríos de la Arena y Canoa, provenientes del afluente del Río Salado, el municipio cuenta con los arroyos el Cacao, el Naranja, Nuestro amor, el Limón, el Carrizo y las playas de Corralero y Banco de Oro (Leonardo, *et al.*, 2012; INAFED, 2016). Independientemente del tipo de afluente, estos se destinan principalmente al uso doméstico, pecuario y agrícola (Leonardo, *et al.*, 2012).

1.4. Orografía del estado y del municipio.

1.4.1. Orografía estatal.

El sistema montañoso de Oaxaca está formado por la convergencia de la sierra Madre del Sur, la sierra Madre de Oaxaca y la sierra Atravesada, formándose de esta manera un nudo o macizo montañoso conocido con el nombre de “Complejo oaxaqueño” (INAFED, 2018;

INEGI, 2020). En particular, la Sierra Madre del Sur comprende casi el 79.82% del territorio estatal, corre a todo lo largo de la costa en dirección noroeste-sureste, teniendo como promedio una anchura aproximada de 150 kilómetros y una altura casi constante de dos mil metros, no obstante, algunas elevaciones sobrepasan los 2,500 metros (Leonardo, *et al.*, 2012; INAFED, 2018). Entre las principales elevaciones del estado, destacan el cerro del Zempoaltépetl con una altura de 3,396 msnm, entre otras más (INAFED, 2018).

Debido a su carácter montañoso, el estado no cuenta con valles de extensión considerable, sin embargo, destacan el Valle de Oaxaca, el valle de Nochixtlán, el valle de Nejapa, entre otros (INAFED, 2018). Por la misma razón existen un gran número de cañadas y cañones, que se forman según la disposición montañosa de la región, entre las principales se encuentran las de Cuicatlán y las de Cortés, Galicia y María en Tlaxiaco (INAFED, 2018). En su litológica son de importancia rocas intrusivas cristalinas, en especial los granitos y las metamórficas (Leonardo, *et al.*, 2012).

1.4.2. Orografía municipal.

La orografía del municipio de Santiago Pinotepa Nacional se caracteriza por presentar un relieve montañoso con terrenos muy accidentados, los cuales en su mayoría presentan pendientes superiores al 60% y son parte de la Sierra Madre del Sur, específicamente, a la Cordillera Costera del Sur y Costas del Sur (Leonardo, *et al.*, 2012; Indesol, 2012). La conformación general del municipio es de lomerío con llanuras (55.47%), llanura costera con lomerío (40.96%), playa o barra salina (1.92%), sierra baja compleja (1.49%) y valle de laderas tendidas con lomerío (0.16%), constituidas por rocas metamórficas precámbricas, rocas metamórficas y sedimentarias del Cretácico, ígneas intrusivas del Mesozoico e ígneas extrusivas del Terciario (Leonardo, *et al.*, 2012; DIGEPO, 2015). En las partes bajas podemos encontrar terrenos planos con pendientes entre el 2-4% con algunos cerros aislados, lomeríos situados en la parte intermedia con pendientes entre el 15% al 40% y elevaciones en la parte norte con pendientes de hasta un 80% (Indesol, 2012).

1.5. Clima del estado y del municipio.

1.5.1. Clima estatal.

El estado oaxaqueño aunque esté ubicado dentro de la zona tropical, presenta varios tipos de climas debido a su variada altitud sobre el nivel del mar (INAFED, 2018). El 47% de la superficie del estado presenta clima cálido subhúmedo con lluvias en verano localizado en toda la zona costera y hacia el este, el 22% presenta clima cálido húmedo localizado principalmente en la región norte, el 16% cuenta con un clima templado húmedo en las partes altas orientales, el 11% presenta clima seco y semiseco sobretodo la región centro sur y noroeste, el restante 4% presenta clima templado subhúmedo hacia el sur y noroeste del estado en zonas con altitudes entre 2,000 y 3,000 mil metros (INAFED, 2018; INEGI, 2020).

La temperatura media anual del estado es de 18-22°C, siendo la temperatura máxima promedio de 31°C en los meses de abril y mayo, con una temperatura mínima promedio de 12.5°C en el mes de enero (INEGI, 2020). La precipitación pluvial fluctúa entre los 431-2,710 milímetros dependiendo de la región (INEGI, 2020). La precipitación media estatal es de 1,550 mm anuales, con lluvias presentes en verano en los meses de junio a octubre (sobre todo en el norte del estado) (INEGI, 2020).

1.5.2. Clima municipal.

En el municipio de Santiago Pinotepa Nacional dominan los climas cálidos subhúmedos, con variación en los regímenes de precipitación e índice de precipitación-transpiración (Leonardo, *et al.*, 2012).

La zona presenta una temperatura media anual de 27°C con temperaturas para el mes más frío (diciembre) de 18°C y para el mes más caluroso (mayo) alrededor de los 30°C hasta los 40°C (Indesol, 2012). El municipio cuenta con tres zonas climáticas muy marcadas (Indesol, 2012):

- Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (Aw0):

Presentado en el 44.28% del territorio municipal ocupado por la franja costera más próxima al Océano Pacífico, su temperatura media anual va entre los 22°C a 28°C, con una temperatura media mayor de 18°C en el mes más frío y una precipitación total anual promedio entre los 700-1,200 mm (Indesol, 2012; Leonardo, *et al.*, 2012).

- Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (Aw1):

Se encuentra en un 30.08% del municipio, en una franja angosta que comprende principalmente del noroeste de Santa María Cortijos a las proximidades del río Ayutla en una altitud de 1,000 msnm con una temperatura media anual de 27.3°C (18°C en el mes más frío y 29.7°C en el mes más caluroso) (Indesol, 2012; Leonardo, *et al.*, 2012). La precipitación total anual va entre los 1,000-1,500 mm, concentrada en verano (septiembre) y con un porcentaje de lluvia invernales del 0.6%, siendo enero el mes más seco con 0.8 mm de precipitación (Indesol, 2012; Leonardo, *et al.*, 2012).

- Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (Aw2):

Clima localizado en el 25.64% del occidente y oriente del municipio con una temperatura media anual que varía entre los 22°C-28°C, con 18°C en el mes más frío (diciembre) y 28.8°C en el mes más caluroso (mayo) (Indesol, 2012; Leonardo, *et al.*, 2012). La precipitación total anual corresponde a un rango entre los 1,200 a 2,500 mm (Indesol, 2012; Leonardo, *et al.*, 2012).

De manera general, el municipio presenta registros de precipitación que varían entre los 1,200 y 2,000 mm que en promedio equivalen a un volumen medio anual de 3,400.5 mm³, de los cuales 768 mm³ escurren hacia el mar (aproximadamente el 22.6% de la precipitación) (Indesol, 2012; Leonardo, *et al.*, 2012; CONAGUA, 2020). Este municipio es afectado por el fenómeno ocurrido en el mes de junio llamado “canícula” o “sequía de medio verano”, el cual produce una alta precipitación seguida de una ligera disminución entre los meses de julio, agosto y septiembre, lo que provoca una alta humedad en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre (Indesol, 2012; Leonardo, *et al.*, 2012).

1.6. Flora y fauna del estado y del municipio.

1.6.1. Flora y fauna estatal.

De groso modo, la diversidad de fauna y flora del estado de Oaxaca varía dependiendo de la región geográfica. En la región de la Cañada, en la cuenca del río Tehuantepec y en el Istmo se localizan las selvas bajas, en cambio, a lo largo de la vertiente del Pacífico se entremezclan con las selvas medianas seguidas en importancia por los bosques de coníferas y encinos en las zonas montañosas, por otro lado, las áreas de pastizales se encuentran en la región de la Mixteca y Valles Centrales, existiendo pequeñas áreas de matorrales al

norooeste del límite con Puebla, finalmente, las zonas de manglar, palmar y mezquite se ubican en las regiones del sur (INEGI, 2020).

En los valles del estado existen los árboles de flamboyán, casuarina, palo mulato, ahuehuete, cazahuate, salvia, guamache, tomillo, hinojo y laurel, en la región de sierra se encuentran el pino ocotero, fresno, oyamel y encino, por último, en la zona costera hay presencia de palma de coco, mangle, popal-tular, coquito, guayacón, ceiba, higo, piña, zapote, entre otros (INAFED, 2018). Es importante mencionar que en las diferentes regiones del estado abunda el famoso agave espadín (también llamado agave mezcalero) el cual representa una especie productiva con alta relevancia cultural y económica (INAFED, 2018).

1.6.2. Flora y fauna municipal.

La vegetación del municipio de Santiago Pinotepa Nacional se caracteriza por selvas formadas de vegetación arbórea, zonas de pastizal, sabana, dunas costeras, manglar y áreas de uso agrícola (CONAGUA, 2020).

Las selvas se dividen en selvas bajas y medianas, ambas caducifolias y subcaducifolias con vegetación secundaria arbustiva y herbácea, desarrolladas sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje que ayudan a la regulación hidrológica, control de la erosión y el mantenimiento de la humedad de los suelos (Leonardo, *et al.*, 2012; CONAGUA, 2020). La selva baja caducifolia y subcaducifolia está ampliamente distribuida en la porción occidental del municipio en zonas entrecortadas por pastizales cultivados así como una pequeña región al noreste, desarrolladas preferencialmente sobre rocas ígneas y suelos cambisoles, con una extensión acumulada de 164 km², es decir, una quinta parte del área total municipal (20%) (Leonardo, *et al.*, 2012). Las selvas medianas caducifolias abarcan una extensión de 12 km² (1.5% del área municipal) en porciones muy aisladas entre sí, desarrolladas cerca de la línea de costa (Leonardo, *et al.*, 2012).

La presencia de sabana (1% área del municipio, igual a menos de 6 km²) se limita a un par de áreas en el occidente del municipio, sobre suelos luvisoles en rocas metamórficas en el área sur y norte (Leonardo, *et al.*, 2012). La vegetación de dunas costeras (desarrolladas a lo largo de la zona costera del municipio) abarca un 2.5% de la superficie municipal, lo equivalente a 20 km² (Leonardo, *et al.*, 2012). Los pastizales (tipo de vegetación con mayor

distribución espacial en el municipio y caracterizados por la dominancia de gramíneas cultivadas e inducidas) se distribuyen en un 28% de la superficie municipal lo equivalente a más de 222 km² de extensión en las zonas sur y suroeste cercanas a la zona costera (Leonardo, *et al.*, 2012; CONAGUA, 2020). Asimismo, el municipio cuenta con una zona de manglar ubicada en los terrenos bajos con altos contenidos de humedad a lo largo de 13 km² en los alrededores de las lagunas y costas (Leonardo, *et al.*, 2012). En lo que respecta al popal-tular, esta vegetación tiene una expresión mínima de un poco más de 2 km² ubicada al poniente de la región (Leonardo, *et al.*, 2012). El área restante no contemplada de la totalidad del municipio está constituida principalmente por el área agrícola (CONAGUA, 2020).

Las especies arbóreas que se pueden encontrar dentro del municipio son diversos, entre los que destacan el guanacaste, guarumbo, guamúchil, samaritan, drago, jocotillo, árbol de arco, piedro, tizundo, hormiguero, cacahuananche, chipilillo, bocote, cedro, caoba, roble, frutillo, amate, pochota, algarrobo, macuil, halague, tepehuaje, cubato, cornezuelo, saladillo, mangle, botoncillo, zopilote, cuatololote, quebracho, entre muchos otros (Leonardo, *et al.*, 2012). La fauna de la región se encuentra distribuida de acuerdo al tipo de clima y flora que se tenga. Comúnmente, en las áreas de selva húmeda se encuentran especies animales como tapires, salamanquesas, puerco espín tropical, nauyaca y cecilia oaxaqueña, asimismo, en las selvas secas se pueden encontrar especies como musarañas, armadillos, mapaches, aves como urracas, calandrias, chachalacas, tzenzontle, jilguero y diversas especies de colibríes, en cambio, las áreas de bosques cuentan con ardillas voladoras, ardilla roja, lince, conejos, pumas, murciélagos, tlaconetes, víbora de cascabel, búhos, gavilanes y venado cola blanca, finalmente, en la región de costa existen una gran variedad de garzas, águilas, palomas, codornices, iguanas, cocodrilos, ocelotes, tigrillos, tortuga caguama, “escorpiones”, insectos y en menos prevalencia, por su estado de peligro de extinción y vulnerabilidad, ejemplares de jaguares y monos aulladores (INEGI, 2020).

1.7. Suelos del estado y del municipio.

En la mayoría de la superficie del estado, las sierras están conformadas por rocas sedimentarias (formadas en las playas, ríos y océanos), ígneas intrusivas (encontradas por debajo de la superficie), ígneas extrusivas o volcánicas (creadas cuando el magma sale

hacia la superficie) y metamórficas (las cuales han sufrido cambios por la presión y altas temperaturas) (INEGI, 2020).

1.7.1. Tipos de suelos del estado.

Los principales tipos de suelo que existen en Oaxaca son el vertisol pélico, caracterizado por pertenecer a grietas anchas y profundas en época de sequía, el acrisol férrico, encontrado en las zonas tropicales o templadas muy lluviosas, el luvisol crómico, con un alto enriquecimiento de arcilla de colores rojos o amarillentos y el luvisol pélico, el cual frecuentemente son los suelos de tono negros y gris oscuro con alta susceptibilidad a la erosión (INAFED, 2018).

1.7.2. Tipos de suelos del municipio.

A nivel regional, se pueden encontrar diversos tipos de suelo tales como regosol (36.96%), gleysol (22.83%), phaeozem (16.55%), luvisol (9.61%), arenosol (5.43%), solonchak (2.95%), fluvisol (1.93%) y acrisol (DIGEPO, 2015; CONAGUA, 2020).

El suelo tipo regosol (suelos arenosos costeros) es un suelo somero y delgado de material no consolidado de tipo granular que se caracteriza por presentar una textura gruesa sin arcilla, altamente permeable, de color claro o pobres en materia orgánica que retienen poca humedad (CONAGUA, 2020). Los gleysoles se ubican principalmente en la franja suroeste encontrados en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año a menos de 50 cm de profundidad, regularmente presentan acumulaciones de salitre, son de colores grises, azulosos o verdosos y variables en su textura pero predominantes en los tipos arcillosos (genera problemas de inundación) (CONAGUA, 2020). El suelo de tipo luvisol son depósitos aluviales recientes, impermeables y con altos contenidos de arcilla acumulada en el subsuelo, provienen de una amplia variedad de materiales no consolidados, depósitos eólicos, aluviales y coluviales, se encuentra en zonas planas o de una ligera pendiente como planicies, valles, lechos de ríos, zonas lacustres, depósitos marinos y zonas de mareas o en ríos represados, frecuentemente son de color rojo o amarillento aunque también presentan tonos pardos, son suelos con alta susceptibilidad a la erosión (CONAGUA, 2020). El suelo de tipo acrisol, normalmente son suelos ácidos impermeables que contiene más arcilla en la parte inferior que en la superior, moderadamente susceptibles a la erosión, es común

localizarlos en superficies de tierra viejas con lomeríos o topografía ondulante, su génesis está asociado a la Sierra Madre del Sur, aunque se puede también considerar como una zona de transición hacia las llanuras costeras (Leonardo, *et al.*, 2012; CONAGUA, 2020). Estos tipos de suelos descansan sobre un basamento ígneo exclusivo de origen volcánico con un pH que varía desde 5.3 a 6.5 aproximadamente, con una materia orgánica mayor al 3% (contenido más bajo alrededor del 0.5%) (Indesol, 2012).

1.8. Posibilidad de uso agropecuario del estado y del municipio.

1.8.1. Posibilidad de uso agropecuario estatal.

Los recursos naturales en el estado de Oaxaca más destacados son los hidrológicos, estos permiten el desarrollo de la pesca en escala y autoconsumo con especies como camarón, tortuga, atún, bonito, guachinango y mojarra (INAFED, 2018). La minería en el estado tiene una larga tradición con reservas mineras de carbón, grafito cristalino, titanio, plata, oro y plomo, también se destaca la explotación y producción forestal maderable de coníferas y especies latifoliadas (INAFED, 2018; INEGI, 2021).

1.8.2. Posibilidad de uso agropecuario municipal.

El uso de suelo y vegetación en el municipio de Santiago Pinotepa Nacional se encuentra diversificado, la agricultura es la actividad más importante dentro del municipio, principalmente, la siembra de cultivos como maíz, frijol, chile verde, chile seco, papaya, jamaica, sandía, limón, coco, tamarindo y ajonjolí (Indesol, 2012).

La agricultura está distribuida de forma dispersa en las porciones sur y occidente del municipio, principalmente de temporal con cultivos anuales, cultivos permanentes y semipermanentes (Leonardo, *et al.*, 2012). La agricultura de temporal con cultivos anuales se desarrolla en pequeñas porciones del terreno, en el sur y en el noroeste cubriendo un área conjunta superior a los 8 km² (2% del área municipal), en cuanto a la agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes ésta se concentra preferencialmente en el sur, su superficie cultivada alcanza los 75 km² lo que representa alrededor del 10% de la superficie del municipio (Leonardo, *et al.*, 2012). En la mayor parte de los sistemas de producción de cultivos aún predomina la forma tradicional con técnicas como la roza, tumba y quema e instrumentos de trabajo como la estaca o el punzón para la siembra y la

limpia con coa o tarecua y machete, solo en algunos casos se aplican agroquímicos para el control de las malezas o plagas (Indesol, 2012).

El principal cultivo producido en la región durante el ciclo primavera-verano es el maíz de temporal, con una superficie de 5,550 ha, una producción de 8,168 Ton y rendimientos de 1.6 toneladas por hectáreas, del cual una mínima parte se destina para la venta y el resto para autoconsumo de los agricultores (Indesol, 2012). La producción de cultivos cíclicos está dada en mayor medida por la producción de sorgo para grano y forrajero, principalmente, para el alimento de ganado (Indesol, 2012). La producción frutícola del municipio se centra principalmente en las plantaciones de coco, mango, papaya y tamarindo, aunque, también se obtienen producciones de plátano, cítricos, maracuyá, guanábana, sandía, aguacate, zapotes, mamey, entre otros (Leonardo, *et al.*, 2012; Indesol, 2012; INEGI, 2020).

Dentro de las actividades pecuarias del municipio, la ganadería es la más rentable (aún cuando los precios del ganado en la región son muy bajos y fluctuantes a lo largo del año), centrado principalmente en la producción de ganado bovino de doble propósito cruza de ganado cebú, brahman y suizo en pastoreo extensivo y corrales con pastos inducidos como estrella de África, llanero, guinea, pará y en menor proporción tanzania, insurgentes y pangola (Indesol, 2012). La ganadería de tipo traspatio está determinada por la producción de gallinas, guajolotes, porcinos, caprinos y ovinos a nivel familiar prácticamente utilizada para el autoconsumo y sólo una mínima parte se destina a la comercialización regional (Indesol, 2012). Es importante mencionar que en algunos casos, la producción de esta actividad se ve ayudada por el beneficio de algún proyecto productivo de alguna dependencia de gobierno (Indesol, 2012).

Las dunas costeras (orillas del mar (médano) y orilla de las lagunas) son poco empleadas para las actividades agropecuarias debido a su tipo de suelo y su gran contenido de sales, sin embargo, la sal es un recurso natural altamente explotado en el municipio (Leonardo, *et al.*, 2012; INAFED, 2016). La actividad pesquera es considerada una de las actividades con alto poder productivo dado la cercanía con el océano Pacífico y la captura tradicional de especies como guachinango, róbalo, pargo, ronco, mojarra y cuatete, estos productos son comercializados en el mercado municipal “Pedro Rodríguez” o son movilizados hacia la zona del puerto de Acapulco de Juárez, Guerrero (Leonardo, *et al.*, 2012).

