



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA EN INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

TESIS

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CERDOS EN FINALIZACIÓN
UTILIZANDO DIFERENTES PROPORCIONES DE MAÍZ Y SORGO
EN LA DIETA.**

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

PRESENTA

DAVID BALAM TERRÓN NAVA

ASESOR

DR. en CARN. HÉCTOR HUGO VELÁZQUEZ VILLALVA

COASESOR

DR. SAMUEL REBOLLAR REBOLLAR

TEMASCALTEPEC, MÉXICO; SEPTIEMBRE DE 2024

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
3.1. Planteamiento del problema	4
3.2. Pregunta de investigación	5
IV. OBJETIVOS	6
4.1. Objetivo general	6
4.2. Objetivos específicos	6
V. HIPÓTESIS	7
4.1. Hipótesis	7
VI. MARCO TEÓRICO	8
6.1. Historia de la porcicultura	8
6.2. Importancia de la porcicultura	8
6.3. Distribución de la porcicultura en el mundo	8
6.6. Ciclo productivo del cerdo	12
6.5. Características productivas de los cerdos	13
6.6.1. Cerdas productoras	14
6.6.2. Cerdo en lactación	14
6.6.3. Post-destete	15
6.6.4. Cerdo en engorda	15
6.7. Clasificación de las razas	15
6.7.1. Principales razas	15
6.7.2. Maternas	16

6.7.2.1. Large White	16
6.7.2.2. Landrace	16
6.7.2.3. Yorshire	17
6.7.3. Razas productoras de carne	18
6.7.3.1. Pietrain	18
6.7.3.2. Duroc	19
6.7.3.3. Hampshire	20
6.7.4. Razas mixtas o híbridas	20
6.7.4.1. PIC®337	21
6.7.4.2. PIC Camborough.....	21
6.8. Aparato digestivo	22
6.8.1. Boca	22
6.8.2. Esófago	22
6.8.3. Estomago.....	23
6.8.4. Intestino delgado	23
6.8.5. Intestino grueso	23
6.8.6. Órganos anexos.....	24
6.8.6.1. Hígado	24
6.8.6.2. Páncreas	24
6.8.6.3. Bazo	24
6.9. Requerimientos nutricionales	24
6.10. Importancia de los nutrientes	25
6.10.1. Aminoácidos.....	25
6.10.2. Vitaminas.....	26
6.10.3. Minerales.....	27
6.10.4. Aditivos.....	28
6.11. Clasificación de ingredientes.....	28
6.11.1. Alimentos energéticos.....	29
6.11.1.1. Principales ingredientes energéticos	29
6.11.1.1.1. Maíz (<i>Zea Maiz</i>)	29
6.11.1.1.2. Sorgo (<i>Sorghum Vulgare L.</i>)	29
6.11.2. Alimentos proteicos	29
6.12. Costos de producción	30

6.12.1. Costos fijos	30
6.12.2. Costos variables.....	30
6.12.3. Inversión.....	31
6.12.4. Costo marginal	31
6.13. Rentabilidad	31
6.14. Relación costo beneficio	31
6.15. Punto de equilibrio.....	32
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
7.1. Lugar experimental	33
7.2. Limpieza y desinfección.....	34
7.3. Alojamiento	36
7.4. Recepción	37
7.5. Unidades experimentales.....	39
7.6. Alimentación	41
7.7. Tratamientos	43
7.5. Diseño completamente al azar.....	45
7.5.1. Modelo estadístico ANOVA completamente al azar	45
7.5.2 Cuadro de ANOVA	46
7.7. Variables.....	47
7.7.1. Costos de producción	47
7.7.2. Cuantificar costos por alimentación y dieta.....	47
7.7.3. Relación costo beneficio	47
VIII RESULTADOS	48
8.1. Resultados de los parámetros económicos de los tratamientos con maíz.....	48
8.1.1. Peso Inicial.....	49
8.1.2. Peso vivo final.....	49
8.1.4. Conversión alimenticia	50
8.1.4. Ganancia total de peso.....	51
8.1.5. Consumo total de alimento.....	52
8.1.6. Costo por kilogramo de alimento.....	53
8.1.7. Costo por cada kilogramo producido	54
8.1.8. Costo total por periodo de finalización	55
8.1.9. Precio de venta del puerco en pie.....	56