2. Selección del sitio para la ubicación de la granja.

2.1. Microlocalización.

El lugar de la granja se ubica en las coordenadas 16°19'57.4"N 98°06'44.9"O en un predio que pertenece a la tenencia de ejidos. Es un terreno plano, ligeramente accidentado, sin montañas, situado hacia dirección oeste de la cabecera municipal aproximadamente a ocho kilómetros del centro de Santiago Pinotepa Nacional, lo equivalente a 30 minutos en coche (ver Figura 4 y Figura 5).

2.2. Vías de acceso.

La vía de acceso principal al municipio es la carretera Federal No.200 Costa del Pacífico Acapulco-Salina Cruz, carretera federal que comienza desde la ciudad de Tepic en Nayarit hasta la ciudad de Puente Talismán en Chiapas (frontera con Guatemala), esta carretera cruza todo el municipio, convirtiéndola en la principal vía de acceso. Esta carretera comunica al municipio con otras ciudades y puertos importantes como el puerto de Acapulco de Juárez, Puerto Escondido y el distrito del municipio, Santiago Jamiltepec. La carretera Federal No.200 se bifurca en otras vías que comunican al municipio con sus agencias (por ejemplo: Corralero, Loma Larga, Los Horcones, entre otros) por medio de una red de caminos secundarios de terracería (Leonardo, *et al.*, 2012).

El acceso principal a la granja del proyecto es por medio del camino de terracería que se desprende de la carretera No. 200 hacia la agencia de Loma Larga-Los Horcones, aproximadamente a ocho kilómetros del centro del municipio.

3. Sistema de producción de la granja.

3.1. Descripción del sistema de producción.

El proyecto consta de un sistema de producción porcícola de traspatio con una finalidad zootécnica para abasto local en una modalidad “Todo dentro-Todo fuera”. Cada ciclo productivo se inicia con 28 lechones destetados de ocho semanas de edad (aproximadamente entre 20-25 kg) cruza Landrace x Yorkshire que son llevados a finalización hasta las 24 semanas de edad o, en su caso, hasta los 80-100 kg para venta. Al

año se busca obtener tres ciclos productivos con una duración de 16 semanas o 112 días de producción.

Para lograr lo anterior, las instalaciones del proyecto cuentan con dos corrales (Corral 1 y Corral 2) de 10 m x 3 m cada uno hechos con materiales de la región, en donde son ingresados 14 lechones por corral en cada ciclo productivo. La línea de producción se continúa mediante la compra de 28 lechones con las mismas características a una semana posterior al término del ciclo productivo anterior.

3.2. Flujograma.

Inicialmente, se van a introducir una totalidad de 28 lechones destetados (14 lechones en el Corral 1 y 14 lechones en el Corral 2) que permanecen hasta la semana 16 de producción para proceder a su venta, después de una semana de la venta (tiempo en el cual se limpian y desinfectan las instalaciones) se adquieren otros 28 lechones que nuevamente se sacan a venta a la semana 16 de producción y una semana posterior de la venta, se introducen otros 28 lechones, logrando al año una totalidad de tres ciclos productivos. El Ciclo 1 de producción comienza en el mes de enero para que los porcinos sean sacados a la venta en el mes de abril, el Ciclo 2 empieza a principios del mes de mayo para vender en el mes de agosto y finalmente, el Ciclo 3 inicia en la primera semana de septiembre para sacar a la venta en el mes de diciembre. Después de la venta del Ciclo 3 se inicia un período vacío con una duración aproximada de 2 semanas. Para este proyecto se considera una mortalidad del 5% en el período de salida de los animales (ver Anexo 1).

3.3. Instalaciones.

El diseño de una granja porcina tiene por objetivo el crear un medio ambiente propicio para optimizar la producción, facilitar la medicina preventiva y obtener un mayor bienestar en los animales, por lo tanto, se le debe dar importancia a factores como la facilidad de manejo, facilidad de aporte de alimentos, agua, materiales usados, disposición de los desechos, etc. (Pinelli, *et al.*, 2004; Illescas, *et al.*, 2012).

En algunas granjas, la finalización se separa en etapas según las necesidades nutricionales y de espacio vital, considerando la formación de lotes uniformes por sexo, peso y tamaño (ver Cuadro 2 y Cuadro 3) (Illescas, *et al.*, 2012; Mendoza, 2017).

Usualmente, los porcinos en finalización son instalados en naves independientes, preferiblemente de forma rectangular las cuales ayudan a mantener las condiciones adecuadas para obtener elevados índices de crecimiento, conversión alimenticia, control ambiental y de sanidad junto con elementos básicos (en sistemas más tecnificados) como pisos tipo “slat”, foso de deyecciones, comederos tipo tolva para alimentación seca o húmeda, bebederos regulables en altura (tipo chupón o tasa) y sistemas de ventilación (Illescas, *et al.*, 2012).

Particularmente, los comederos y bebederos son un elemento de gran relevancia en las explotaciones porcinas de cualquier tipo, las deficiencias en la cantidad y diseño de estos pueden afectar el consumo de agua y alimento lo que puede impactar en la salud y fin zootécnico de los animales (Illescas, *et al.*, 2012; Martínez, *et al.*, 2021). Los sistemas de bebederos denominados de “chupón”, se consideran los más convenientes y recomendables dado que no permiten el estancamiento o desperdicio excesivo, son económicos y de fácil colocación, sin embargo, es necesario un aprendizaje previo por parte del animal, una altura acorde al tamaño del animal y una adecuada presión de agua para su normal funcionamiento (Illescas, *et al.*, 2012). Para la colocación de los bebederos es preferible que estén ubicados próximos al área húmeda o de deyecciones para lograr una evacuación rápida del agua (Illescas, *et al.*, 2012). Las tuberías, en general, es conveniente que estén instaladas fuera de las construcciones para facilitar su reparación y evitar posibles daños por parte de los animales (Illescas, *et al.*, 2012).

En un sistema de producción familiar o de traspatio, las instalaciones son generalmente corrales con paredes de mampostería o de madera, techos de lámina o de materiales encontrados en el lugar, con pisos de tierra o parcialmente de concreto (Alonso, *et al.*, 2020). Los pisos pueden llegar a presentar un declive que desemboca a una canaleta donde los desechos son recogidos para llevarlos hacia las áreas de cultivo (para abono) o hacia el drenaje público (Alonso, *et al.*, 2020). Los bebederos y comederos son rústicos en su mayoría (tipo canoa o artesanal), que miden lo ancho del animal desde la punta de la escápula a la otra punta de la escápula y que incorpora barreras al nivel de la cabeza y hombros para asignar un espacio y acceso al comedero por animal reduciendo la agresividad durante la comida, asimismo, la administración de alimento húmedo ayuda a

disminuir la motivación para pelear dado que el volumen de la dieta promueve la saciedad (Mendoza, 2017).

Las instalaciones del proyecto constan de dos corrales (Corral 1 y Corral 2) de forma rectangular con medidas de 10 m de largo x 3 m de ancho, cada uno, tienen un espacio disponible para los animales de 9.7 m x 3 m (29.1 m²). Basados en la información del Cuadro 3 (ver Cuadro 3), donde se manejan espacios promedios de 1-1.5 m² por cada 60-110 kg de peso vivo, el proyecto considera un espacio vital de 2 m²/porcino desde que ingresan con un peso aproximado de 20-25 kg hasta que salen a la venta con un peso entre los 80-100 kg.

Ambos corrales cuentan con un área con piso de cemento y un área de piso de tierra. El área de piso de cemento cuenta con un declive del 3% y una barda de ladrillos de 2 m de altura, en esta área se encuentran los comederos, bebederos y un techo de un solo agua de láminas galvanizadas fijadas en vigas de madera de la región (árboles de tepehuaje, clavo amarillo y campeche) sobre horcones del mismo material con una altura de 3.5 metros y 3 metros, ambos enterrados a una profundidad de un metro. Los comederos son de tipo canoa con pulido fino de 1 m de largo y 0.30 m de ancho (3 comederos por corral), mismos que sirven como bebederos. Sobre el perímetro del área de piso de tierra se tienen postes de madera de la región enterrados a una profundidad de 0.70 m y a una altura de 1.80 m por fuera, estos están rodeados de una malla ciclónica hexagonal 69x69 de 1.5 m unidos por medio de grapas de 1", a nivel del piso se tiene una línea de alambre de púas para evitar que los porcinos hozen debajo del corral. En medio de ambos corrales, en el área de piso de tierra, se encuentra una lona de 4.5 m x 2.5 m (agujereada para evitar accidentes con las corrientes de aire) atada a los postes perimetrales mediante rafias para amplificar el área de sombra para los animales. Al extremo final de cada corral, se encuentra una canaleta de 3 m x 0.4 m que desemboca en un terreno para siembra de pasto insurgentes y estrella de África, para ayudar a evitar el encharcamiento de los corrales (ver Figura 6).

Finalmente, sobre la pendiente natural del terreno se coloca un tinaco para agua de la marca Rotoplas® con capacidad de 750 L, del cuál se abastece de agua para el consumo de los animales y limpieza de los corrales (ver Figura 6).

3.3.1. Procedencia del material para las instalaciones.

El material utilizado para la creación de las instalaciones procede principalmente de los recursos y establecimientos que ofrece la región. Todo lo referente a la construcción de cemento es construido mediante la contratación de un servicio de albañilería pagado por la totalidad de la obra (\$4,500.00 por la obra), los tabiques son hechos por el mismo albañil. El material que sea utilizado (bultos de cemento, grava, arena, malla, grapas, alambre de púas, etc.) es cotizado en la distribuidora de materiales “Malena”, ubicada en carretera Pinotepa-Acapulco Km. 1 S/N entre calles 15A Norte y 17A Norte, Barrio Ñuzaca de Santiago Pinotepa Nacional y en la ferretería “Navarrete”, ubicado en calle 5a. Sur y 11A. Pte., colonia 5 de mayo perteneciente al municipio, ambos cuentan con servicio a domicilio. El material de madera (postes, vigas y horcones) es obtenido por la tala de los árboles de tepehuaje, clavo amarillo y campeche que circundan al terreno en donde está ubicada la granja, todo el material de madera es talado mediante la contratación de mano de obra específica para tal fin pagada por día trabajado (dos personas a \$250.00/día cada una, ver Anexo 5).

En resumen, para la construcción de ambos corrales se necesitan los siguientes materiales:

- Nueve bultos de cemento de 50 kg marca Cruz Azul®.
- Un camión de volteo de arena.
- Un camión de volteo de grava.
- Dos rollos de malla ciclónica hexagonal 69x69 de 1.5 m x 20 m.
- Un rollo de alambre de púas de 300 m.
- Medio kilo de grapas de 1”.
- Seis láminas galvanizadas 1 x 3 m calibre 26.
- Veinte birlos para láminas 3/16 x 8”.
- Un taladro rotomartillo marca Pretul®.
- Una carretilla 8ft marca Truper®.
- Veintitrés postes de madera de 2.5 m de largo.
- Dos vigas de madera de 6 m de largo.
- Dos horcones de madera de 3.5 m de largo.
- Dos horcones de madera de 3 m de largo.
- Un cavador agrícola de 48” marca Pretul®.
- Una pala curva marca Truper®.

- Una barreta de 2.5 m de longitud.
- Un martillo marca Truper® 16 oz.
- Una pinza de hacendado marca Surtek®.
- Rafia de polipropileno marca Fiero®.
- Una lona de plástico de 4.5 m x 2.5 m.
- Un tinaco marca Rotoplas® con capacidad de 750 L.

3.4. Semovientes.

3.4.1. Procedencia de los lechones.

En México, la producción de ganado porcino no se realiza con razas puras sino con las múltiples cruzas de éstas (Amo, 2018). Entre las razas más usadas en la porcicultura nacional se encuentran las cruzas con razas puras de Duroc, Landrace, Hampshire, Yorkshire, Pelón mexicano y Pietrain (Amo, 2018). Las granjas de mayor tamaño producen su propia genética a través de la cría e importación de razas desde el extranjero y las granjas menores consiguen a sus animales a través de estos (Amo, 2018).

Para el proyecto se va a contactar al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 10 (CBTa. No. 10) ubicado en Prolongación 6° Norte S/N, colonia el Dispensario en Santiago Pinotepa Nacional, para hacer la cotización de los 28 lechones destetados y castrados (en el caso de machos) de ocho semanas de edad, cruce Landrace x Yorkshire. El CBTa. No. 10 es el único proveedor de lechones que tiene el proyecto dado que maneja una genética, manejo y sanidad de calidad en sus reproductores y lechones.

3.4.2. Manejo de los animales.

El manejo se inicia introduciendo a los 28 porcinos de 8 semanas de vida con un peso aproximado de 20-25 kg a la etapa de finalización con una estadía de tiempo que dura 16 semanas o hasta que alcancen el peso de venta de 80-100 kg. Como cualquier especie animal de abasto, el manejo zootécnico no es común durante su estancia, los manejos clínicos que se pueden necesitar durante el ciclo de producción es dada por vigilancia de los individuos. El manejo de los animales como identificación se realiza en la recepción de los animales nuevos a la granja, la desparasitación, administración de vitaminas, etc. se hace 15 días posteriores de su llegada, el pesaje inicial se realiza en el lugar de carga hacia la granja

dado que el lugar de destino no cuenta con una báscula propia. Cabe señalar, que los animales que se adquieran ya se encuentran castrados y destetados, de igual manera, no se les realiza la práctica de descolmillado debido a que no se considera necesario para la finalidad del proyecto. La desparasitación y aplicación de vitaminas se proporciona a los 15 días posteriores de la llegada de los animales, una segunda desparasitación y administración de vitaminas se da seis semanas antes de la salida para venta.

El último manejo que se le provee a los porcinos (cuando alcancen un peso entre los 80-100 kg), es el embarque para el transporte al lugar de pesaje, sacrificio o rastro. Es recomendable que la movilización sea preferentemente en las horas más frescas del día (por la tarde o noche), asimismo, se deben evitar factores como las altas temperaturas y los largos trayectos (Illescas, *et al.*, 2012). En el caso de la movilización de los animales dentro del corral, estos se mueven mejor en un límite con lados sólidos y una parte superior abierta, se deben minimizar los contrastes entre luz y oscuridad para evitar contratiempos en el embarque (Mendoza, 2017). Las condiciones de transporte desde la granja hasta la descarga son fundamentales, ya que de ello depende la calidad posterior de la carne, deben evitarse durante el trayecto que los animales sufran golpes, heridas y estrés que repercutan en un desgaste de sus reservas energéticas, las condiciones deben ser de la manera más tranquila para garantizar una buena calidad organoléptica de la canal y que no existan canales *PSE* (por sus siglas en inglés *pale, soft and exudative meat* o carne pálida, blanda y exudativa en español) o canales *DFD* (por sus siglas en inglés *dark, firm and dry meat* o carne dura, seca y oscura en español).

El medio de transporte de los porcinos finalizados del proyecto es proporcionado por el intermediario o comprador, con destino hacia la báscula ejidal “Nuñez Esquivel”, ubicada en la 23A. Sur SN colonia Centro del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, para proceder posteriormente a la venta de los animales.

3.4.3. Registros de producción.

En los sistemas de producción de traspatio normalmente no se lleva a cabo el control ni registro de su producción, por lo que no se tiene información referente a la situación de la unidad productiva con respecto a la identificación de los animales y parámetros

productivos, entre las posibles causas de esto se pueden encontrar la falta de capacitación o de interés por parte del productor (Alonso, *et al.*, 2020).

Se debe recordar que la principal finalidad del sistema productivo de traspatio o familiar no es conseguir un alto índice de producción, sino que en muchas ocasiones es una actividad económica secundaria considerada como un método de ahorro.

Los registros de producción que se pueden incluir en el proyecto son:

- Peso de los animales a la llegada de la granja (el pesaje se lleva a cabo en la granja de origen debido a la falta de una báscula en la granja de destino).
- Fecha de entrada de los animales al corral (fecha de inicio del ciclo de producción).
- Identificación visual de los animales.
- Número de machos y hembras.
- Fecha de la primera desparasitación y aplicación de vitaminas junto con el nombre y dosis del fármaco utilizado.
- Fecha de la última desparasitación y aplicación de vitaminas junto con el nombre y dosis del fármaco utilizado.
- Cantidad de alimento y agua proporcionados por día.
- Fecha de salida de los animales (fecha del término del ciclo de producción).
- Peso de los animales en la báscula de destino.
- Anotaciones de algún tratamiento clínico, manejo especial o imprevistos sucedidos en los animales durante su estancia (debe incluir qué se hizo, cómo se realizó, cuándo, qué cantidad, quién y, si es posible, que animal y su desenlace).

Todo lo anterior debe ser anotado, procurando colocar la fecha y nombre de quién lo escribe.

3.5. Alimentación.

Las necesidades nutritivas de los porcinos varían con la edad, el estado de salud y de desarrollo (Gutierrez, 2015). En el caso de los lechones o animales en precebo (animales de hasta los 20-25 kg de peso), se busca un crecimiento rápido y homogéneo a base de una alimentación que contenga buenos niveles energéticos (3,350-3,500 kcal/kg), proteicos (14%-16%) y de fácil asimilación (Illescas, *et al.*, 2012; Gutierrez, 2015). Durante la etapa de crecimiento y desarrollo (25-60 kg) se recomienda alimentar *ad libitum*, mínimo 2.8 kg

de alimento comercial medicado por animal por día (Mendoza, 2017). Para animales en finalización (partir de 60 kg hasta el peso de venta), se busca conseguir una buena calidad en la canal, alta conversión alimenticia (CA) y una elevada velocidad de crecimiento, esto por medio del uso de alimentos comerciales medicados con niveles energéticos más altos y menos contenido proteico (12% de proteína cruda) (Illescas, *et al.*, 2012; Gutierrez, 2015). Cabe destacar que la distribución del alimento es esencial para asegurar la uniformidad del peso dentro del grupo y la reducción de la agresión durante el tiempo de la alimentación, así también, se debe considerar que en animales castrados se da un mayor acúmulo de grasa (Illescas, *et al.*, 2012; Mendoza, 2017).

Administrativamente hablando, el rubro alimentación en cualquier tipo de granja representa un 70-80% de los costos de producción, por lo tanto, se debe buscar la obtención de una adecuada conversión alimenticia mediante la selección de ingredientes de calidad, inocuidad, alta disponibilidad, valor nutritivo, palatabilidad y precio, éste último se encuentra altamente relacionado con el costo de granos, sobre todo, del maíz amarillo (por ser el principal ingrediente utilizado en las dietas) y sorgo (Gutierrez, 2015; Amo, 2018). Los pequeños productores no suelen aprovecharse de las ventajas de las economías de escala, por lo que la alimentación del ganado les resulta proporcionalmente más cara que a las grandes procesadoras, sin embargo, al alimentar a sus animales con insumos alimenticios excedentes de cosechas o sobrantes de las regiones rurales logran abaratar los costos de producción, aunque su ciclo productivo se alargue en número de días para lograr el peso exigido por el mercado (Amo, 2018; Alonso, *et al.*, 2020). Por lo tanto, el sistema de alimentación en estas producciones se vuelve muy variado en cuanto a sus fuentes, no obstante, es basado principalmente en los desperdicios de las ramas de la industria alimenticia de las ciudades cercanas (barreduras de panadería, pan duro, sémolas de trigo, tortilla dura, masa agria, desperdicios de verduras y frutas), el uso de alimentos balanceados como complemento y desperdicios de restaurantes, de casas adjuntas a las instalaciones o generados por los propios propietarios, en algunos casos, se utiliza una combinación de alimento industrial y alimento elaborado por los propios productores todo dependiendo del sistema de alimentación que se maneje (Mendoza, 2017; Amo, 2018; Alonso, *et al.*, 2020). En general, el sistema de alimentación que maneja el proyecto se basa en dar como complementación el alimento balanceado marca Api-Aba® Carnerina® Premium No. 1,

No. 2 y No. 3 de la empresa Malta-Cleyton® (la cantidad está basada en el mes productivo en el cual se encuentren los animales), brindar el desperdicio de tortillería (masa agria y tortilla dura) disuelto en el suero de leche de vaca, y por último, proporcionar el desperdicio de verdulería y frutería (ver Anexo 3).