8.1.10. Ingresos	57
8.1.11. Utilidad	58
8.1.12. Relación costo beneficio	59
IX DISCUSIÓN.....	61
X. CONCLUSIÓN	63
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mundial de carne de cerdo	10
Cuadro 2. Consumo, producción e importaciones de carne de cerdo en México.....	12
Cuadro 3. Características productivas	14
Cuadro 4. Cantidad de aminoácidos requeridos por Kg de peso vivo en cerdos	26
Cuadro 5. Cantidad de vitaminas requeridas por cerdos dependiendo el peso vivo	27
Cuadro 6. Cantidad de minerales necesarios para cerdos.....	28
Cuadro 7. Cantidad de cada ingrediente para preparar 1 una tonelada alimento	43
Cuadro 8. Cuadro ANOVA	46
Cuadro 9. Resumen de resultados de las variables económicas	48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Producción de carne de cerdo en la República Mexicana	11
Gráfica 2. Producción de carne de cerdo de los principales Estados.	11
Gráfica 3. Promedio de los pesos vivos de los cerdos utilizados en los tratamientos	49
Gráfica 4. Promedio de los pesos finales de los cerdos en los diferentes tratamientos.....	50
Gráfica 5. Promedio de las Conversiones alimenticias de los diferentes tratamientos	51
Gráfica 6. Promedio de las Ganancias totales de pesos de los cerdos en los diferentes tratamientos	52
Gráfica 7. Promedio del Consumo total de alimento de los cerdos de los diferentes tratamientos	53
Gráfica 8. Promedio del costo por kilogramo de alimento de los diferentes tratamientos..	54
Gráfica 9. Promedio del costo por cada kilogramo de carne producido de los diferentes tratamientos	55
Gráfica 11. Precio de venta del puerco en pie	57
Gráfica 12. Promedio de los ingresos obtenidos en la etapa de finalización de los diferentes tratamientos	58
Gráfica 13. Promedio de la utilidad de los diferentes tratamientos.....	59
Gráfica 14. Relación costo beneficio.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Las líneas de producción porcina	13
Figura 2. Raza Large White.....	16
Figura 3. Raza Landrace	17
Figura 4. Raza Yorshire.....	18
Figura 6. Raza Duroc.....	19
Figura 7. Raza Hampshire	20
Figura 8. Semental 337 PIC.....	21
Figura 9. Hembra híbrida.....	21
Figura 10. Aparato digestivo	22
Figura 11. Presentación de costos.....	32
Figura 12. Macro ubicación de la granja	33
Figura 13. Micro ubicación de la granja “LAS PULGAS”	34
Figura 14. Desarrollo de la limpieza	35
Figura 15. Limpieza.....	35
Figura 16. Comedero limpio y desinfectado	36
Figura 17. Corral limpio y desinfectado	37
Figura 18. Los cerdos entran al área de finalización	38
Figura 20. Pesaje de cerdos	39
Figura 21. Traslado de animales de la báscula a su corral	39
Figura 22. Registro de los pesos	40
Figura 23. Identificación de los comederos.....	41
Figura 24. Llenado de comederos con su tratamiento	42
Figura 25. Comederos llenos e identificados	42
Figura 26. Identificación de los costales de acuerdo a los tratamientos.....	44

Figura 27. Alimento ya preparado he identificado	44
Figura 28. Descarga de alimento y almacenamiento del este en la granja	45
Figura 29. Equipo de trabajo para el experimento.....	45