3.5.1. Procedencia de los insumos alimenticios.

El desperdicio de tortillería es cotizado en la tortillería “Tania”, localizada en la calle 19a. Sur S/N, colonia El Porvenir perteneciente al municipio, con un costo de \$15.00 por recolecta (cada recolecta es de aproximadamente entre 5-20 kilos).

El suero de leche de vaca es un subproducto obtenido de la creación de productos como el queso fresco y queso prensado que son comercializados por diferentes productores en la región. Este insumo es cotizado de un acaparador de leche de vaca dedicado a la producción de quesos frescos en el municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. La cantidad de suero proporcionado a los animales es de acuerdo a la cantidad de leche acaparada en promedio (entre 150-200 litros/día), la literatura marca que por cada litro de leche se producen 900 ml de suero (Solís, *et al.*, 2012), por lo tanto, al día se pueden proporcionar a los animales entre 135 a 180 litros de suero. Basado en la información dada por el acaparador en el mes de julio del 2021, el precio por litro de suero manejado en la región es de alrededor de un \$1.00/litro de suero de leche de vaca.

El desperdicio de verdulería y frutería se cotiza en la verdulería “Vázquez”, ubicada sobre la carretera Pinotepa-Acapulco Km 0, S/N, colonia Aviación localizado en el municipio. El costo de este insumo (\$12.00 por cantidad recolectada aproximadamente entre 20-90 kg) está basado en la información proporcionada por el encargado del establecimiento en el mes de julio del 2021.

El alimento balanceado marca Api-Aba® Carnerina® Premium No. 1, No. 2 y No. 3 de la empresa Malta-Cleyton® es cotizado en la distribuidora de alimentos balanceados “De la Costa”, ubicado en la calle Heroico Colegio Militar No. 113, colonia Centro del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. El precio por bulto de alimento de 40 kg, hasta el mes de diciembre del 2021, se encontraba en \$430.00, \$425.00 y \$420.00, respectivamente.

3.5.2. Plan de alimentación.

Para la planeación de la alimentación de los animales se contempla el anterior plan de alimentación de la granja de origen, el cual después del destete de los animales (28 días) se basa totalmente en la administración de alimento balanceado de la línea You-Pig!® Super Premium de la marca Malta-Cleyton®. En el plan de manejo de alimentación del proyecto no se va a administrar el mismo tipo de alimento dado que su costo es elevado, en cambio, se proporciona un alimento balanceado de la misma compañía pero de diferente línea productiva:

- Alimento balanceado marca Api-Aba® Carnerina® Premium No.1 Reforzada.

Especificaciones: indicado para porcinos en inicio para finalización con un peso entre los 19-28 kg o entre los 56-70 días de edad. Tiene una presentación en pellet y se encuentra medicado con carbadox, cuenta con un análisis garantizado de proteína cruda mínima del 18%, grasa cruda del 4% y fibra cruda con 4%. Para el proyecto este alimento se proporciona a los animales desde la 1° semana hasta la 4° semana del ciclo productivo (primer mes) a una cantidad de 200 g/porcino/día.

- Alimento balanceado marca Api-Aba® Carnerina® Premium No.2.

Especificaciones: conveniente para animales en finalización que pesan entre los 28-74 kg o entre los 70-133 días de edad. Se encuentra en presentación de pellet y medicado con flavomicina, en su análisis garantizado muestra un porcentaje de proteína cruda del 16%, grasa cruda mínima del 3% y fibra cruda máximo del 5%. De este alimento, se proporcionan 350 g/porcino/día desde la 5° hasta la 8° semana del ciclo (segundo mes), con una diferente ración a partir de la semana 9 hasta la 12° semana (400 g/porcino/día, tercer mes).

- Alimento balanceado marca Api-Aba® Carnerina® Premium No.3.

Especificaciones: alimento adecuado para porcinos en finalización entre los 74-100 kg o entre los 133-161 días de edad. Tiene una presentación de pellet y está medicado con flavomicina, posee un análisis garantizado de proteína cruda mínima del 14%, grasa cruda mínima del 3% y fibra cruda máxima del 5%. Este tipo de balanceado es suministrado de la semana 13 hasta la semana 14 del ciclo productivo (primeros 15 días del cuarto mes) con una ración de 500 g/porcino/día, después de la semana 15 a la semana 16 (últimos 15 días del cuarto mes) se da a una ración de 600 g/porcino/día.

El plan de manejo de alimentación contemplado en el proyecto consiste en lo siguiente:

- Mañanas, entre 7:00 am-9:00 am: se proporciona la cantidad y tipo de alimento balanceado correspondiente, de acuerdo al mes productivo del ciclo.
- Tarde, entre 1:00 pm-4:00 pm: se da el desperdicio de tortillería recolectado disuelto en el suero de leche de vaca.
- Tarde-noche, después de las 6 pm: se brinda el desperdicio de verdulería-frutería recolectado (dependiendo de la disponibilidad y cantidad de éste).

Se espera que en los primeros días de adaptación de los animales al nuevo sistema de alimentación exista un desperdicio de los insumos, sobre todo del suero de leche de vaca y del desperdicio de verdulería, después de un tiempo (15 días aprox.), se espera exista un desperdicio visible nulo. Basado en las recomendaciones de la etiqueta del alimento balanceado, éste se debe de brindar de manera *ad libitum* a los animales, pero por conveniencia se proporciona en una cantidad medida (el pesaje es mediante una bandeja previamente pesada con capacidad de 2 kg). El suero de leche de vaca es previamente medido mediante una cubeta con capacidad de 20 litros, el peso del desperdicio de tortillería (masa agria junto con tortillas secas) se basa en la cantidad recolectada en una cubeta con capacidad de 20 litros (se toma en cuenta 1 L= 1 kg). En el caso del insumo de verdulería-frutería, para evitar un desperdicio excesivo de éste, se suministra a partir del segundo mes del ciclo productivo debido a que antes de ese tiempo los animales podrían ser incapaces de consumir todo el alimento proporcionado, la cantidad proporcionada de desperdicio de verdulería-frutería se pesa mediante taras prestadas por el establecimiento con una capacidad aproximada de 20 kg cada una. A este insumo no se le aplica ningún tratamiento previo antes de brindarlo a los animales, solamente se procura darlo el mismo día que sea recolectado para evitar la fermentación (ver Anexo 3).

3.6. Requerimiento de agua.

En las prácticas de manejo y alimentación porcina el agua es el “nutriente olvidado”, aún cuando es el principal constituyente orgánico (~75%) y el medio en donde intervienen todas las funciones metabólicas y orgánicas (la pérdida orgánica del 10% de agua determina un estado patológico y la muerte si supera el 20%) (Cruz, 2007). Del agua eliminada, sólo se retiene un 9%, el resto es eliminada en un 56% por medio de la orina, un 30% mediante la respiración y un 5% por las heces (Cruz, 2007). Solamente un 4% del aporte del agua

proviene del alimento, un 19% del metabolismo y un 77% del agua de bebida, por lo que se recomienda que la ingesta de agua sea *ad libitum* (Cruz, 2007). La escasez del consumo de agua induce a una disminución en el consumo de alimento y por ende, en la ganancia de peso, las causas posibles de un bajo consumo pueden deberse a una alta temperatura ambiental, a la contaminación del agua y/o a una mala posición del bebedero (Illescas, *et al.*, 2012; Cruz, 2007).

Basado en la literatura, un porcino requiere del 10% de su peso vivo en agua, lo que puede traducirse en un consumo para porcinos de menos de 50 kg de 5-6 litros/día, para porcinos de más de 50 kg en un consumo de 8-10 litros/día, o en su caso, un consumo de 4.4-6.5 litros de agua/kg de alimento consumido o 6-15 litros/porcino/día, sin embargo, las cantidades de agua/día estimadas deben de estar basadas en la etapa fisiológica de los animales, también se debe considerar que animales sometidos a estrés calórico aumentan entre un 15-75% este consumo (Illescas, *et al.*, 2012; Mendoza, 2017).

3.6.1. Requerimiento de agua anual para consumo animal.

Para estimar los requerimientos de agua para el proyecto se considera el supuesto que los animales se encuentran por arriba de los 50 kg (consumo de 8-10 litros/día), basados en la literatura revisada de Illescas, *et al.* y Mendoza, cada animal necesita en promedio 9 litros de agua/día, sumado al 15% extra (debido a las condiciones ambientales de calor de la granja) esto es igual a 10.35 litros de agua/día/animal. Por lo tanto, para los 28 animales que se tienen por ciclo productivo el consumo de agua aparente es de:

- 289.8 litros/día.
- 2,028.6 litros/semana, se considera que 1 semana= 7 días.
- 8,809.92 litros/mes, se toma en cuenta que 1 mes= 30.4 días.
- 32,457.6 litros/ciclo productivo, con el supuesto que un ciclo productivo= 112 días.
- 105,777 litros/año, basado en que un año= 365 días, independientemente que sólo existan 3 ciclos productivos/año (336 días).

El agua es depositada en los comederos de las instalaciones (previamente limpiados) proporcionada a lo largo del día por medio de cubetas con capacidad de 20 L.

3.6.2. Requerimiento de agua para limpieza y usos diversos.

Este rubro contempla el agua de uso múltiple y para la limpieza del área de cemento de los corrales, considerando un gasto promedio de 80 L/día/corral (medido en cubetas de 20 L), en consecuencia se requieren de:

- 560 litros/semana, basado en que 1 semana= 7 días.
- 2,432 litros/mes, considerando que 1 mes= 30.4 días.
- 8,960 litros/ciclo productivo, con el supuesto que un ciclo productivo= 112 días.
- 29,200 litros/año, contemplando 1 año= 365 días.

3.6.3. Requerimiento total de agua.

Toda el agua requerida para el funcionamiento de la granja es acarreada por medio de cubetas provenientes de un tinaco de la marca Rotoplas® con capacidad de 750 L localizado sobre la pendiente del terreno de la granja (aprox. a 2 metros del frente de los corrales), éste es llenado mediante un sistema de bombeo con el que cuenta el predio del terreno. Si se contempla el consumo de agua de los 28 lechones destetados y la limpieza de los corrales, el requerimiento total de agua de la granja es de:

- 369.8 litros/día.
- 2,588.6 litros/semana.
- 11,241.92 litros/mes.
- 41,417.6 litros/ciclo productivo.
- 134,977 litros/año.

3.7. Medicina preventiva.

Actualmente existen muchos factores que afectan la aparición y control de enfermedades infecciosas en las unidades productivas, por mencionar algunos se encuentran la densidad de población, el manejo de los animales, el fin zootécnico, las prácticas de higiene y sanitización de las instalaciones, las medidas de bioseguridad, entre otros (Mendoza, 2017). Las condiciones de alta humedad (>75%) y baja temperatura (<17°C) pueden predisponer a la presentación de alteraciones respiratorias, enfermedades de la piel, presencia de parásitos, lesiones en las pezuñas y repercusiones en el consumo de alimento (Mendoza,

2017; Amo, 2018; Martínez, *et al.*, 2021). Para evitar estas predisposiciones, las granjas idealmente deben mantener una temperatura entre los 17°C-24°C y una humedad relativa entre el 50%-75%, otra condición que predispone a la existencia de enfermedades es la facilidad o dificultad en el lavado y desinfección de las instalaciones (Illescas, *et al.*, 2012; Amo, 2018; Martínez, *et al.*, 2021).

Un punto fundamental de la medicina preventiva es intervenir y romper con los ciclos de las enfermedades mediante múltiples estrategias como el movimiento de los animales en bloque (sistemas "Todo dentro-Todo afuera"), la construcción de granjas multi-sitios, el uso de tratamientos profilácticos (vacunas, bacterinas, desparasitantes, etc.), etc. (Cruz, 2007). El adecuado control sanitario se puede conseguir mediante el conocimiento profundo del estado inmunitario de los animales, los diferentes agentes patógenos presentes en la región geográfica (endémicos) y la posibilidad de infección en las diferentes fases productivas de los animales, en consecuencia, una parte primordial de los programas de medicina preventiva deben incluir exámenes de rutina coprológicos, serológicos junto con el uso efectivo y rotativo de los profilácticos (Cruz, 2007). Los métodos más eficientes y accesibles para el control y eliminación de enfermedades son por medio de la profilaxis como la vacunación, desparasitación, bacterinización, alimentación medicada, etc. (Mendoza, 2017). El calendario de vacunación o desparasitación depende de las características de la zona y, si es posible, de un diagnóstico previo sobre las enfermedades o agentes endémicos de la región (Cruz, 2007). Actualmente, en el mercado existen vacunas efectivas y accesibles para las enfermedades virales importantes en porcinos como la fiebre porcina clásica (FPC), enfermedad de Aujeszky, gastroenteritis transmisible (GET), síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS), diarrea epidémica porcina (PED), así como bacterinas contra *Leptospira*, *Pasteurella*, *Bordetella*, *Erisipela*, entre otras (Pinelli, *et al.*, 2004). Es importante mencionar que los productores consideran como un costo el tratamiento de sus animales y no como una inversión para llevar a cabo un plan de medicina preventiva (Alonso, *et al.*, 2020).

En granjas de traspatio porcícolas se sabe que el tamaño y la densidad de población no son factores predisponentes para la presentación de enfermedades, sin embargo, la relevancia de estos factores difieren entre las granjas de ciclo completo y granjas de finalización (Martínez, *et al.*, 2021). La principal desventaja sanitaria de los sistemas de finalización

radica en la obtención de animales con diferentes edades y origen (diversos proveedores de lechones) (Martínez, *et al.*, 2021). Asimismo, las granjas a pequeña escala en condiciones urbanas se les asocia con la transmisión de enfermedades, contaminación ambiental, falta de bienestar animal y son consideradas como un riesgo sobre la salud pública y otras poblaciones porcinas debido a la ausencia de protocolos para la disposición de los desechos biológicos, inorgánicos y químicos (Martínez, *et al.*, 2021). Otro aspecto que se puede asociar a la existencia y transmisión de enfermedades en granjas de traspatios, es el uso casi generalizado de residuos de cocina en la alimentación de los animales, especialmente, cuando no se les realiza ningún tipo de tratamiento previo (Martínez, *et al.*, 2021).

El tratamiento preventivo aplicado para los lechones del proyecto es la dosis correspondiente del desparasitante vitaminado con nombre comercial L-Vermizol® vitaminado al 12% de laboratorios Aranda®, dicho desparasitante contiene como ingrediente activo levamisol y se encuentra adicionado con vitaminas del complejo B. Éste se aplica a los animales a los 15 días posteriores del ingreso al corral y seis semanas antes de la salida para venta con una dosis manejada en el frasco de 1 mL por cada 20 kg de peso vivo, por consiguiente, la cantidad de desparasitante empleado para la primera dosis (contemplando que los lechones tienen un peso promedio de 25 kilos) es de 1.25 mL por cada lechón y 35 mL por los 28 animales, en cambio, para la segunda dosis de desparasitante se asume que los animales tienen un peso promedio de 70 kg, por lo tanto, la dosis correspondiente es de 3.5 mL por porcino con un total de 98 mL por los 28 porcinos.

Es importante mencionar que los animales del proyecto ya se encuentran castrados (en el caso de los machos) e inmunizados con el cuadro de vacunas básicas (ambos manejos realizados en la granja de origen) y, dado que se busca tengan una edad de 8 semanas, no se contempla la aplicación de hierro ni tampoco la práctica del descolmille debido a que no se considera necesario para la finalidad del proyecto.

3.7.1. Bioseguridad.

En la actividad pecuaria, la bioseguridad es definida como las medidas aplicables para minimizar el riesgo de introducción de patógenos en las unidades de producción y el riesgo de transmisión entre/hacia otras unidades de producción agroganaderas, lo cual requiere de la adopción de un comportamiento y actitud específicos de los sectores implicados para

reducir el riesgo en todas sus actividades, involucrando aspectos geográficos, climáticos, de construcción y de manejo (Cruz, 2007; MAPA-OIE, 2020).

La sanidad animal es uno de los factores productivos que ha avanzado en mayor medida en los últimos años, no solo por el significado económico que tienen las enfermedades por concepto de tratamientos preventivos, sino por las pérdidas en productividad, mortalidad y decomisos a nivel de rastro, así como también por las restricciones en la movilización y comercialización de los productos (Sánchez, 2015). En México, la sanidad animal se considera un asunto de Seguridad Nacional, las acciones sanitarias implementadas a nivel nacional se encuentran establecidas en las campañas zoonosanitarias a través de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y de la Ley Federal de Sanidad Animal, en las que se definen los esquemas de muestreo, diagnóstico, principales acciones preventivas y de bioseguridad basadas en el estatus zoonosanitario de la zona (Sánchez, 2015; Arvizu, *et al.*, 2016).

En temas de sanidad porcícola en México, las infecciones más frecuentes presentes en el ganado porcino son de tipo viral, bacterianas, parasitarias internas y externas (Indesol, 2012). Algunas de las enfermedades que destacan debido a su importancia económica son la fiebre porcina clásica, la enfermedad de Aujeszky y la diarrea epidémica porcina, enfermedades que actualmente se encuentran erradicadas o bajo control en el territorio nacional (Sánchez, 2015).

En las granjas a pequeña escala, si bien existen diversos factores que pueden predisponer a la presentación de enfermedades, poco se conocen de las medidas de bioseguridad implementadas (Martínez, *et al.*, 2021). La bioseguridad en estos sistemas a pequeña escala es casi inexistente debido a que no se establece como una práctica básica de manejo y no se busca, por desconocimiento o poca importancia en el tema, la asistencia técnica veterinaria adecuada (Alonso, *et al.*, 2020).

Una de las diversas ventajas de implementar un plan de bioseguridad efectivo es la disminución en los días de producción y por ende en los costos de producción, además que resulta más barato el prevenir las enfermedades que tratarlas (Alonso, *et al.*, 2020). Basado en la literatura revisada en Illescas, *et al.*, Pinelli, *et al.*, Martínez-Ramírez y Cruz, las medidas de bioseguridad que pueden ser implementadas en una granja de traspatio porcícola pueden ser las siguientes:

- No alimentar con residuos de comida sin un tratamiento previo.