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue la evaluación económica en el uso de diferentes proporciones de maíz y sorgo en la alimentación de cerdos en finalización. Para la obtención del costo beneficio de la producción y el costo de producción. El experimento se realizó en Temascaltepec en la Granja “LAS PULGAS” el cual tuvo una duración de 8 semanas, se utilizaron 464 puercos en 6 repeticiones con duración de 26 días, los cuales se ubicaron en 30 corrales con un promedio de 25 porcinos por corral, se les proporcionó alimento y agua a libre acceso, se midió el consumo por corral y el peso al inicio y término del experimento, las variables analizadas fueron (PI) peso inicial; (PF) peso final; (CA) conversión alimenticia; (GTP) ganancia total de peso; (CTA) consumo total de alimento; (COSTA) costo por Kg de alimento; (CKP) costo por kilogramo de puerco producido; (CTP) costo total por periodo de finalización; (PPIE) precio del puerco el pie; (ING) ingreso:(UTI) utilidad y (RCB) relación costo beneficio y los análisis estadísticos se hicieron con el paquete SAS, versión 9.0, los resultados muestran diferencias significativas para la variable COSTA donde el alimento con mayor costo fue T2 9.31a, Seguido de T1 8.93b, T0 8.57c y para el resto de las variables no existió diferencias estadísticamente significativas entre las medias (PI, PF, CA, GTP, CTA, CKP, CTP, PPIE, ING, UTI y RCB) en conclusión la menor conversión la presento el T2 y la mayor el T0, sin ser estadísticamente diferentes, lo que implica que se utilizaba menor cantidad de alimento con maíz para elevar el peso del cerdo un kilogramo, al realizar el análisis estadístico no se encontraran diferencias estadísticas entre las medias de la relación costo beneficio, por lo cual estadísticamente los tres tratamientos tienen la misma relación costo beneficio, lo que significa que el beneficio económico es similar sin importar la fuente de grano que utilicen en la dieta.

Palabras clave: Costo, Beneficio, Cerdos, Sorgo, Maíz.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la porcicultura se mantiene como actividad pecuaria en el territorio nacional de suma importancia, generando más de un millón de toneladas anualmente de carne y con una marcada presencia en los estados de Jalisco, Sonora y Puebla. Es una de las líneas de producción del sector agropecuario y parte de la economía social, ya que la crianza y comercialización de los cerdos genera empleos y desarrollo en las zonas donde se realiza dicha actividad. (INAES, 2018)

La rentabilidad de las granjas porcícola tiene que ver con producir la mayor cantidad de kilos en el menor tiempo posible y al menor costo. Dado que el alimento para la etapa de finalización representa el 29% del costo total por concepto de alimentación en el ciclo de engorda ha provocado que los porcicultores y gerentes de producción fijen su atención principalmente en esta etapa. En la actualidad se han utilizados aditivos como la ractopamina para tener mayores indicadores en dicha etapa ya que este ayuda a incrementar la capacidad de depósito de proteína del cerdo, incrementando la ganancia diaria de peso y mejorando el porcentaje de tejido magro sin embargo también causa un incremento en el costo de la fórmula de alimentación en la etapa finalización. (Butrón, 2024)

Es bien conocido que el alimento es el principal costo de producción, Franco (2023) indica que el costo por concepto de alimentación en una explotación pecuaria como es el caso de granjas porcinas puede alcanzar hasta el 81% del costo total. Por lo que es importante analizar la relación costo beneficio en este tipo de explotaciones, además de considerar que los granos que son la fuente de energía dentro de este rubro representan el 70% del total del alimento consumido.

La producción y la importancia de granos y DDGS para la industria de la nutrición animal mantiene un crecimiento constante, utilizando el grano de maíz 5,942 mil toneladas e importando 12,085 mil toneladas, mientras que del sorgo se utilizó 3,920 mil toneladas de la producción nacional e importando 464 mil toneladas para la nutrición de los animales, estos dos granos siendo los más importantes en el sector agropecuario para la alimentación de los animales.(CONAFAB, 2023)

El grano del maíz es similar al sorgo en cuanto al aporte energético y se espera la obtención de los mismos parámetros productivos, económicos, calidad de la canal y de la carne de los cerdos, además se necesitan alternativas y estrategias en la alimentación para que los productores tengan mayores oportunidades utilizando los ingredientes que tengan más disponibles en su zona o que ellos mismos produzcan, lo que permitirá dar a sus insumos un valor agregado por lo que es importante analizar el uso de diferentes cereales en la alimentación de cerdos en la etapa de finalización, esto, con el propósito de conocer su Relación costo beneficio

II. ANTECEDENTES

Alfredo Martínez Campuzano (2022) hizo un estudio sobre el análisis económico en cerdos engordados con dos fuentes de proteína pasta de soya y harina de canola en su dieta de cerdos en engorda.