- Evitar el contacto con fauna silvestre nociva u otros porcinos de otras explotaciones mediante una cerca perimetral alrededor de la granja o corrales.
- Restringir la entrada de personas, transportes no autorizados y/o de otras explotaciones.
- Contar con un registro del flujo del personal, equipos y vehículos que accedan a la granja.
- Localizarse a no menos de 5 km de otras explotaciones porcinas y alrededor de 6-10 km de distancia de los asentamientos humanos.
- En caso de contar con una oficina, ésta debe encontrarse en la entrada de la granja.
- Colocar pediluvios a la entrada de la granja, corrales y de ser posible, implementar vados sanitarios para vehículos.
- Implementar un sistema “Todo dentro-Todo fuera” con un período de vaciado mínimo de 4 semanas.
- Adquirir animales del mismo origen y edad.
- Monitorear constantemente la calidad del agua y en caso que se requiera, dar tratamiento a fin de cumplir con los mínimos requerimientos bacteriológicos. El tratamiento ideal por su eficacia y baja toxicidad es el uso de la cloración (en ausencia de hierro y materia orgánica) a una dosis de 2-3 mg/litro o de 0.1 mg/mL por 15 minutos. Si existen muchas impurezas o materia orgánica, es indispensable la filtración previa.
- Si no existe un plan de manejo para el desecho de las mortalidades y material biológico contaminado, estos deben ser enterrados en un lugar señalizado, cercado, aislado pero accesible a una profundidad y tamaño adecuados en conjunto con el uso abundante de cal viva entre capas de animales y/o material.
- Establecer una zona de carga y descarga preferentemente fuera de la explotación, lo que facilita el transporte para rastro y tiene la función de barrera sanitaria.
- En caso que se requiera, establecer una zona de cuarentena a 300 m de la granja y/o corrales principales con un tiempo mínimo de quince días. Esta etapa también permite aclimatar a los nuevos animales a las enfermedades ya presentes en la granja.

- Construir instalaciones que faciliten una adecuada limpieza y desinfección, preferentemente con piso de cemento y un declive máximo del 6%.

En temas para la elección de un buen desinfectante, los principales puntos a considerar son la especificidad de acción ante microorganismos, la rapidez de acción, la seguridad de uso (baja toxicidad y baja actividad corrosiva), la tasa de dilución correcta y la persistencia de actividad en presencia de materia orgánica (Cruz, 2007) (ver Cuadro 4). Además de la selección de un buen producto, es necesario realizar un correcto uso del mismo para obtener los resultados deseados, las temperaturas cálidas, determinado pH o dureza del agua pueden, en el caso de algunos desinfectantes, eliminar los ingredientes activos de la solución y disminuir su eficacia (Cruz, 2007). Se debe destacar que cualquier procedimiento de bioseguridad debe de estar en perfecta combinación con una efectiva medicina preventiva (Cruz, 2007).

Aparte de las medidas mencionadas, la bioseguridad del proyecto pone énfasis en la limpieza de los corrales con una disolución de agua y jabón (200 g de jabón/1 L de agua) y la desinfección con hipoclorito de sodio disuelto en agua a una dosis recomendada por el envase de 50 mL de hipoclorito de sodio/1 L de agua.

3.7.2. Manejo de excretas y desechos biológicos.

El comportamiento de defecación del porcino, siempre y cuando las instalaciones les proporcione la oportunidad, es marcado por delimitar una zona específica para la defecación y la micción en la parte más fresca y húmeda del corral (Mendoza, 2017). La cantidad/día/porcino de heces y orina producida es del 6%-12% de su peso vivo y en promedio para animales en finalización de 7 litros (Illescas, *et al.*, 2012).

La gestión y explotación de estiércoles se pueden realizar de distintas maneras como valoración para abono, tratamiento mediante compostaje y secado, eliminación mediante vertidos (manejo líquido), entrega a centros de gestión de residuos o en lagunas de oxidación y biodigestores (Illescas, *et al.*, 2012; SEMARNAT-INECC, 2018). El sistema ideal de manejo de excretas no existe, todas las opciones anteriores presentan ventajas y desventajas, sin embargo, es una necesidad buscar una gestión que se adecue a cada granja y que cumpla con la legislación sanitaria de cada región donde son fijados los límites máximos para el esparcimiento de abonos y efluentes de origen ganadero en los cuerpos de

agua (Pinelli, *et al.*, 2004; Illescas, *et al.*, 2012). Para reducir las emisiones contaminantes de cualquier granja es necesario priorizar y aplicar técnicas medioambientales eficaces que sean económicamente viables y aplicables a la escala práctica y real de las explotaciones, en el caso del manejo de desechos biológicos (materia fecal y animales muertos) se debe considerar el medio para su eliminación, mano de obra adecuada y uso posterior que se le da al producto (Cruz, 2007; Illescas, *et al.*, 2012).

El tratamiento más común para las excretas es el uso como abono directo o en forma de composta, ambos necesitan de un buen equipo de recolección, tratamiento, traslado y capacitación (Pinelli, *et al.*, 2004). El uso como abono (medido en kilos/nitrógeno/hectárea) no debe sobrepasar los 170 kg de nitrógeno anual por hectárea de superficie agrícola empleada y debe tener un adecuado sistema de homogeneización con el fin de mejorar el reparto de los nutrientes en el terreno (Illescas, *et al.*, 2012). Muchas veces, los sistemas de producción familiar no cuentan con las superficies agrícolas necesarias y/o no tienen un sistema de tratamiento de excretas por lo que el manejo de los sólidos se complica provocando la contaminación del entorno donde se encuentran estas unidades de producción (Alonso, *et al.*, 2020).

En este proyecto la gestión de las excretas es por medio de un manejo biológico por degradación natural de los desechos sólidos y para el caso de los desechos líquidos, se cuenta con una canaleta de 3 m x 0.4 m al extremo final de cada corral que desemboca a un terreno para siembra de pastura. Las mortalidades son enterradas en un lugar distinto y alejado a la localización de la granja a una profundidad mínima de 3 metros con intercapas de cal viva.

3.8. Bienestar animal.

Hace más de tres mil años, la historia antigua de Babilonia ya marcaba la responsabilidad de quienes se ocupaban de los animales en las normas jurídicas específicas del Código de Hammurabi, igualmente, en el antiguo México se encuentran expresiones sobre los deberes del ser humano con respecto a los animales como leyes hacia la caza, junto con las penas para quienes mataran animales sin requerirlos para su alimentación (Arvizu, *et al.*, 2016). En la actualidad, los manuales de buenas prácticas pecuarias definen al bienestar animal como un estado en el que un animal tiene satisfechas sus necesidades fisiológicas, de salud

y de comportamiento (SAGARPA-DGIAAP, 2014). En la producción, se traduce como el conjunto de actividades que el productor debe realizar para proporcionar comodidad, tranquilidad, protección y seguridad a los animales durante la crianza, mantenimiento, producción, transporte y sacrificio (SAGARPA-DGIAAP, 2014). En conclusión, el bienestar animal se puede definir como el estado fisiológico y mental del individuo, sin embargo, nos encontramos que está vinculado a los efectos que genera la relación del humano sobre los animales (Duncan, *et al.*, 1997).

Conceptos basados en la ciencia señalan que el bienestar animal se encarga de medir objetivamente la fisiología, la salud y el comportamiento de los animales en relación con su calidad de vida (Broom, 1988). Desde el punto de vista de la fisiología y según la definición de Broom, el bienestar animal se define como: “estado dinámico de un individuo en relación con los mecanismos biológicos que utiliza para adaptarse positiva y exitosamente ante los cambios del ambiente, involucrando salud, confort y el estado emocional del mismo” (Broom, 1988). Independientemente de las distintas definiciones, las dimensiones del bienestar animal se incluyen en las “cinco libertades” enunciadas en 1965 y universalmente reconocidas (OIE, 2022):

1. Libres de hambre y sed.
2. Libres de malestar.
3. Libres de dolor.
4. Libres de expresar su comportamiento normal.
5. Libres de miedo y angustia.

El nivel de bienestar animal puede medirse con base en factores temporales de corta duración, como el manejo, transporte o captura, o bien, a largo plazo en el sitio en donde vive el individuo (Arvizu, *et al.*, 2016). Existen tres grupos de indicadores clasificados en:

- A. Conductuales. Variedad de comportamientos normales, presentes o suprimidos juntos con la presencia o grado de conductas de aversión (Broom, 1986; Dawkins, 2004; Broom, 2006).
- B. De salud. Comprenden el estado inmunológico del animal, la prevalencia de enfermedades y/o lesiones, su condición corporal y la tasa de crecimiento (Dawkins, 2004; Broom, 2006).

C. Fisiológicos. Este grupo abarca parámetros como la frecuencia cardíaca, temperatura corporal, niveles de hormonas relacionadas con el estrés y sus metabolitos (cortisol y corticosterona) (Broom, 1986; Arnemo, *et al.*, 2007; Valdespino, *et al.*, 2007; Stewart, *et al.*, 2008).

Es preciso enfatizar el papel importante que tiene el bienestar animal en la salud animal, en la seguridad alimentaria nacional y su estrecha vinculación con otras disciplinas como la bioética y el derecho (Arvizu, *et al.*, 2016). En México existen diversos ordenamientos jurídicos y dependencias de gobierno en materia de bienestar animal (ej. Secretaría de Salud (SSA), Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Agricultura (SADER), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), entre otras) que cuidan del bienestar en los animales, sobretodo en los animales para abasto, siempre esté presente y que la producción animal no sólo se oriente a la obtención de grandes cantidades de productos a precios económicamente rentables, sino que también se considere la calidad del producto final (Arvizu, *et al.*, 2016).

En contraste con los sistemas intensivos, el tipo de instalaciones y manejo realizado en granjas a pequeña escala es benéfico en la etología y bienestar de los animales al disminuir la pasividad, angustia y estereotipias, lo cual ayuda a desarrollar comportamientos propios de la especie como una mayor interacción social, exploración y hozamiento (Alonso, *et al.*, 2020). Este tipo de sistema disminuye comportamientos anormales como mordedura de orejas, colas y agresividad, demostrando que los porcinos bajo este sistema ganan mayor peso y en general, tienen menos problemas de salud (Mendoza, 2017; Alonso, *et al.*, 2020). Además, en este tipo de instalaciones el comportamiento de acicalamiento se desarrolla al rascarse sobre objetos verticales como árboles, maderas, rocas o por medio de las patas traseras (Mendoza, 2017). Cabe resaltar que los porcinos que se encuentran expuestos directamente al sol son propensos a golpe de calor e insolación, por lo cual los animales desarrollan un comportamiento de bañarse en charcos de agua disponibles o revolcarse en lodo para obtener un aislamiento protector contra los rayos del sol (Mendoza, 2017).

Para el proyecto, además de la construcción de las instalaciones acorde al espacio vital por animal, se va a instalar una lona de 4.5 m x 2.5 m que abarque cierta zona del corral para crear un área de sombra y de descanso extra para los porcinos, asimismo, los postes del corral sirven como un área de acicalamiento para los animales y el área de tierra puede ser

utilizado para el comportamiento de hozamiento. Cuando se requiera el sacrificio de animales enfermos, convalecientes o cuando su bienestar se vea afectado, es necesario seguir con los criterios normativos que ofrezcan un trato humanitario, de igual manera, se debe recordar que el sacrificio humanitario de cualquier animal no destinado al consumo humano sólo se justifica si su bienestar está comprometido por el sufrimiento que le cause un accidente, enfermedad, incapacidad física o trastornos, de ser posible previo dictamen de un médico veterinario, con excepción de aquellas especies animales que por cualquier causa se determinen como una amenaza para la salud animal, humana o para el medio ambiente) (Pinelli, *et al.*, 2004; Sánchez, 2015).

D) Estudio económico.

Un estudio económico consiste en expresar en términos monetarios las argumentaciones hechas en el estudio técnico, pretende determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto permitiendo realizar un análisis base para el cálculo de la rentabilidad de la inversión (Baca, 2013). El resultado final de este estudio es el cálculo del flujo neto de efectivo de cada año, cifra base para el cálculo de la rentabilidad económica de un proyecto (Baca, 2013).

Como se ha mencionado, el proyecto consta de una granja porcícola familiar o de traspatio con una finalidad zootécnica para abasto local con ciclos de producción de 28 lechones de 8 semanas de edad entre los 20-25 kg llevados a finalización hasta la semana 24 de vida o hasta los 80-100 kg, donde para continuar con la línea de producción se introducen otros 28 lechones con las mismas características una semana posterior al término del ciclo hasta obtener tres ciclos productivos por año. La alimentación base es con suero de leche de vaca disuelto con desperdicio de tortillería, desperdicio de verdulería-frutería y complementado con alimento balanceado marca Api-Aba® Carnerina® Premium No. 1, No. 2 y No. 3 de la empresa Malta-Cleyton®. Para más detalles ver los puntos anteriores correspondientes.

1. Costos de producción.

Basado en lo escrito por Baca Urbina, el costo es un desembolso en efectivo o en especie que puede ser realizado en el pasado (llamados “costos hundidos”), presente (nombrados “inversión”), futuro (“costos futuros”) o en forma virtual (“costos de oportunidad” y

depreciación) (Baca, 2013). Generalmente, los costos de una empresa, inversión o proyecto se dividen en fijos o variables (Baca, 2013). Los primeros (costos fijos) consisten en aquellos independientes del volumen de producción, en cambio, los costos directos o variables son aquellos que varían directamente con el volumen de producción (Baca, 2013). En las explotaciones pecuarias, cuando el productor conoce el precio corriente del producto y de los insumos puede elaborar expectativas y tomar decisiones respecto a su producción, sin embargo, el ciclo productivo del porcino es de un año y el efecto de la decisión del productor se refleja en el mercado un año después (Rebollar, *et al.*, 2014). El grado de las consecuencias varían de acuerdo al tamaño de las explotaciones y nivel de tecnificación, por ello, los productores que tienen mayor inversión o mayor liquidez pueden esperar un año más en tomar la decisión de incrementar o disminuir su volumen, por tal motivo en algunas regiones los precios del producto, del alimento y tecnología se rezagan de uno a dos años (Rebollar, *et al.*, 2014). En general, las unidades de producción a pequeña escala presentan en sus hatos animales de diferente calidad genética, lo que se refleja en los índices productivos, más en concreto en el número de camadas y un índice de conversión alimenticia menos eficiente que en los sistemas tecnificados, no obstante, el costo por alimentación es menor en razón a los insumos alimenticios que utilizan, por otro lado, la rusticidad que presentan estos animales les permite adaptarse a medios ambientes desfavorables y de alimentación (Alonso, *et al.*, 2020). Las ventajas que presentan los sistemas de traspatio respecto a los costos de producción son los siguientes (Alonso, *et al.*, 2020):

- Los productores no realizan grandes inversiones en activos fijos como instalaciones, equipo con motor, sin motor y cómputo.
- Las instalaciones son inversiones simples relativamente fáciles de financiar.
- Gran adaptabilidad y versatilidad en alimentación y otros aspectos.

1.1. Montos de inversión.

En los siguientes puntos se muestran los montos de inversión del proyecto durante un año productivo separados por rubros.

1.1.1. Adquisición de los animales.

Como se ha descrito anteriormente, los 28 lechones destetados y castrados (en el caso de los machos) de una edad de ocho semanas cruza Landrace x Yorkshire, aproximadamente con un peso de 20-25 kg, son cotizados en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 10 (CBTa. No. 10) ubicado en el municipio con un precio de compra valorado en el mes de julio del 2021 de \$950.00 cada uno. Para la compra de los 28 lechones destetados se requiere una cantidad total de \$26,600.00, dando al año un total de \$79,800.00 por 84 lechones (ver Anexo 2).

1.1.2. Alimentación.

El plan de alimentación del proyecto se basa en la suministración de desperdicio de tortillería (masa agria y tortilla dura) disuelto en el suero de leche de vaca por la tarde, el desperdicio de verdulería y frutería es dado por la tarde-noche y la complementación con alimento balanceado marca Api-Aba® Carnerina® Premium No. 1, No. 2 y No. 3 de la empresa Malta-Cleyton® se proporciona en las mañanas de acuerdo con el mes del ciclo productivo en el cual se encuentren los animales.

Los precios del alimento balanceado son cotizados en la distribuidora de alimentos balanceados “De la Costa” de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca en diciembre del 2021, en el caso del suero de leche de vaca este es cotizado en el mes de julio del 2021 de un acaparador de leche de vaca dedicado a la producción de quesos frescos en el municipio, el desperdicio de verdulería y frutería es cotizado en la verdulería “Vázquez” ubicada sobre la carretera Pinotepa-Acapulco del municipio y finalmente, en la tortillería “Tania” localizada en el mismo municipio, es cotizado el desperdicio de tortillería. Los precios por recolecta están basados en la información proporcionada por los encargados de los establecimientos en el mes de julio del 2021. Como se ha mencionado anteriormente, para evitar el desperdicio excesivo del insumo de verdulería-frutería, éste se suministra a partir del segundo mes de cada ciclo productivo dado que antes de ese tiempo los animales podrían ser incapaces de consumir todo el alimento proporcionado. Al año, el plan de alimentación del proyecto se contempla con un costo total de \$89,740.20 (ver Anexo 3).

1.1.3. Requerimiento de agua.

El abastecimiento de agua para el consumo de los animales y la limpieza de los corrales se da por medio del acarreo con cubetas, suministradas por un tinaco Rotoplas® con capacidad de 750 L ubicado aproximadamente a dos metros de los corrales. Los costos del requerimiento de agua están basados en el costo promedio del recibo bimensual de luz eléctrica del predio (se considera un pago promedio de \$350.00 por recibo). Siendo así, al año se estima un pago de seis recibos con un total de \$2,100.00 (ver Anexo 4).

1.1.4. Medicina preventiva.

En temas de medicina preventiva, el proyecto solo maneja dos aplicaciones del desparasitante vitaminado con nombre comercial L-Vermizol® vitaminado al 12% de laboratorios Aranda® suministrado a los animales 15 días posteriores del ingreso al corral y seis semanas antes de la salida para venta a una dosis manejada en el frasco de 1 mL por cada 20 kg de PV (para la primera dosis se contempla un peso promedio de 25 kilos y para la segunda dosis se asume que los animales tienen un peso promedio de 70 kg). El precio del frasco de 100 mL (\$230.00) es cotizado en la farmacia veterinaria de la Unión Ganadera Regional del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca en julio del 2021. Al año, el rubro de medicina preventiva del proyecto tiene un costo total de \$917.70 (ver Anexo 4).

1.1.5. Bioseguridad, limpieza y mantenimiento.

La bioseguridad del proyecto se basa principalmente en la limpieza de los corrales con una disolución de agua con jabón (200 g de jabón/1 L de agua) y la desinfección con hipoclorito de sodio a una dosis recomendada por el envase de 50 mL de hipoclorito de sodio/1 L de agua, para fines prácticos se contempla que estas medidas se llevan a cabo durante todo el año (365 días o 12 meses). Los precios de los elementos requeridos para el rubro de bioseguridad son cotizados en el supermercado Chedraui® del municipio en julio del 2021. En total, este rubro tiene un costo al año de \$4,435.80 (ver Anexo 4).

1.1.6. Mano de obra.

La mano de obra del proyecto considera la contratación de una persona encargada exclusivamente de proporcionar la alimentación y agua a los animales durante todo el ciclo productivo, asimismo, es la encargada de la limpieza y desinfección de las instalaciones

(como se ha mencionado en el apartado de bioseguridad), éste es pagado por día trabajado a \$250.00. Por otra parte, dicha mano de obra también considera la visita mensual de un médico veterinario zootecnista contratado por día para resolver cualquier problema que llegue a presentar la granja durante ese lapso (costo promedio de \$500.00 por visita). El pago por día trabajado de ambos casos son los promedios manejados en la región en julio del 2021, en total, el rubro por mano de obra del proyecto equivale a un costo por año de \$97,200.00 (ver Anexo 4).