Ramírez & Lucas en el 2023 hicieron una investigación sobre eficiencia alimentaria y costos de producción de dos alimentos comerciales en cerdos en etapa de desarrollo.

Alfredo Benítez Meza Desarrollaron una investigación en el 2015 sobre una evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda utilizando dos dietas comerciales y una no.

Armando Monroy Dionicio en noviembre del 2019 desarrollo una evaluación de parámetros productivos y económicos en el crecimiento y engorda en porcinos con alimento no convencional. En el cual utilizo 3 tratamientos un tratamiento 0 o prueba con alimento convencional y otros 2 teniendo un % de alimento convencional y un % de alimento no convencional.

Aldo Fabrizio Alianiello Chávez en el 20202 hizo una evaluación de tres dietas para cerdos en crecimiento utilizando un tratamiento muestra con alimento comercial y dos dietas formuladas con los requerimientos del NRC.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Planteamiento del problema

En la República Mexicana los principales estados productores de carne de cerdo son Jalisco, Sonora, Puebla, Guanajuato, Yucatán y Veracruz.(SADER, 2022) . En los demás estados también encontramos productores a menor escala. Los cuales tienen el mismo problema del costo de producción ya que este afecta a granjas grandes y pequeñas.

La producción de carne de cerdo, se utiliza en la dieta de los seres humanos como fuente de proteína de origen animal, en México durante los años del 2019, 2020, 2021 y 2022 se ha observado un incremento en la producción del 6.6, 3.05, 2.27 y 2.95% consecutivamente, con un promedio de crecimiento anual durante estos años de 3.71%, sin embargo, la producción nacional 1.687 millones toneladas, la cual, no es suficiente para satisfacer la demanda 2.710 millones toneladas. Durante los años del 2018 y 2022 encontramos que las importaciones han aumentado en un 4.6% promedio por año, para satisfacer el consumo de la población. Por lo cual importamos el 47.04% es decir 1.275 millones de toneladas del consumo nacional. (CONAFAB 2023)

Desafortunadamente, aunque la producción nacional presenta un incremento en la producción, este es insuficiente para poder disminuir el incremento de las importaciones, derivado al gran consumo de este producto ya que por cada 1% que aumenta el consumo nacional se incrementan 27.1 toneladas y por cada 1% de aumento en la producción solo son 16.87 toneladas teniendo una diferencia de 10.23 toneladas o 60. 64%.

Para que México empiece a disminuir las importaciones por cada 1% en el aumento del consumo de carne necesita producir más del 1.61% para poder aumentar la oferta de carne y disminuir la compra de este producto a otros países. (CONAFAB, 2023)

Para que la oferta empiece a aumentar se necesita estudiar los principales factores que afectan la producción. En los cuales encontramos: Poder capital, nivel tecnológico y costos de producción.

Para conseguir una mejora en los primeros puntos se necesita un desembolso significativo para nuestros productores los cuales no cuentan con el capital suficiente para poder realizar las mejoras que pueden incrementar la producción.

En el tercer punto se podrá buscar una alternativa. Ya que no se necesita más capital al instante debido a no es una inversión si no una disminución en los costos.

Tomando en cuenta que la alimentación de los animales en los sistemas de producción, pecuaria representa alrededor del 80% del costo de producción, con la posibilidad de alcanzar hasta el 81%. Es el principal factor a trabajar para la reducción de costos. (Franco, 2023)

Los principales ingredientes energéticos utilizados en la industria pecuaria es el sorgo y el maíz de los cuales tampoco satisfacemos las necesidades locales por lo cual México tiene que importar.(CONAFAB, 2023).

Respecto a la función de oferta, el precio del alimento para porcino se deriva por el precio del sorgo, debido a que este producto constituye uno de los principales componentes de dicho alimento (Díaz, 2010). Derivado a que más del 70 % de la dieta es sorgo o un ingrediente con características nutritivas similares como el maíz.

Por lo anterior es necesario evaluar la relación Costo Beneficio de cerdos en la etapa de finalización alimentados con diferentes proporciones de granos en la dieta.