1.2. Inversión fija.

Este punto contempla la construcción de las instalaciones para el proyecto. Como se ha mencionado, las instalaciones constan de dos corrales rectangulares de 10 m x 3 m que cuentan con un área de piso de cemento techado y embardado donde se encuentran los comederos/bebederos y un área de piso de tierra cercado en su periferia en el cual se ubica (en su extremo final) una canaleta de 3 m x 0.4 m para evitar el encharcamiento de los corrales (para mayores detalles ver Figura 6). El costo total por la construcción de las instalaciones es de \$33,791.00, todo lo requerido es cotizado en la distribuidora de materiales “Malena” y en la ferretería “Navarrete” pertenecientes al municipio en julio del 2021. Para ver los costos y paramétricos referentes al rubro de construcción de las instalaciones del proyecto ir al Anexo 5 y Anexo 6.

2. Ingresos.

En el Anexo 6 se muestran los ingresos obtenidos del proyecto durante un año, los cuales contemplan solamente la venta de 81 porcinos finalizados con un peso vivo promedio de 100 kg a un precio de \$42.00/kg de PV, esto arroja un ingreso total de \$340,200.00 por año (ver Anexo 1 y Anexo 6). El precio del porcino finalizado en pie es cotizado en el rastro municipal de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca el 03 de diciembre del 2021.

3. Egresos.

Este punto muestra los costos operativos del proyecto durante un año, los cuales están divididos en costos fijos, en donde se consideran los costos en alimentación, mano de obra, MVZ, bioseguridad, requerimientos de agua y predial del terreno y, costos variables que

implican los costos de la adquisición de los lechones destetados y medicina preventiva. El proyecto contempla un egreso total de \$274,793.70 por año (para mayores detalles ver Anexo 6).

4. Capital de trabajo.

Contablemente, el capital de trabajo es definido como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante, representando el capital que se debe tener para financiar la primera producción antes de la entrada de los primeros ingresos (Baca, 2013). El activo circulante consta del efectivo que se requiere para los gastos diarios del funcionamiento de la empresa, por otra parte, el pasivo circulante consiste en el crédito provisto por terceros para poder financiar las actividades de la empresa (Baca, 2013). Este proyecto sólo considera al activo circulante dado que no se contempla solicitar ningún crédito de financiamiento a terceros, dicho lo anterior, el capital de trabajo que requiere el proyecto es de \$91,727.90 (ver Anexo 6).

E) Evaluación económica.

Los siguientes cálculos en este apartado son la base para calcular la rentabilidad del proyecto en términos de los dos índices más utilizados, el valor presente neto (*VPN*) y la tasa interna de rendimiento (*TIR*) (Baca, 2013). El cálculo de la rentabilidad económica de la inversión en un proyecto es fundamental para rechazar o no la inversión y se debe de tomar en consideración que ambos cálculos, *VPN* y *TIR*, presentan una desventaja importante, ambas plantean una reinversión de todas las ganancias en todos los años, lo cual normalmente no ocurre en la realidad (Baca, 2013). Antes de presentar dichos índices, se presenta el apartado del análisis FODA del proyecto.

1. Análisis FODA.

Siendo parte del sistema de planeamiento estratégico de las empresas, la metodología del análisis FODA (Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas, *SWOT* por sus siglas en inglés) es un elemento cualitativo que permite reflexionar sobre la situación actual y futura de la empresa que se realiza para lograr una mejor adaptación y mejora del ambiente de la

empresa mediante la generación de ideas y estrategias que brindan información útil para la toma de decisiones (Lazzari, *et al.*, 2012; Barragán, *et al.*, 2020).

La lista de las fortalezas y debilidades en un análisis FODA se obtiene de un estudio del entorno interno de los recursos y capacidades de la empresa, por otra parte, la lista de las amenazas y oportunidades se identifica por medio del análisis del entorno externo de la misma (Barragán, *et al.*, 2020). Basado en lo revisado por Barragán, *et al.*, 2020, la definición de los cuatro componentes del análisis FODA se describe como lo siguiente:

- Fortalezas: es la capacidad de la empresa para usar eficientemente sus recursos y su habilidad para la creación de productos y procesos competitivos.
- Oportunidades: se consideran como los elementos del entorno externo que dan beneficios a la organización.
- Debilidades: son las limitaciones que dificultan el progreso en una determinada dirección.
- Amenazas: situaciones desfavorables que pueden ser potencialmente perjudiciales para los objetivos de la empresa.

No obstante, debido al enfoque cualitativo del análisis FODA, éste se considera por muchos autores como un análisis de carácter subjetivo (Barragán, *et al.*, 2020). El análisis FODA del proyecto es ilustrado en la Figura 7.

2. Flujos descontados.

2.1. Valor presente neto (*VPN*).

El valor presente neto (*VPN*) es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, un sinónimo de comparar todas las ganancias esperadas contra los costos necesarios para producir esas ganancias en términos de su valor equivalente en tiempo actual (Baca, 2013). Para calcular el *VPN* es utilizado otro valor llamado el costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento “*TMAR*”, el cual normalmente toma como valor de referencia el índice inflacionario del momento (Baca, 2013). Como método de análisis, el *VPN* tiene los siguientes argumentos:

- Es interpretado en términos monetarios.
- Supone una reinversión total de las ganancias anuales.

- El valor de su resultado depende de la *TMAR* aplicada y determinada por el interesado.

Y, los criterios de evaluación son:

- Si el $VPN \geq 0$, se debe aceptar la inversión.
- Si el $VPN < 0$, se debe rechazar la inversión.

Un $VPN > 0$ implica una ganancia extra después de la *TMAR* aplicada en el período considerado, un resultado del $VPN= 0$ no aumenta el patrimonio de la empresa (siempre y cuando la *TMAR* sea igual al promedio de la inflación en ese período), sin embargo, un resultado del $VPN= 0$ calculado con una *TMAR* superior a la tasa de inflación promedio de ese período resulta en un aumento en el patrimonio de la empresa, en conclusión, con un $VPN= 0$ sólo se está ganando la *TMAR* y el proyecto debe ser aceptado dado que se está ganando lo mínimo fijado como rendimiento (Baca, 2013).

En general, si el VPN es positivo significa que se obtienen ganancias a lo largo de los años de estudio por un monto igual a la *TMAR* aplicada más el valor del VPN (Baca, 2013). Una *TMAR* igual a la tasa de inflación promedio pronosticada utilizada para el cálculo del VPN da como resultado que las ganancias sirvan para mantener el valor adquisitivo real que tenía el dinero en el año cero (sí y solo sí, se reinviertan todas las ganancias) (Baca, 2013).

Para el cálculo del VPN del proyecto se contempla una tasa de interés promedio del 11%, por lo tanto, utilizando la fórmula proporcionada por el programa Excel®, el VPN del proyecto= \$195,201.04 (ver Anexo 6). Concluyendo, basado en los criterios de evaluación anteriormente mencionados y en el resultado obtenido de un VPN mayor a 0, la inversión puede aceptarse dado que existe una ganancia extra después de la tasa de interés aplicada en el período considerado, o en otras palabras, es lo obtenido por el interesado en pesos actuales después de recuperar la inversión hecha.

2.2. Tasa interna de rendimiento (*TIR*).

La tasa interna de rendimiento o *TIR* es definida como la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero, es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, se le denomina así dado que supone que el dinero generado año con año se reinvierte en su totalidad, en otras palabras se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión (Baca, 2013). El criterio

de aceptación empleado en el método de la *TIR* es el siguiente: si ésta es mayor que la *TMAR* se debe aceptar la inversión puesto que el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, es decir, la inversión es económicamente rentable (Baca, 2013).

La *TIR* calculada para el proyecto, basados en la fórmula brindada por el programa Excel®, es igual a 50% (ver Anexo 6). Este resultado, fundamentado en los criterios de aceptación empleados en el método de la *TIR*, da como conclusión que se puede aceptar la inversión dado que el rendimiento de la empresa es mayor que el fijado como aceptable (11%), es decir, la inversión es económicamente rentable.

2.3. Relación Costo - Beneficio (*RCB*).

El método o relación costo-beneficio (*RCB*) consiste en la división de todos los costos del proyecto sobre todos los beneficios económicos que se van a obtener, ambos en valor presente (Baca, 2013). La condición para aceptar o no un proyecto está basado en que el resultado de la *RBC* sea mayor o igual a uno, lo cual implica que los beneficios son mayores a los costos (Baca, 2013). Basado en lo anterior, la *RCB* resultante del proyecto= 1.11, por lo tanto y apoyado en lo dicho por el texto, los beneficios son mayores a los costos, en otras palabras, por cada peso que se invierte (costo) se generan 1.11 beneficios (para mayores detalles ver Anexo 6).

F) Estudio de impacto ambiental.

1. Aspectos ambientales positivos del proyecto.

Las producciones pecuarias socialmente y ambientalmente son temas de controversia, ya sea por temas de bienestar animal o por temas del medio ambiente, sin embargo, no todo son aspectos negativos en ellas. Las producciones de ganado de cualquier especie tienen un impacto positivo en el medio ambiente dado que durante su estancia productiva propician la creación de abono orgánico en los suelos en donde se encuentran dichas explotaciones, además, en producciones donde se pastorea se promueve la reforestación de ciertas especies vegetales, debido a que los animales van recorriendo las pasturas y dejando en sus excretas las semillas previamente digeridas que acaban por germinar en el suelo. En el caso particular de las explotaciones porcinas, las heces producidas pueden ser utilizadas como

ingrediente alimenticio para otros tipos de ganado (bovinos, aves, peces, etc.) en forma de cerdaza, de igual manera, el comportamiento de hozamiento promueve la aireación de los suelos entre otros beneficios.

2. Aspectos ambientales negativos del proyecto.

Para analizar la problemática ambiental del proyecto, se debe de revisar la problemática dentro del municipio de Santiago Pinotepa Nacional. Tomado como referencia el texto de Leonardo, *et al.*, 2012, donde se evaluó el cambio del uso de suelo del municipio entre los años de 1970 y 2000 por medio de una comparación cartográfica de la vegetación y uso del suelo, el estudio concluyó que la superficie que mayor cambio ha sufrido fue la selva baja caducifolia a consecuencia de la actividad agrícola, destacando que el 45% cambió hacia la categoría de pastizal cultivado (Leonardo, *et al.*, 2012). Otras problemáticas actuales que presenta la región son la falta de organización en la recolección, transferencia y disposición de la basura urbana, la gestión sustentable del agua, la falta de inversión en el mercado público, así como conflictos de tenencia de la tierra (Indesol, 2012).

A nivel de granja los desechos porcinos influyen directamente sobre el medio ambiente, por lo que es necesario determinar el impacto ambiental que generan estos sobre el agua, suelo y aire, además de los efectos sociales inherentes a esta actividad en los que influyen factores como los olores indeseables y plagas de insectos (Pinelli, *et al.*, 2004). Las aguas residuales de este tipo de explotación pecuaria, el volumen de los desechos y amoniaco contenidos en las excreciones son algunas de las fuentes de contaminación que se pueden encontrar en una explotación porcina, considerando muchos factores que determinan las tasas de excreción de heces y orina (edad del animal, madurez fisiológica, cantidad y calidad del alimento ingerido, volumen del agua consumida, clima, etc.) se asume que los porcinos producen alrededor de 11.5 litros de excretas al día (Pinelli, *et al.*, 2004; Illescas, *et al.*, 2012; SEMARNAT-INECC, 2018).

En el caso de gases de efecto invernadero (GEI), en general, la mayor contribución de las emisiones proviene del dióxido de carbono (CO₂) que se genera prácticamente en todas las actividades económicas, por el contrario, en el caso del metano (CH₄) las principales fuentes son la fermentación entérica del ganado, la disposición de residuos y el tratamiento

de aguas residuales, en cambio, la agricultura es la principal fuente de emisiones de óxido nitroso (N_2O) en el país (SEMARNAT-INECC, 2018).

Específicamente en el sector agropecuario, los principales GEI contabilizados son el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) (SEMARNAT-INECC, 2018). Las emisiones de CO_2 se deben principalmente a los procesos de la respiración, la descomposición y la combustión de materia orgánica, a su vez, en los procesos de nitrificación y desnitrificación ocurridos en los suelos, deposición de las excretas y la combustión de la materia orgánica se emite N_2O , en cambio, las emisiones de CH_4 en este sector se deben a procesos como la fermentación entérica, el manejo anaeróbico de las excretas, la combustión incompleta de la materia orgánica y el cultivo de arroz (SEMARNAT-INECC, 2018). La formación de GEI asociada con procesos como la volatilización de compuestos de nitrógeno de los suelos y del manejo de las excretas, se considera una emisión indirecta (SEMARNAT-INECC, 2018).

Del total de emisiones de CO_2 que la ganadería en México emitió durante el 2015, el 76% corresponde a la fermentación entérica y el resto (24%) al manejo de las excretas, en cuanto a la contribución por fuente de emisión, la distribución de las emisiones ubica al ganado bovino como el mayor emisor de la categoría con un 87.46%, seguido por el ganado porcino en un 7.33%, juntos el ganados ovino y caprino con un 1.78% cada grupo, un 0.79% por aves de corral (huevo y carne) y el 0.85% por parte del ganado equino (caballos, mulas y asnos) (SEMARNAT-INECC, 2018).

La fermentación entérica contempla las emisiones de metano (CH_4) que se generan durante los procesos digestivos de las especies animales proveniente de los procesos metabólicos de la digestión de los carbohidratos contenidos en el alimento, en esta categoría la principal fuente de emisiones de CH_4 corresponde al ganado bovino con un 93.79%, ubicando al ganado porcino en quinto lugar con un 0.62% (SEMARNAT-INECC, 2018).

En la estimación de las emisiones de GEI para el manejo de las excretas o gestión del estiércol, se consideran las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) que se generan durante los procesos aeróbicos y anaeróbicos que ocurren en los diferentes manejos de excretas dentro de los sistemas de producción animal y hasta su disposición. Para estimar las emisiones de metano (CH_4) por gestión del estiércol se toma en cuenta el número de animales que hay en el país y, en el caso de las emisiones de óxido nitroso (N_2O)

derivado del manejo de las excretas se considera las etapas productivas, edad, peso y el manejo dado a éstas (SEMARNAT-INECC, 2018). En 2015, la fuente principal de emisiones de CO₂ proveniente del manejo de excretas fue el ganado bovino con un 67.74%, seguido por el ganado porcino con 28.29%, aves de corral en un 3.24% y otros ganados (ovino, caprino y equino) con menos del 1% (SEMARNAT-INECC, 2018).

De manera general, como se puede notar en el porcentaje del total de emisiones de CO₂ por tipo de ganado y porcentaje de emisiones de CO₂ por el manejo de excretas de los diferentes tipos de ganado, el ganado porcino representa en ambos casos el segundo lugar tan solo por debajo del ganado bovino, sin embargo, si se toma en cuenta particularmente el tipo de producción, la producción de traspatio o familiar queda muy por debajo de la producción comercial o tecnificada, resultado de la consideración del número de animales que integran este tipo de ganado y las condiciones de pastoreo en las cuales normalmente se mantiene.

Si se toma de referencia el punto anterior, este proyecto no representa un problema de contaminación ambiental mayor, al menos en lo referente a los GEI, aunque sí para lo referente a la contaminación del suelo y agua dado el tipo de manejo de las excretas que se realiza en el proyecto (sobre abonificación del suelo, y posiblemente, de cuerpos de agua). En cuanto al tema de una posible contaminación visual o auditiva, éstas son casi nulas debido a la ubicación de la granja y su lejanía con el centro poblacional del municipio.

3. Formas de mitigación.

Una de las tantas maneras para mitigar el impacto ambiental producido por los proyectos porcícolas es cumpliendo con lo establecido en la normativa ambiental del país (ej. Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, Ley de aguas nacionales y su reglamento, NOM-001-ECOL-1996, entre otras). Otras formas de mitigación son el uso de lagunas de tratamiento anaeróbico, útiles para el almacenamiento y degradación de la cerdaza (Pinelli, *et al.*, 2004). Éstas se componen de una estructura profunda en la tierra donde se colectan las excretas y se dejan descomponer bajo la acción de bacterias anaeróbicas, en este proceso la mayor parte de los sólidos contenidos se convierten en líquidos y gases, disminuyendo su contenido orgánico (Pinelli, *et al.*, 2004). Estas lagunas se mantienen selladas para impedir filtraciones al agua subterránea, en suelos muy

permeables es necesario interponer una película impermeabilizante de arcilla compactada o de algún material sintético, en los terrenos arcillosos (cuando el nivel de agua está muy por debajo del fondo de la laguna) se puede dejar que la estructura de retención se selle naturalmente con la materia orgánica (Pinelli, *et al.*, 2004). El tamaño de estas lagunas es calculado en base con la cantidad de excretas que se vayan a tratar, normalmente disminuyendo la carga una o dos veces al año por medio del bombeo pero sin vaciarlo completamente, el efluente se utiliza para la fertilización de la tierra (Pinelli, *et al.*, 2004). En cambio, otros métodos de mitigación como las lagunas de oxidación o tratamientos de agua constan de varias etapas basadas en tratamientos físicos y biológicos, los componentes de éstas son los siguientes (Pinelli, *et al.*, 2004):

- Fosa de acopio: es el primer contenedor donde se vierten todas las descargas y donde el agua es separada de los sólidos, las dimensiones deben estar en función del volumen de descarga diaria.
- Separador de sólidos: lugar donde se hace la extracción de la mayor cantidad de materia sólida.
- Fosa de sedimentación: este contenedor almacena el agua con sólidos suspendidos, disueltos y flotantes por lo menos 24 horas para su precipitación.
- Filtro: componente construido a base de piedra, grava y arena que sirve para retener las partículas de sólidos que no se han podido recuperar con el separador de sólidos o no se han precipitado en la fosa de sedimentación.
- Fosa de tratamiento biológico: lugar en el cual el agua se trata con bacterias y enzimas cuyo trabajo es recuperar los niveles de oxígeno, degradar los organismos patógenos y reducir a niveles útiles el nitrógeno y fósforo para descargarse a un cuerpo receptor de forma segura (especificaciones en la NOM-ECOL-001-1993).

En el caso de las mortalidades, fetos, placentas y material contaminado estos pueden ser eliminados en un incinerador o fosa (Pinelli, *et al.*, 2004). En el caso que se use una fosa, su construcción debe ser superficial, estar alejada de los cuerpos de agua y de los principales corrales, las paredes junto con el piso deben de ser de concreto cubiertos con una tapa de acero o fierro, de igual manera, el material de desecho debe ser colocado a dos o tres metros de profundidad con múltiples capas de abundante cal para después ser sellado y utilizado en la producción de composta y/o abono agrícola (Pinelli, *et al.*, 2004). Por

último, una buena gestión de los alimentos (dieta equilibrada, cantidades adecuadas, incremento de la digestibilidad, adición de aminoácidos y enzimas) junto con un adecuado manejo en la limpieza del estiércol de las jaulas o del corral (recomendablemente 2 veces/día) permiten minimizar el impacto contaminante y los efectos nocivos para la salud animal y para la salud pública (Illescas, *et al.*, 2012).