3.2. Pregunta de investigación

¿Cuál es la rentabilidad económica del uso de diferentes proporciones de maíz y sorgo en la alimentación de cerdos en finalización?

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar económicamente el uso de diferentes proporciones de maíz y sorgo en la alimentación de cerdos en finalización.

4.2. Objetivos específicos

Evaluar el costo de producción de cerdos en finalización alimentados con diferentes proporciones de maíz y sorgo.

Obtención de la relación costo-beneficio de la producción de cerdos en finalización alimentación con diferentes proporciones de maíz y sorgo.

V. HIPÓTESIS

4.1. Hipótesis

La alimentación de cerdos en finalización que utilizará maíz en la dieta incrementará la relación costo-beneficio.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Historia de la porcicultura

El cerdo doméstico o *Sus domesticus*, pertenece al tipo de los vertebrados, clase de los mamíferos, orden de los ungulados, suborden de los artiodáctilos y a la familia de los suidos. En la actualidad se acepta que el cerdo doméstico deriva de los jabalís silvestres.(Veites, 2011) por lo cual se afirma que el cerdo moderno descenden del jabalí asiático, europeo y del cruzamiento de estos.

El cerdo fue criado en estado doméstico en la antigüedad, aproximadamente 5000 años a.C. (Veites, 2011), para alimentación humana, derivado a que la población puede obtener diferentes productos y subproductos de estos mamíferos entre ellos, carne y grasas de alto valor nutritivo.

Por lo cual es la mayor fuente de carne producida en el mundo no en vano se produjeron 84 millones de toneladas ya que se puede consumir la carne de cerdo de manera fresca o transformada.(González, 2023).

6.2. Importancia de la porcicultura

(INAES, 2018) nos dice que la porcicultura es la responsable de producir y reproducir la especie porcina, con los diferentes manejos desde alimentación, sanidad, mejoramiento genético para poder ofertar al mercado carne de cerdo de la mejor calidad. La industria porcícola es importante en el sector pecuario nacional e internacionalmente gracias a la demanda de carne de cerdo, además de aportar empleos y un desarrollo en las zonas de producción.

6.3. Distribución de la porcicultura en el mundo.

La porcicultura se encuentra en cualquier parte del mundo, pero su distribución no es homogénea derivado de sus hábitos alimenticios, religión entre otros factores que influyen en el consumo y producción de este producto de alto valor nutritivo.

La producción mundial es de 113 millones de toneladas de carne porcina. De las cuales Asia produce el 55 %, siendo china el máximo productor del continente asiático y del mundo.

China la cual cuenta con una producción es de 470 millones de cerdos de engorde y 50.7 millones de reproductoras (González, 2023).

En la Unión Europea, Alemania es el principal productor aportando el 23% de la producción mundial. En el continente Americano EEUU es el máximo productor y el tercer país en producción porcícola con el 12 % de la producción.

En el continente americano se encuentra uno de los países ya antes mencionados. EE.UU, el cual es una potencia en el sector agrícola y pecuario por lo tanto es de los principales países productores y exportadores de carne de cerdo en el mundo.(Macario & Valette, 2021)

Cuadro 1. Producción mundial de carne de cerdo

País	Producción (miles de Ton)	Participación %
China	42,550	42
Unión Europea	23,935	23
EEUU	12,542	12
Brasil	3,975	4
Rusia	3,321	3
Vietnam	2,380	2
Canadá	2,020	2
México	1,408	1
Filipinas	1,585	2
Corea del Sur	1,364	1
Japón	1,279	1
Argentina	630	1
Otros	4,980	5
Total	101969	

(Macario & Valette, 2021)

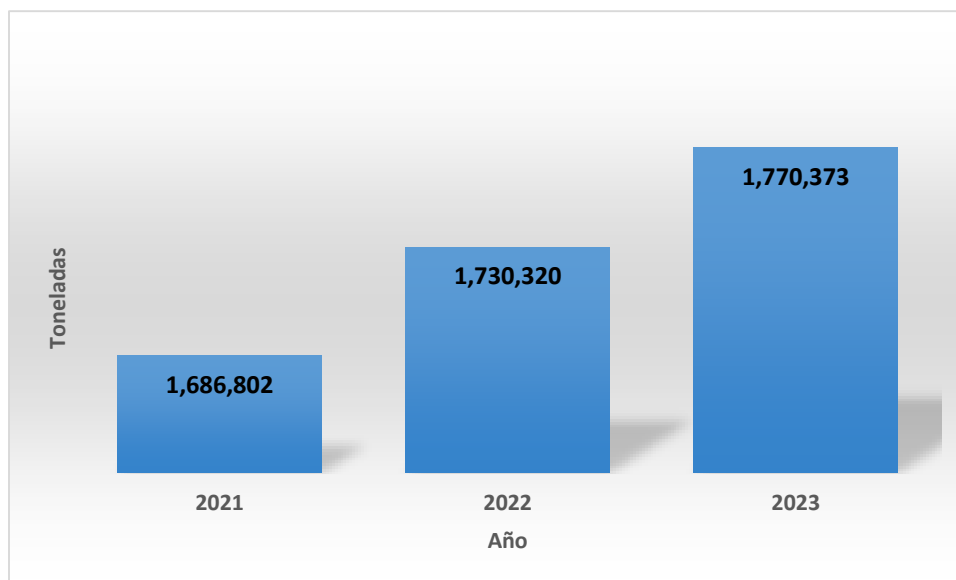
6.3.1. Principales países exportadores

El principal país exportador de carne de cerdo es Estados Unidos cuyas exportaciones tienen como destino, Asia. En segundo lugar, se encuentra la Unión Europea la cual está conformada por 27 países en los que destacan como exportadores Holanda, Dinamarca y Bélgica.

6.4. Situación actual de la porcicultura en México

La producción nacional de carne de cerdo registró un crecimiento de 2.6%, en comparación con el volumen observado en el lapso del año 2022, al pasar de 1,730,320 de toneladas a 1,770,373 de toneladas en el 2023.(CONAFAB, 2023)

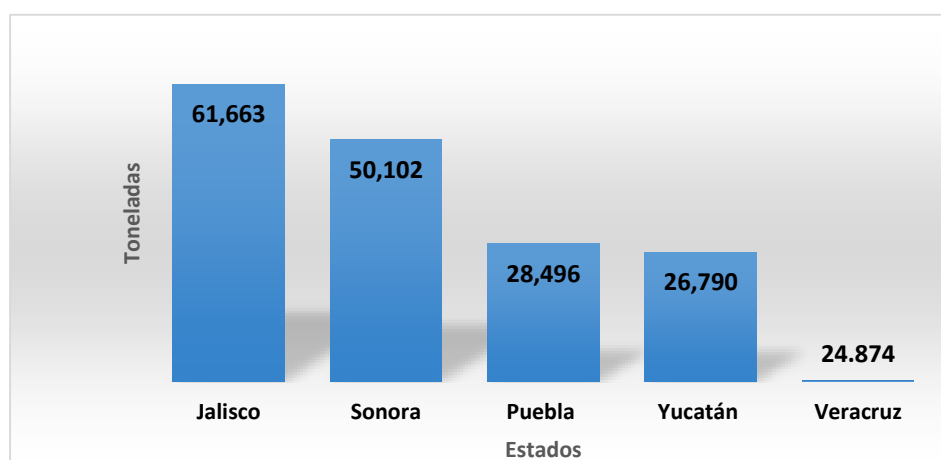
Gráfica 1. Producción de carne de cerdo en la República Mexicana



(SADER, 2022)

La producción nacional se encuentra principalmente en 4 estados de la República Mexicana los cuales son: Jalisco, Sonora, Puebla y Yucatán entre ellos sumando aporte proporcionan 60 % de la producción nacional.

Gráfica 2. Producción de carne de cerdo de los principales Estados.



(SADER, 2022).

Sin embargo, las importaciones de enero del 2022, muestra un incremento del 20%, respecto al mismo periodo del 2021. (SADER, 2022). Por lo cual podemos concluir que a pesar de los esfuerzos para que la producción nacional incremente no es lo suficiente para verse reflejada en la disminución de las importaciones debido que es mayor el incremento en el consumo de carne de cerdo.