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información permite la evaluación de la investigación existente para ayudar a exponer y comprender mejor la conclusión proporcionada, aunado a esto, el hacer un análisis enfocado en la rentabilidad y la productividad de un proyecto pecuario permite conocer su estado financiero y mejorar la comprensión de los factores que hace que sea o no, una actividad económica atractiva (Medellín, *et al.*, 2015).

El realizar estados financieros (dado la gran cantidad de información necesaria para su elaboración) permite una integración de la información técnica y productiva junto con la económica, resultando en una metodología útil para conocer la productividad, rentabilidad y limitantes de los proyectos pecuarios (Medellín, *et al.*, 2015).

Iniciando con las estadísticas nacionales del Consejo Mexicano de la Carne del 2020, el sector cárnico en México fue uno de los más importantes para la economía nacional dado que para el cierre del 2020 y a pesar de la pandemia del COVID-19, el PIB generado por el sector cárnico procesado fue superior a los reportados por la industria alimentaria y el sector agropecuario (COMECARNE, 2021), a pesar de ello, no se debe de olvidar que en un trasfondo se encuentra el sector productor primario en donde las producciones de los diversos tipos de ganado fungen un papel importante para la economía en los diferentes sectores socioeconómicos del país.

Específicamente el estado de Oaxaca, el cual destaca por una enorme diversidad biológica, cultural y ecológica, se sustenta y mantiene a una economía familiar local por medio de diversas actividades pecuarias, turísticas y ecológicas. Dentro de estas actividades económicas se tiene que enfatizar que, aunque son consideradas como una actividad de ahorro y subsistencia, las producciones de traspatio o tipo familiar deben ser tomadas en cuenta como una empresa a pequeña escala generadora de ingresos para las familias y la economía nacional.

En particular, este trabajo deja ver que al finalizar y vender este número de lechones durante un año (81 animales) en las condiciones sociales, geográficas y productivas donde se desarrolla la granja, los índices de rentabilidad (como *VPN* y *TIR*) resultan en valores atractivos para el inversionista:

Resultados	
Ventas anuales	\$340,200.00
Costos anuales	\$274,793.70
Utilidades anuales	\$65,406.30
Rentabilidad neta (ROS)	19.23%
Rentabilidad sobre inversión fija (ROE)	193.56%
Rentabilidad de operación	23.80%
VPN	\$195,201.04
TIR	50%
RCB	1.11

Nota: Para mayores detalles ver Anexo 6.

Sin embargo, sí el número de lechones contemplados disminuye, estos índices de rentabilidad se vuelven valores negativos y resultan en una pérdida económica para el interesado. Aun así contemplando lo anterior, se concluye que es factible implementar este proyecto como se tiene estipulado, inclusive en un futuro, aumentar el número de animales ingresados por ciclo productivo mediante la construcción de un tercer corral. Cabe resaltar que aunque se quisiera comparar los resultados obtenidos del costo por porcino producido y el costo por kilo de porcino producido (ver Anexo 6) con otros trabajos similares, se tiene la limitante de la escasez de bibliografía referente al tema de costos de producción de porcinos en traspatio o en su caso, estas referencias pasan de la década de tiempo del actual trabajo.

Se debe considerar que este proyecto no contempla otros factores que pueden afectar su rentabilidad económica como las posibles mortalidades superiores al 5%, la ganancia diaria de peso obtenida, el balanceo de la dieta, la depredación, el robo de los animales, el

incremento en los precios de los insumos alimenticios, su baja disponibilidad o escasez de estos y sobre todo, la inestable disponibilidad de mano de obra en la región. A pesar de ello, este trabajo no exenta el potencial de la región para invertir en este proyecto, en otros proyectos pecuarios o inclusive en el ecoturismo dado la ubicación geográfica y la capacidad comercial de la zona.

REFERENCIAS

Alonso PF, Maqueda SA. Breve reseña de la porcicultura de traspatio en México [Internet]. México: BM editores; 2020 [citado 11 Ene 2022]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/breve-resena-de-la-porcicultura-de-traspatio-en-mexico/>.

Amo FJ. El mercado de la carne de cerdo en México [Internet]. México: ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P.; 2018 [citado 22 Ene 2022]. Disponible en: https://carnica.cdecomunicacion.es/images/descargas/carnica/M%C3%A9xico_El_mercado_de_la_carne_de_cerdo.pdf.

Arnemo JM, Caulkett N. Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia. Blackwell Publishing. 2007; 103-109.

Arvizu TL, Téllez RR. Bienestar animal en México. Un panorama normativo. México: FMVZ-UNAM; 2016.

Baca UG. Evaluación de proyectos. 7a. ed. México: McGraw-Hill; 2013.

Barragán JN, González EA. Análisis FODA como elemento de la planeación estratégica. Rev. Daena (International Journal of Good Conscience) [Internet]. 2020;15(1):222-229 [citado 28 sep 2022]. Disponible en: <https://search-ebshost-com.pbidi.unam.mx:2443/login.aspx?direct=true&db=edo&AN=144462790&lang=es&site=eds-live>.

Bobadilla SE, Espinoza OA, Martínez CF. Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008. Rev. mex. de cienc. pecuarias [Internet]. 2010;1(3):251-268 [citado 16 sep 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242010000300005&lng=es.

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. Pork [Internet]. Escocia: Encyclopedia Britannica; mayo 2021 [citado 14 nov 2021]. Disponible en: <https://www.britannica.com/topic/pork>.

Broom DM. Behaviour and welfare in relation to pathology. Applied Animal Behaviour Science, 2006; 97: 73-83.

Broom DM. Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal. 1986; 142:524-526.

Broom DM. The scientific assessment of animal welfare. Appl. Anim. Behav. Sci. 1988; 20(1-2):5-19. DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(88\)90122-0](https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90122-0).

Castellanos ED. Evaluación del perfil del consumidor de carne de cerdo en el hipercentro de carnes y plaza de mercado Paloquemao [Internet]. Colombia: Universidad de La Salle-Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2017 [citado 20 Nov 2021]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/200>.

Centro de Información de actividades pecuarias (CIAP). Las razas del porcino [Internet]. Argentina: Infocarne; 2018 [citado 12 Abr 2022]. Disponible en: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/las%20razas%20de%20porcino%20infocarne.pdf>.

Consejo Mexicano de la Carne (COMECARNE). Compendio estadístico-2021 [Internet]. México: COMECARNE; 2021 [citado 18 Ene 2022]. Disponible en: <https://comecarne.org/compendio-estadistico-2021/>.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Pinotepa Nacional (2018), estado de Oaxaca [Internet]. México: Subdirección general técnica- Gerencia de aguas subterráneas; 2020 [citado 13 Ene 2022]. Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/oaxaca/DR_2018.pdf.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Medición de pobreza [Internet]. México: CONEVAL; c2005 [citado 16 Sep 2021]. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>.

Cruz GL. Bioseguridad en granjas porcinas [Monografía]. México: Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; 2007. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6007/T16384%20%20%20CRUZ%20GONZALEZ%2C%20LUIS%20ENRIQUE%20%20MONOGRAFIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Dawkins MS. Using behavior to assess animal welfare. *Animal Welfare*, 2004; 13:S3-7.

Dirección General de Población de Oaxaca (DIGEPO). Libro demográfico. Santiago Pinotepa Nacional. Estadística información [Internet]. México: Dirección General de Población de Oaxaca (DIGEPO); 2015 [citado 07 Ene 2022]. Disponible en: http://www.digepo.oaxaca.gob.mx/recursos/info_pdf/Santiago%20Pinotepa%20Nacional.pdf.

Dirección General de Población de Oaxaca (DIGEPO). Radiografía demográfica del estado de Oaxaca [Internet]. México: Dirección General de Población de Oaxaca (DIGEPO); 2017 [citado 16 Oct 2021]. Disponible en: http://www.digepo.oaxaca.gob.mx/recursos/publicaciones/radiografia_oaxaca_digepo_2017.

Gutierrez N. Porcinocultura [Internet]. Jalisco (México): SADER-Jalisco; 2015 [consultado 20 Ago 2021]. Disponible en: <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-ganaderoagricola-e-inocuidad/821>.

Illescas JL, Ferrer S, Bacho O. Porcino. Guía práctica [Internet]. España: Mercasa; 2012 [citado 25 Ene 2022]. Disponible en: https://www.mercasa.es/media/publicaciones/267/guia_practica_porcino.pdf.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Oaxaca [Internet]. México: INAFED; c2018 [citado 16 Oct 2021]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/mediofisico.html>.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Oaxaca. Santiago Pinotepa Nacional [Internet]. México: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED); c2016 [citado 07 Ene 2022]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20482a.html>.

Instituto Nacional de Desarrollo Social (Indesol). Plan comunitario de reducción de riesgos ante desastres naturales Santiago Pinotepa Nacional [Internet]. México: Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)- Indesol; 2012 [citado 13 Ene 2022]. Disponible en: <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Gesti%C3%B3n%20y%20Prevenci%C3%B3n%20de%20Riesgos/Plan%20Comunitario%20de%20Reduccion%20de%20Oriesgos%20ante%20desastres%20naturales%20Pinotepa%20Nacional.pdf>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Información por entidad: Población [Internet]. México: INEGI; C2020 [citado 29 Sept 2021]. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/poblacion/default.aspx?tema=m e&e=20>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México en cifras. Oaxaca [Internet]. México: INEGI, c2021 [citado 16 Oct 2021]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=20>.

Lazzari LL, Maesschalck V. Control de gestión: una posible aplicación del análisis FODA. CCimbage [Internet]. 2012 [citado 28 sep 2022];(5):71-90. Disponible en: <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/cimbage/article/view/311>.

Leonardo FD, Padilla DH, Vega GA, *et al.* Atlas de riesgos del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca, 2012 [Internet]. México: Ingeniería y constructora en obra civil KND S.A. de C.V.-SEDESOL; 2012 [citado 13 Ene 2022]. Disponible en: <http://www.proteccioncivil.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2019/03/SantiagopinotepanacionalAR.pdf>.

Malta-Cleyton®/ADM®. Productos Malta-Cleyton. Carnerina-Cerdos-Premium [Internet]. México: Malta-Cleyton®/ Grupo ADM®; 2022 [citado 14 Jul 2022]. Disponible en: https://www.maltacleyton.com.mx/productos/carnerina-no.1-reforzada-api-aba-amoxicilina?item_number=MX011971, <https://www.maltacleyton.com.mx/productos/carnerina-no.-2-c> [e?item_number=MX000181](https://www.maltacleyton.com.mx/productos/carnerina-no.-2-c?item_number=MX000181), https://www.maltacleyton.com.mx/productos/carnerina-no.-3-flavomicina?item_number=MX000183.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)-Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Bioseguridad en el marco de control de la PPA [Internet]. España: MAPA-OIE; 2020 [citado 11 Ene 2022]. Disponible en: https://rr-americas.oie.int/wp-content/uploads/2020/05/0501_esp_l-romero-biosecurity-in-the-framework-of-asf-control.pdf.

Martínez CF, Perea PM. Estrategias locales y de gestión para la porcicultura doméstica en localidades periurbanas del Valle de México. Rev. ASyM. 2012 [citado 16 Sep 2021]; 9: 411-425.

Martínez GR, Ramírez HG. Evaluación de las condiciones predisponentes a enfermedades en granjas porcinas a pequeña escala en un ambiente urbano en el noroeste de la Ciudad de México. Rev. Mex. Cienc. Pecu. [Internet]. 2021; 12 (3):932-943. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5178>.

Martínez GR, Salmerón SF, López AM. Heredabilidad estimada y comparación de genotipos puros en porcinos de las razas Duroc, Landrace y Yorkshire y en cruces recíprocos de las razas Landrace y Yorkshire, para grasa dorsal y peso a 154 días. Rev. Cient. (Maracaibo) [Internet]. 2006 [citado 12 Abr 2022];16(2): 142-148. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592006000200008&lng=es.

Medellín RE, Dávalos FJ. Estudio de la rentabilidad y productividad de unidades familiares de producción de leche bovina de Los Altos de Jalisco mediante la elaboración de estados financieros [Tesis de maestría] [Internet]. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2015 [citado 11 Oct 2022]. Disponible en: <https://search-ebshost-com.pbidi.unam.mx:2443/login.aspx?direct=true&db=cat02029a&AN=tes.TES01000729445&lang=es&site=eds-live>.

Mendoza IN. Condiciones de bienestar para cerdos lactantes, en crianza y engorda, para su posible implementación en una unidad de producción porcina: Estudio de revisión [tesis licenciatura]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2017.

Montero LE, Martínez GR, Herradora LM, et al. Alternativas para la producción porcina a pequeña escala. México: FMVZ-UNAM; 2015.

Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995. Trato humanitario en la movilización de animales [Internet]. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SADER); 2022 [citado 19 Feb 2022]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/563487/NOM-051-ZOO-1995_230398.pdf.

Solís OM, Marlon RL, Teniza GO. Estudio del suero de queso de leche de vaca y propuesta para el reuso del mismo [Tesis de maestría] [Internet]. México: Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada IPN "Unidad Tlaxcala"; 2012 [citado 13 Jul 2022]. Disponible en: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8662>.

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Organización Mundial de Sanidad Animal. Bienestar animal [Internet]. Francia: OIE; 2022 [citado 19 Feb 2022]. Disponible en: <https://www.oie.int/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/>.

Pinelli SA, Acedo FE, Hernández LJ, *et al.* Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas [Internet]. México: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD)- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA); 2004 [citado 12 Ene 2022]. Disponible en: <https://www.amvec.com/web/content/19243>.

Rebollar RS, Gómez TG, *et al.* Comportamiento de la oferta y demanda regional de carne de cerdo en canal en México, 1994-2012. Rev. Mex. Cienc. Pecu. [Internet]. 2014; 5 (4): 377-392. ISSN 2448-6698.

Rebollar RS, Martínez DM, Callejas JN, *et al.* Eficiencia en el mercado de carne de cerdo en México. CIENCIA ergo-sum [Internet]. 2019; 26 (3). DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v26n3a8>.

Sánchez CJ. Sanidad de productos porcícolas [Internet]. México: Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA); 2015 [citado 11 Ene 2022]. Disponible en: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/35Sanidad%20de%20productos%20porc%C3%ADcolas.pdf>.

Santana AL. La importancia de los proyectos de inversión y análisis de factibilidad para la implementación de un negocio [Internet]. Ecuador: Universidad Técnica de Machala; 2016 [citado 20 Sept 2021]. 27 p. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/9836>.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)-Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera (DGIAAP). Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de carne de ganado bovino en confinamiento [Internet]. México: SAGARPA/DGIAAP; 2014 [citado 19 Feb 2022]. Disponible en: <http://publico.senasica.gob.mx/?doc=21454>.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Números del campo. Productos pecuarios (carne de porcino) [Internet]. México: SAGARPA-SIAP; c2013 [citado 20 Ago 2021]. Disponible en: <http://www.numerosdelcampo.sagarpa.gob.mx/publicnew/productosPecuarios/cargarPagina/3#>.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Se estima para 2020 una producción de 1.7 millones de toneladas de carne de porcino: Agricultura [Internet]. México: SADER; 2020 [citado 19 Ago 2021]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/se-estima-para-2020-una-produccion-de-1-7-millones-de-toneladas-de-carne-de-porcino-agricultura?idiom=es>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015 (INEGYCEI) [Internet]. México: SEMARNAT-INECC; 2018 [citado 23 Ene 2022]. Disponible en: <http://189.240.101.244:8080/xmlui/handle/publicaciones/226>.

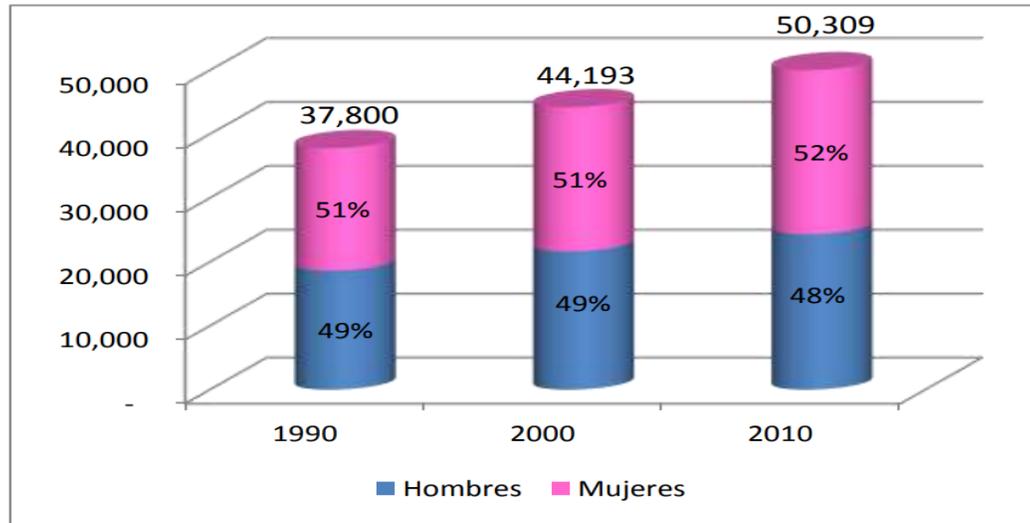
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Estacionalidad pecuaria [Internet]. México: SIAP; c2020 [consultado 20 Ago 2021]. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/est_pecuaria/est_pecuaria.php.

Stewart M, Schaefer AL, Haley DB, *et al.* Infrared thermography as a non-invasive method for detecting fear-related responses of cattle to handling procedures. *Animal Welfare*, 2008; 17: 387-393.

Valdespino C, Martínez RM, García FL, *et al.* Evaluación de eventos reproductivos y estrés fisiológico en vertebrados silvestres a partir de sus excretas: evolución de una metodología no invasiva. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 2007; 23(3):151-180.

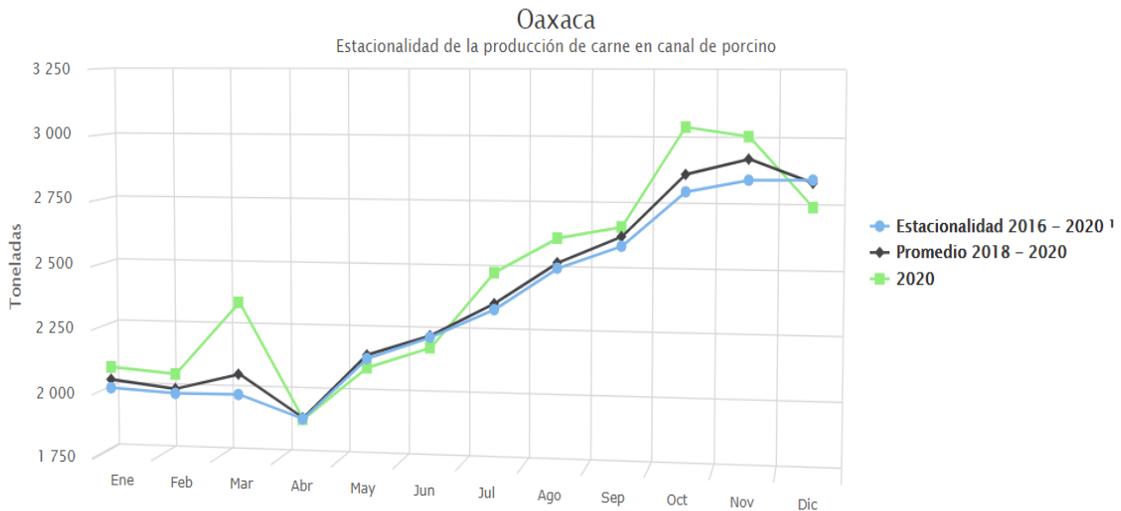
FIGURAS

Figura 1. Gráfica del crecimiento histórico poblacional del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca en el período de 1990-2010.



Fuente: Gráfica extraída del texto de Leonardo, *et al.*, 2012.

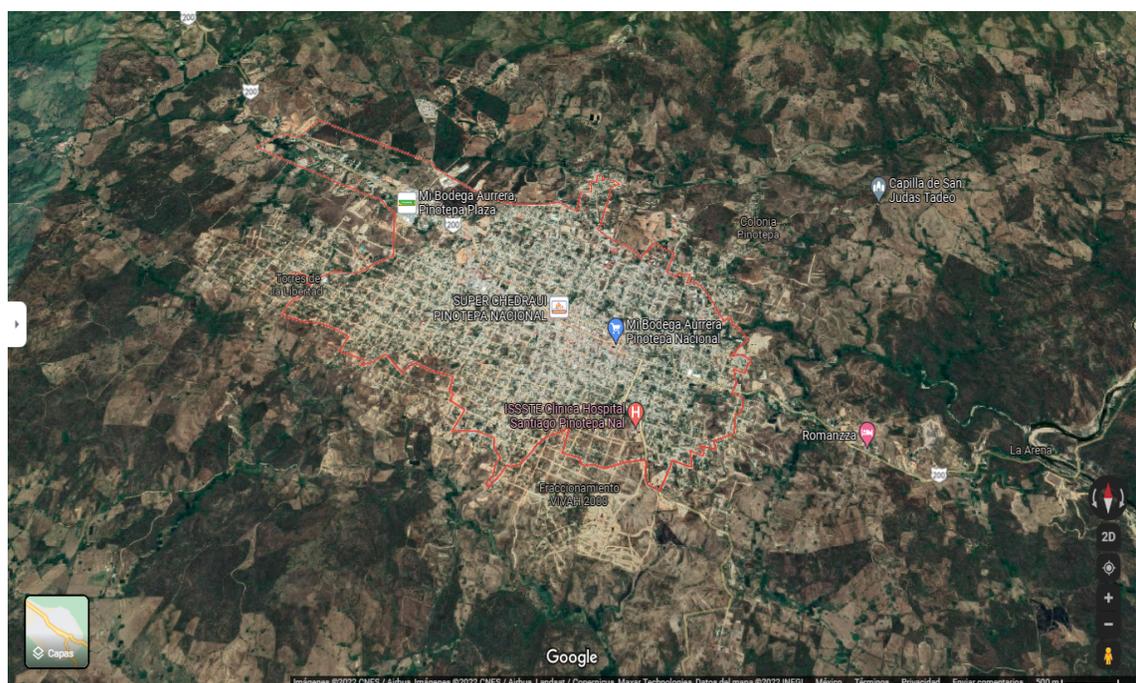
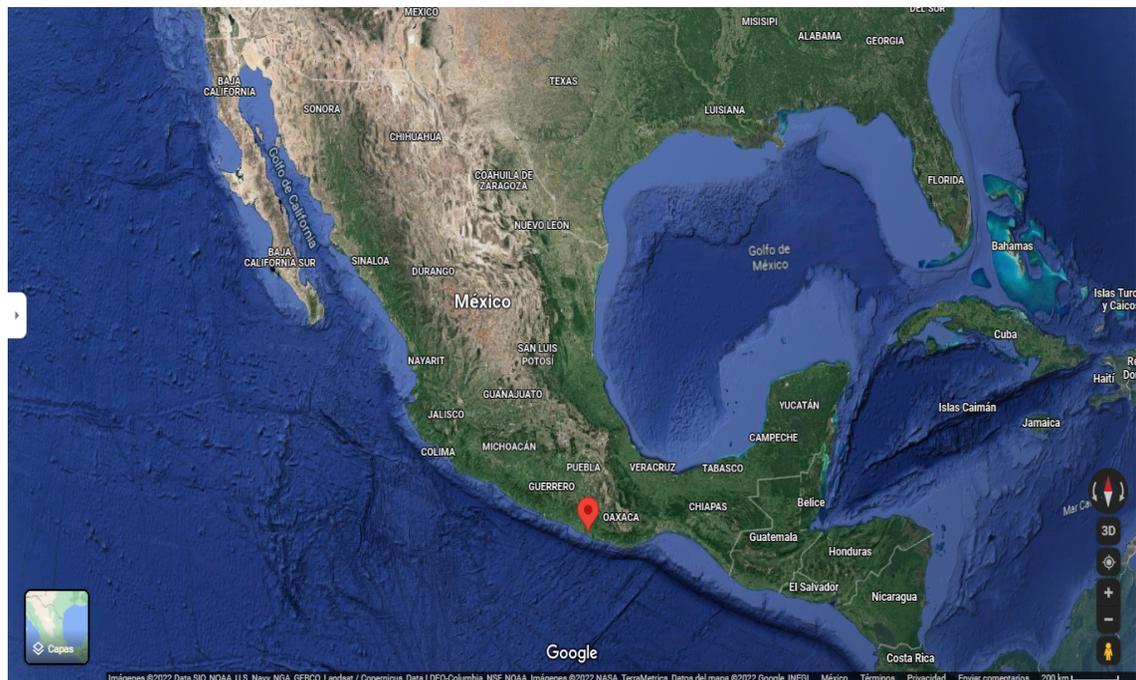
Figura 2. Gráfica de la estacionalidad y promedio de producción de carne en canal de porcino en el estado de Oaxaca dentro del período 2016-2020.



Notas: ¹/Cifras preliminares.

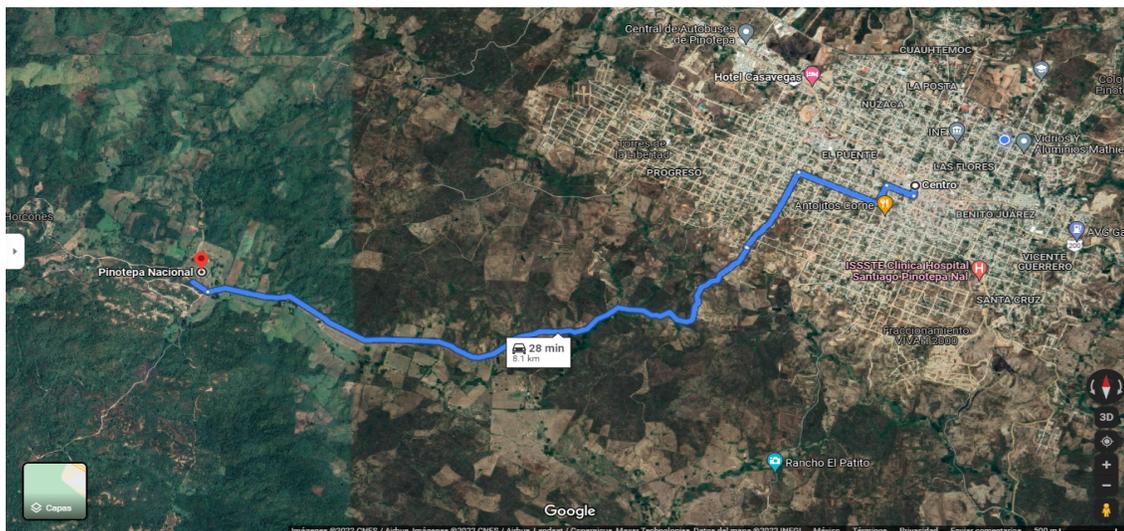
Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2020 (SIAP, 2020).

Figura 3. Imágenes satelitales de la ubicación a nivel nacional y regional del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.



Fuente: Google Maps, 2022.

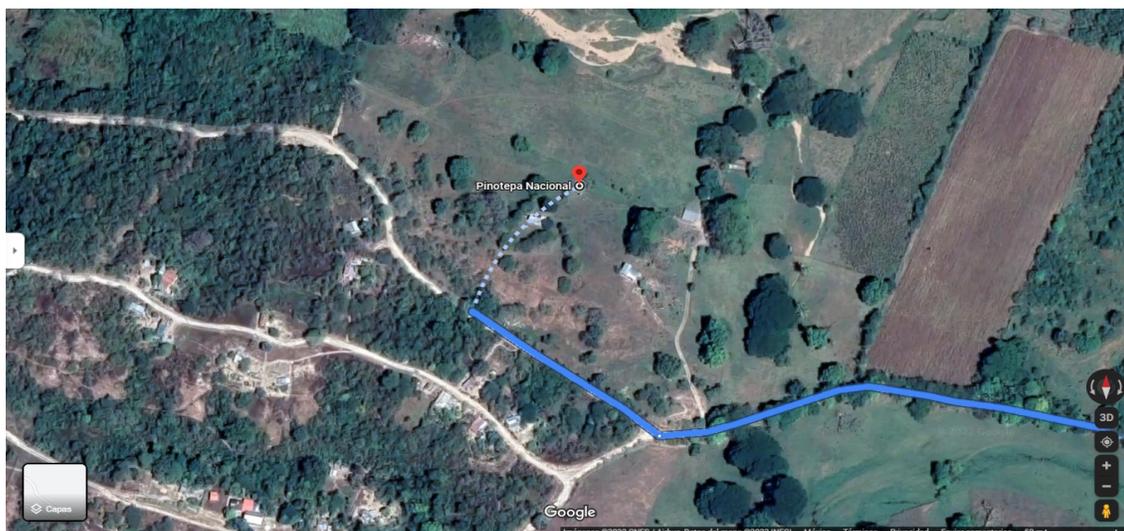
Figura 4. Mapa de la trayectoria en coche al lugar de la granja desde el centro del municipio de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.



Notas: Lugar de la granja marcado con un punto rojo, la trayectoria está marcada con una línea azul.

Fuente: Google maps, 2022.

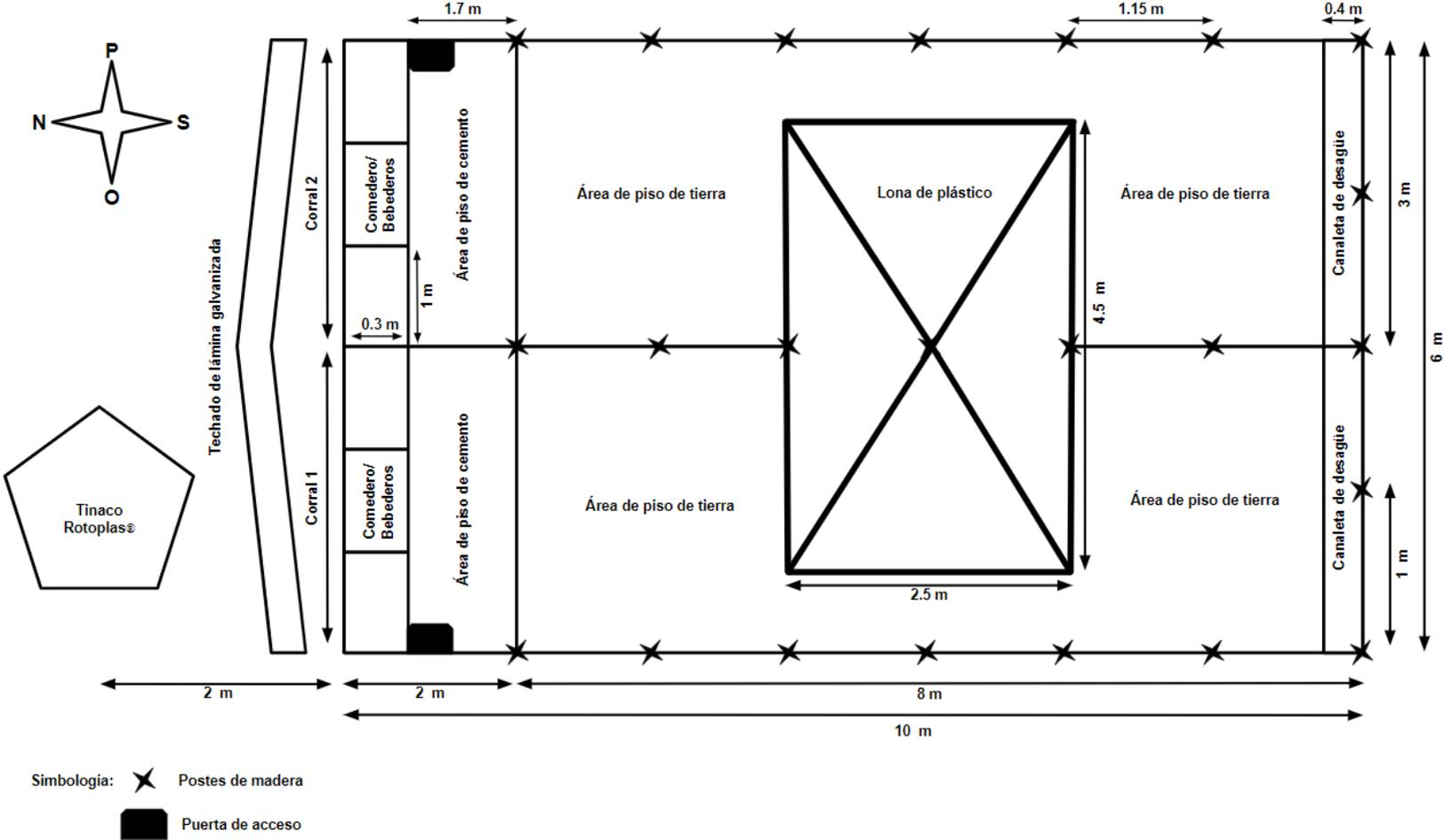
Figura 5. Microlocalización y vía de acceso principal a la granja.



Notas: Microlocalización de la granja marcado con un punto rojo y vía de acceso principal señalizado con la línea y punteado azul.

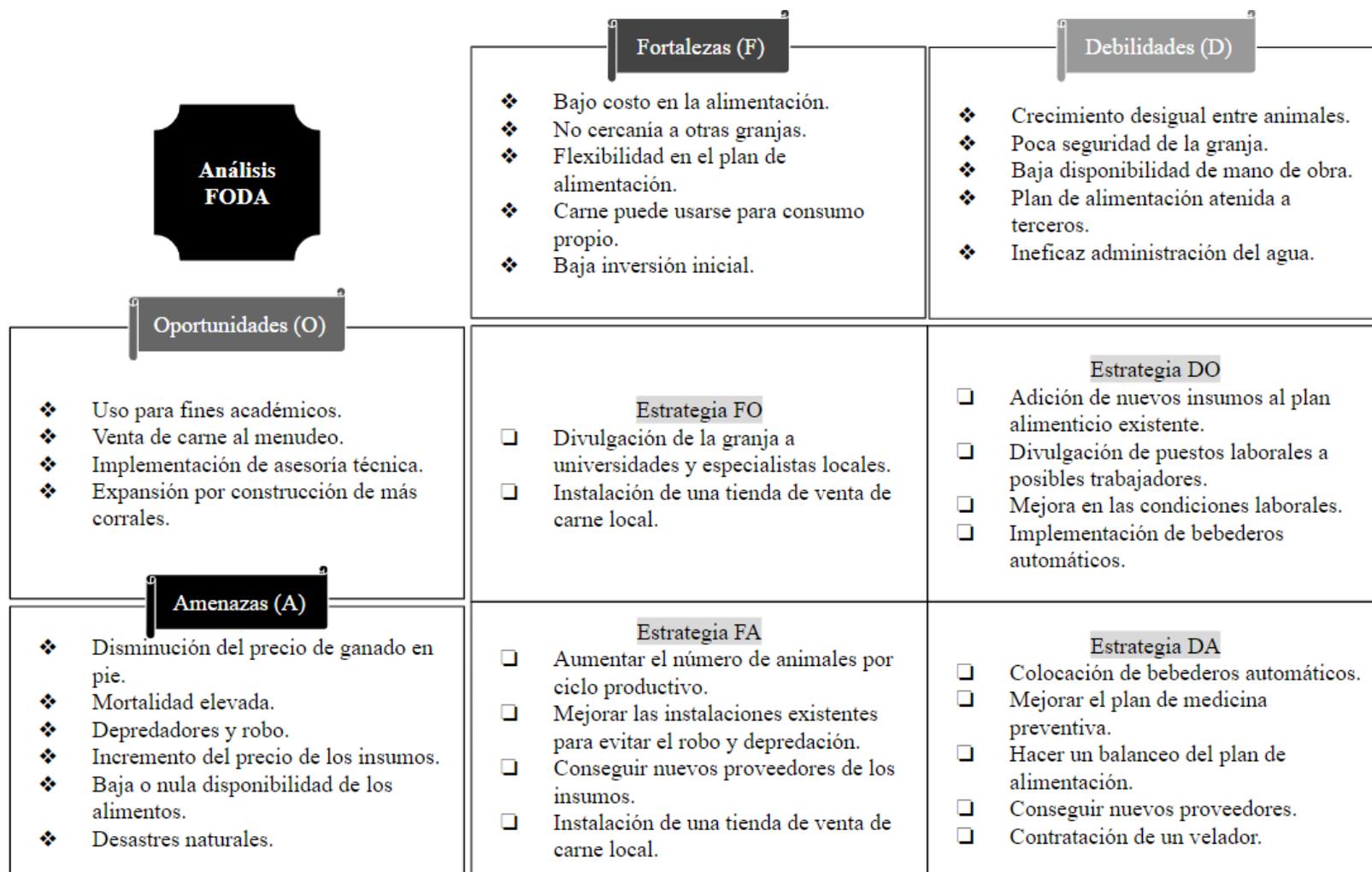
Fuente: Google maps, 2022.

Figura 6. Dibujo con las especificaciones de las instalaciones del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Análisis FODA del proyecto.



Nota: Elaboración propia.

CUADROS

Cuadro 1. Comparativo de las características productivas entre las razas porcinas Landrace y Yorkshire.

Característica productiva	Raza Landrace	Raza Yorkshire
Ganancia media diaria 20-90 kg (g/día)	695	725
Índice de conversión 20-90 kg (Kg/Kg)	3.1	3.0

Fuente: Elaboración basado en la información del Centro de Información de actividades pecuarias (CIAP) en 2018 (CIAP, 2018).

Cuadro 2. Espacio vital para ganado porcino según la etapa productiva, peso y edad basado en Mendoza, 2017.

Etapa	Edad (semanas)	Peso (kg)	Espacio vital (m ² /porcino)
Crecimiento	10-12	20-40	0.4, superficie firme
Desarrollo	13-17	40-75	0.8, suelo continuo
Finalización	18-22	75-110	1.2*

Notas: *En condiciones de calor se debe tener un aumento del 10% sobre la superficie calculada. Fuente: Elaboración con datos de la tabla obtenida del texto “Condiciones de bienestar para cerdos lactantes, en crianza y engorda, para su posible implementación en una unidad de producción porcina: *Estudio de revisión*” de Mendoza, 2017.

Cuadro 3. Espacio vital por porcino según su peso vivo, basado en Illescas, *et al.*, 2012.

Peso vivo	Superficie
20 a 50 kg	0.50 a 0.80 m ²
60 a 110 kg	1.00 a 1.50 m ²
Más habitual superficies de 0.70-0.80 m ² y unos 10-15 porcinos por corral (conveniente)	

Fuente: Elaboración con datos de la tabla obtenida del texto “Porcino. Guía práctica” de Illescas, *et al.*, 2012.

Cuadro 4. Principales desinfectantes utilizados en granjas porcinas y sus especificaciones.

Especificaciones	Tipo de desinfectante				
	Basados en cloro	Fenoles no clorados	Fenoles clorados	Agentes iodóforos	Compuestos de amonio cuaternario
Corrosivo en metales y/o goma	No	Sí	Sí	No	No
Acción detergente	No	No	Algunos	Sí	Sí
Efectividad en presencia de materia orgánica	Moderada	Sí	Sí	Moderada	No
Acción antibacteriana	Moderada	Sí	Sí	Sí	Moderada
Acción antiviral	Sí	Baja	Baja	Sí	No
Rapidez de acción	Rápido	Moderada	Moderada	Rápida	Moderada
Indicado para pediluvios	No	Sí	No	Sí	No
Tóxico/Irritante	Sí	Sí	Sí	Algunos	No

Fuente: Elaboración con información extraída del texto “Bioseguridad en granjas porcinas” de Cruz, 2007.

Símbolos y abreviaturas presentes en el texto.

Abreviaturas	Significado
®	Marca registrada
”	Pulgada
\$	Peso mexicano
%	Porcentaje
CIAP	Centro de Información de Actividades Pecuarias
COMECARNE	Consejo Mexicano de la Carne
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
COVID-19	Coronavirus disease-19
DGIAAP	Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera
DIGEPO	Dirección General de Población de Oaxaca
GEI	Gases de efecto invernadero
ha	Hectárea
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INAFED	Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
Indesol	Instituto Nacional de Desarrollo Social
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INEGYCEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de

	Efecto Invernadero
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del estado
kcal	Kilocalorías
kg	Kilogramo
km ²	Kilómetro cuadrado
L	Litro
m	Metros
m ²	Metro cuadrado
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
mg	Miligramo
ml	Mililitro
mm	Milímetro
mm ³	Milímetros cúbicos
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MVZ	Médico veterinario zootecnista
No.	Número
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PRRS	<i>Porcine reproductive and respiratory syndrome</i> ; síndrome reproductivo y respiratorio porcino en español

PV	Peso vivo
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SSA	Secretaría de Salud
SSO	Servicios de Salud de Oaxaca
TIF	Rastro Tipo Inspección Federal
Ton	Tonelada
UMR	Unidades Médicas Rurales
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i> ; Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

ANEXOS

Anexo 1. Flujograma del proyecto con una modalidad “Todo dentro-Todo fuera”.

Flujograma del proyecto													
Modalidad "Todo dentro-Todo fuera"													
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
No. de semanas del período	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Edad en semanas animales	Número de animales												
8 - 12	28				28				28				
12 - 16		28				28				28			
16 - 20			28				28				28		
20 - 24				28				28				28	
Porcinos vendidos*					27				27			27	

Total de porcinos vendidos por año=	81
-------------------------------------	----

	Ciclo 1
--	---------

	Ciclo 2
	Ciclo 3
	Venta
	Período vacío

Notas: *Considerando un 5% de mortalidad en el último período.

Paramétricos de ventas	
Precio de venta	
Peso para venta (kg)=	100
Precio porcino en pie (\$/Kg de PV)*=	\$42.00
Precio total por porcino de 100 kg=	\$4,200.00
Precio por 27 porcinos=	\$113,400.00
Precio total anual por 81 porcinos=	\$340,200.00

Notas: Elaboración basado en el precio del porcino en pie cotizado en el rastro municipal de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca el 03 de diciembre del 2021.

Anexo 2. Montos de inversión y paramétricos por el rubro de adquisición de los lechones destetados.

Montos de inversión por adquisición de los lechones destetados					
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
\$26,600.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$26,600.00	\$0.00
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
\$0.00	\$0.00	\$26,600.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Total anual	\$79,800.00				

Paramétricos por la adquisición de los lechones destetados	
Precio de compra	
Precio promedio por lechón=	\$950.00
Número de lechones=	28
Precio total por 28 lechones destetados=	\$26,600.00
Total de ciclos productivos=	3
Precio total por 84 lechones destetados=	\$79,800.00

Notas: Elaboración propia. Precios cotizados por un lechón de aprox. 8 semanas de vida en el CBTa. No. 10 de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca en julio del 2021.

Anexo 3. Montos de inversión y paramétricos por el rubro de alimentación.

Montos de inversión por alimentación							
Rubro	Mes						Total anual
Alimento balanceado Api-Aba® Carnerina® Premium No.1	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$2,150.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$2,150.00	\$0.00	
Alimento balanceado Api-Aba® Carnerina® Premium No.1	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$0.00	\$0.00	\$2,150.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$6,450.00
Alimento balanceado Api-Aba® Carnerina® Premium No.2	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$0.00	\$3,400.00	\$3,825.00	\$0.00	\$0.00	\$3,400.00	
Alimento balanceado Api-Aba® Carnerina® Premium No.2	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$3,825.00	\$0.00	\$0.00	\$3,400.00	\$3,825.00	\$0.00	\$21,675.00
Alimento balanceado Api-Aba® Carnerina® Premium No.3	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$5,460.00	\$0.00	\$0.00	

Alimento balanceado Api-Aba® Carnerina® Premium No.3	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$0.00	\$5,460.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$5,460.00	\$16,380.00
Suero de leche de vaca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$1,520.00	\$2,432.00	\$3,648.00	\$4,560.00	\$1,520.00	\$2,432.00	
Suero de leche de vaca	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$3,648.00	\$4,560.00	\$1,520.00	\$2,432.00	\$3,648.00	\$4,560.00	\$36,480.00
Desperdicio de tortilleria	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$456.00	\$456.00	\$456.00	\$456.00	\$456.00	\$456.00	
Desperdicio de tortilleria	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$456.00	\$456.00	\$456.00	\$456.00	\$456.00	\$456.00	\$5,472.00
Desperdicio de verdulería-frutería	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$0.00	\$364.80	\$364.80	\$364.80	\$0.00	\$364.80	
Desperdicio de verdulería-frutería	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$364.80	\$364.80	\$0.00	\$364.80	\$364.80	\$364.80	\$3,283.20

Paramétricos del plan de alimentación				
Suero de leche de vaca				
Etapa de consumo	Precio por litro	L por día	L por mes (30.4 días)	Costo por mes
Primer mes	\$1.00	50	1,520	\$1,520.00
Segundo mes	\$1.00	80	2,432	\$2,432.00
Tercer mes	\$1.00	120	3,648	\$3,648.00
Cuarto mes	\$1.00	150	4,560	\$4,560.00

Paramétricos del plan de alimentación	
Desperdicio de tortillería	
Precio por recolecta al día	\$15.00
Precio por mes (30.4 días)	\$456.00

Paramétricos del plan de alimentación	
Desperdicio de verdulería-frutería	
Precio por recolecta al día	\$12.00
Precio por mes (30.4 días)	\$364.80

Notas: Elaboración propia. Precios del alimento balanceado cotizados en la distribuidora de alimentos balanceados “De la Costa” de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca en diciembre del 2021. El suero de leche de vaca es cotizado de un acaparador de leche

de vaca dedicado a la producción de quesos frescos en el municipio de Santiago Pinotepa Nacional, el precio por litro está basado en la información proporcionada por el acaparador en el mes de julio del 2021. El costo del desperdicio de verdulería-frutería y del desperdicio de tortillería (precios por recolecta) están basados en la información proporcionada por los encargados de los establecimientos en el mes de julio del 2021.

Para evitar un desperdicio excesivo del insumo de verdulería-frutería, éste se suministra a partir del segundo mes de cada ciclo productivo debido a que antes de ese tiempo los animales podrían ser incapaces de consumir todo el alimento proporcionado.

Anexo 4. Montos de inversión y paramétricos por los rubros de requerimiento de agua, medicina preventiva, bioseguridad, mano de obra, médico veterinario zootecnista y predial del terreno.

Montos de inversión por agua, medicina preventiva, bioseguridad, mano de obra, médico veterinario zootecnista y predial del terreno							
Rubro	Mes						Total al año
Requerimiento de agua (electricidad)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$350.00	\$0.00	\$350.00	\$0.00	\$350.00	\$0.00	
Requerimiento de agua (electricidad)	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$350.00	\$0.00	\$350.00	\$0.00	\$350.00	\$0.00	\$2,100.00

Medicina preventiva							
Desparasitante vitaminado L-Vermizol® vitaminado al 12% de lab. Aranda®	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$80.50	\$0.00	\$225.40	\$0.00	\$80.50	\$0.00	
Desparasitante vitaminado L-Vermizol® vitaminado al 12% de lab. Aranda®	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$225.40	\$0.00	\$80.50	\$0.00	\$225.40	\$0.00	\$917.70
Bioseguridad, limpieza y mantenimiento							
Escoba tipo cepillo marca Ideal®	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$70.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Escoba tipo cepillo marca Ideal®	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$70.00
Detergente en polvo marca Roma®	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$273.60	\$273.60	\$273.60	\$273.60	\$273.60	\$273.60	

Detergente en polvo marca Roma®	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$273.60	\$273.60	\$273.60	\$273.60	\$273.60	\$273.60	\$3,283.20
Hipoclorito de sodio marca La Valenciana®	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$79.80	\$79.80	\$79.80	\$79.80	\$79.80	\$79.80	
Hipoclorito de sodio marca La Valenciana®	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$79.80	\$79.80	\$79.80	\$79.80	\$79.80	\$79.80	\$957.60
Bandeja de plástico sin marca de 2 L	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$5.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Bandeja de plástico sin marca de 2 L	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$5.00
Cubeta de plástico sin marca de 20 L	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$120.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Cubeta de plástico sin marca de	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	

20 L							
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$120.00
Mano de obra por cuidado-alimentación animales	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$7,600.00	\$7,600.00	\$7,600.00	\$7,600.00	\$7,600.00	\$7,600.00	
Mano de obra por cuidado-alimentación animales	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$7,600.00	\$7,600.00	\$7,600.00	\$7,600.00	\$7,600.00	\$7,600.00	\$91,200.00
Médico veterinario zootecnista	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$500.00	
Médico veterinario zootecnista	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$500.00	\$6,000.00
Predial del terreno	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	
Predial del terreno	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	

	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$50.00	\$600.00
							\$105,253.50

Paramétricos por el rubro de medicina preventiva	
Medicina preventiva	
Desparasitante vitaminado L-Vermizol® vitaminado al 12% de lab. Aranda®	
Dosis manejada en el frasco	1mL/20 kg PV
mL 1° dosis/porcino 25 kg	1.25
mL 1° dosis /28 porcinos	35
mL 2° dosis/porcino 70 kg	3.5
mL 2° dosis/28 porcinos	98
Precio frasco 100 mL	\$230.00
Precio 1° dosis/28 porcinos	\$80.50
Precio 2° dosis/28 porcinos	\$225.40

Paramétricos por el rubro de bioseguridad, limpieza y mantenimiento
Bioseguridad, limpieza y mantenimiento

Escoba tipo cepillo marca Ideal®	
Precio por unidad	\$70.00
Unidades por año	1
Detergente en polvo marca Roma®	
Precio por bolsa 1 kg	\$45.00
Kg por día	0.2
Precio por día	\$9.00
Precio por mes (30.4 días)	\$273.60
Hipoclorito de sodio marca La Valenciana®	
Precio por botella 1 L	\$10.50
L por día	0.25
Precio por día	\$2.63
Precio por mes (30.4 días)	\$79.80
Bandeja de plástico sin marca de 2 L	
Precio por unidad	\$2.50
Unidades requeridas por año	2
Costo por unidades requeridas	\$5.00
Cubeta de plástico sin marca de 20 L	

Precio por unidad	\$60.00
Unidades requeridas por año	2
Costo por unidades requeridas	\$120.00

Paramétricos por el rubro de mano de obra	
Mano de obra por cuidado-alimentación animales	
Personas contratadas	1
Pago promedio por día trabajado	\$250.00
Pago por mes (30.4 días)	\$7,600.00

Paramétricos de la contratación del médico veterinario zootecnista	
Médico veterinario zootecnista	
Precio por visita	\$500.00
Visitas por mes	1

Paramétricos por el rubro de predial del terreno	
Predial del terreno	

Pago por año	\$600.00
Precio por mes	\$50.00

Notas. Elaboración propia. Los montos de inversión del requerimiento de agua están basados en el recibo de luz eléctrica recibido bimensualmente en el predio (pago promedio de \$350.00 por recibo). El precio del desparasitante vitaminado es cotizado en la farmacia veterinaria de la Unión Ganadera Regional del municipio, los precios del rubro de bioseguridad son cotizados en el supermercado Chedraui® del municipio, ambos en julio del 2021. Los precios en mano de obra y MVZ son los promedios manejados en la región en el mes de julio del 2021. El pago del predial del terreno es de manera anual.

Anexo 5. Paramétricos por la construcción de las instalaciones.

Paramétricos por la construcción de las instalaciones			
Construcción			
Rubro	Precio unitario	Unidades empleadas	Costo
Mano de obra por construcción	\$4,500.00	1	\$4,500.00
Bulto de cemento marca Cruz Azul® de 50 kg	\$190.00	9	\$1,710.00
Camión de volteo de arena	\$1,200.00	1	\$1,200.00
Camión de volteo de grava	\$1,000.00	1	\$1,000.00
Láminas galvanizadas 1 x 3 m calibre 26	\$700.00	6	\$4,200.00
Birlos para láminas 3/16 x 8"	\$5.00	20	\$100.00
Cavador agrícola de 48" marca Pretul®	\$685.00	1	\$685.00

Barreta 2.5 m	\$598.00	1	\$598.00
Carretilla 8ft marca Truper®	\$1,598.00	1	\$1,598.00
Pala curva marca Truper®	\$255.00	1	\$255.00
Taladro rotomartillo marca Pretul®	\$798.00	1	\$798.00
Total			\$16,644.00
Corral de madera			
Rubro	Precio unitario	Unidades empleadas	Costo
Mano de obra (tala y construcción)	\$3,500.00	1	\$3,500.00
Postes de madera 2.5 m	\$100.00	23	\$2,300.00
Vigas de madera 6 m	\$600.00	2	\$1,200.00
Horcones de madera 3.5 m	\$200.00	2	\$400.00
Horcones de madera 3 m	\$200.00	2	\$400.00
Rollo de malla ciclónica hexagonal 69x69 de 1.5 m x 20 m	\$1,400.00	2	\$2,800.00
Grapas de 1" (\$/kg)	\$120.00	0.5	\$60.00
Rollo de alambre de púas 300 m	\$1,100.00	1	\$1,100.00
Martillo marca Truper® 16 oz	\$175.00	1	\$175.00
Pinza de hacendado marca Surtek®	\$265.00	1	\$265.00

Lona de plástico de 4.5 m x 2.5 m	\$1,750.00	1	\$1,750.00
Rollo de rafia de polipropileno marca Fiero® 410 m	\$170.00	1	\$170.00
Total			\$14,120.00
Tinaco			
Rubro	Precio unitario	Unidades empleadas	Costo
Tinaco marca Rotoplas® de 750 L	\$3,027.00	1	\$3,027.00
Total			\$3,027.00

Costo total por instalaciones=	\$33,791.00
---------------------------------------	--------------------

Notas: Precios cotizados en la distribuidora de materiales “Malena” y en la ferretería “Navarrete” pertenecientes al municipio de Stgo. Pinotepa Nacional, Oaxaca en julio del 2021, ambos establecimientos cuentan con servicio a domicilio. El precio de la lona de plástico es cotizado a través de la página web de Mercado Libre el 10 de septiembre del 2022. La mano de obra por tala y construcción considera la tala del material de madera (postes, vigas y horcones) de árboles circundantes al terreno donde se ubica la granja y la construcción de dicho corral es por medio de la contratación de dos personas a \$250.00/día cada una. El taladro rotomartillo marca Pretul® no se considera para la producción si no sólo para la construcción de las instalaciones.

Anexo 6. Resultados.

Ventas anuales	\$340,200.00
----------------	--------------

Costos anuales	\$274,793.70
Utilidades anuales	\$65,406.30
Montos de operación o capital de trabajo	\$274,793.70
Inversión fija	\$33,791.00
Inversión total	\$308,584.70
Rentabilidad neta (ROS)	19.23%
Rentabilidad sobre inversión fija (ROE)	193.56%
Rentabilidad de operación	23.80%

VPN	\$195,201.04
TIR	50%
RCB	1.11

Ingresos			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	Unidades	Precio por unidad	Total anual				

Porcinos finalizados en Ciclo 1	27	\$4,200.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00
Porcinos finalizados en Ciclo 2	27	\$4,200.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00
Porcinos finalizados en Ciclo 3	27	\$4,200.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00	\$113,400.00
Total anual	81		\$340,200.00	\$340,200.00	\$340,200.00	\$340,200.00	\$340,200.00

Egresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos fijos					
Alimentación	\$89,740.20	\$89,740.20	\$89,740.20	\$89,740.20	\$89,740.20
Mano de obra por cuidado-alimentación animales	\$91,200.00	\$91,200.00	\$91,200.00	\$91,200.00	\$91,200.00
Médico veterinario zootecnista	\$6,000.00	\$6,000.00	\$6,000.00	\$6,000.00	\$6,000.00
Bioseguridad, limpieza y mantenimiento	\$4,435.80	\$4,435.80	\$4,435.80	\$4,435.80	\$4,435.80
Agua (electricidad)	\$2,100.00	\$2,100.00	\$2,100.00	\$2,100.00	\$2,100.00
Predial del terreno	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$600.00	\$600.00
Costos variables					
Adquisición de los lechones destetados	\$79,800.00	\$79,800.00	\$79,800.00	\$79,800.00	\$79,800.00

Medicina preventiva	\$917.70	\$917.70	\$917.70	\$917.70	\$917.70
Total anual	\$274,793.70	\$274,793.70	\$274,793.70	\$274,793.70	\$274,793.70

Costo por porcino finalizado=	\$3,392.51
Costo por kg de porcino producido=	\$33.93

Inversión fija	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Instalaciones	\$33,791.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00

Capital de trabajo	
Adquisición de los lechones destetados	\$26,600.00
Alimentación	\$29,913.40
Mano de obra por cuidado-alimentación animales	\$30,400.00
Médico veterinario zootecnista	\$2,000.00
Bioseguridad, limpieza y mantenimiento	\$1,608.60
Agua (electricidad)	\$700.00
Medicina preventiva	\$305.90
Predial del terreno	\$200.00

Total	\$91,727.90
-------	-------------

Evaluacion de flujos descontados							
Tasa de interés	Años	Egresos (E)	Ingresos (I)	Flujo neto (FN=I-E)	Valor presente egresos	Valor presente ingresos	Flujo descontado
11%	0	\$125,518.90	\$0.00	-\$125,518.90	\$125,518.90	\$0.00	-\$125,518.90
11%	1	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$247,561.89	\$306,486.49	\$58,924.59
11%	2	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$223,028.73	\$276,113.95	\$53,085.22
11%	3	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$200,926.79	\$248,751.31	\$47,824.52
11%	4	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$181,015.12	\$224,100.28	\$43,085.16
11%	5	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$163,076.69	\$201,892.14	\$38,815.46
11%	6	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$146,915.93	\$181,884.81	\$34,968.88
11%	7	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$132,356.70	\$163,860.19	\$31,503.49
11%	8	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$119,240.27	\$147,621.79	\$28,381.53
11%	9	\$274,793.70	\$340,200.00	\$65,406.30	\$107,423.66	\$132,992.61	\$25,568.94
11%	10	\$457,859.50	\$340,200.00	-\$117,659.50	\$161,251.01	\$119,813.16	-\$41,437.85
					\$1,808,315.69	\$2,003,516.73	\$195,201.04