Cuadro 2. Consumo, producción e importaciones de carne de cerdo en México

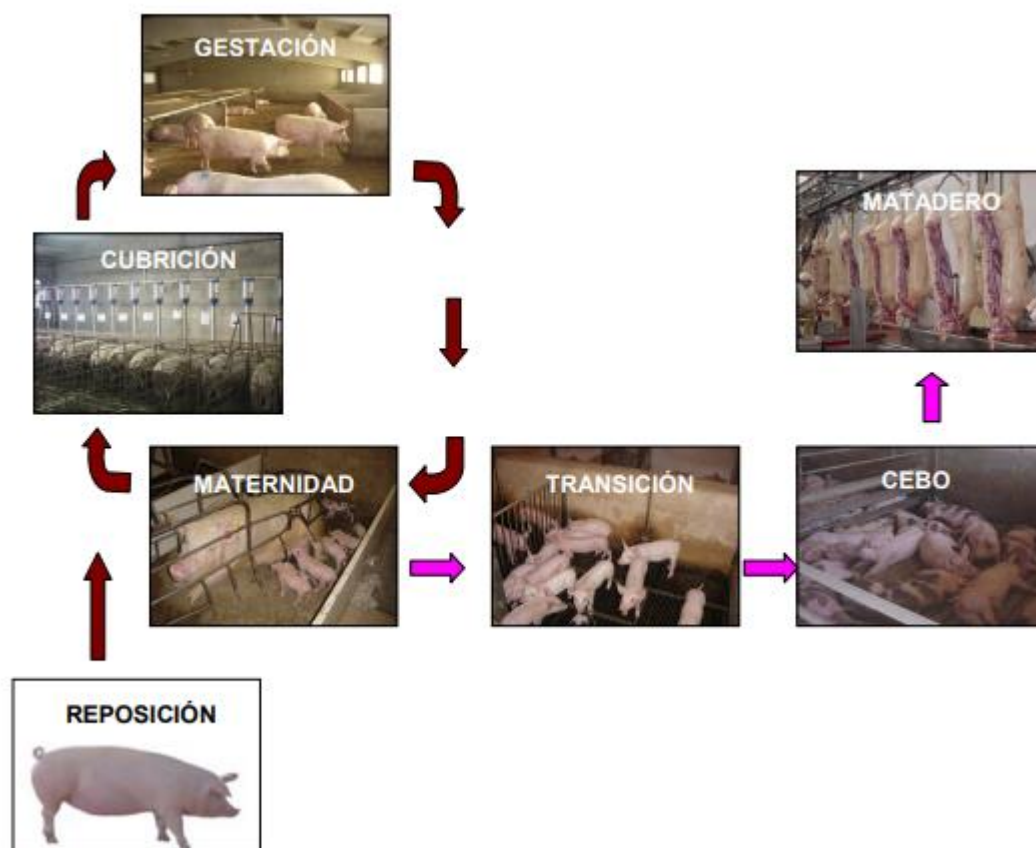
Año	Producción 000	% de INCR.	Importaciones 000	% de INCR.	Consumo 000	% de INCR.
2020	1649	2.3	1054	20.8	2703	9.5
2021	1687	2.5	1273	10.6	2960	6.0
2022	1730	2.3	1408		3138	
2023	1770					

(CONAFAB 2023)

6.6. Ciclo productivo del cerdo

La producción de cerdos se divide en 2 líneas, la primera es la producción de lechones para abasto y la otra consta en el crecimiento, desarrollo de dichos lechones para el sacrificio.(Paramio et al., 2019)

Figura 1. Las líneas de producción porcina



(Paramio et al., 2019)

6.5. Características productivas de los cerdos

Las hembras porcinas no se ven afectadas por el fotoperiodo por lo cual se pueden reproducir durante todo el año. Su ciclo productivo lleva un tiempo entre 22 y 20 semanas en este lapso pasan 3 eventos fundamentales la reproducción, el parto y el destete.

Un cerdo para abasto llega al matadero con 22 a 25 semanas de vida con un peso en promedio de 100 kilos. (Teresa Paramio et al., 2019)

Cuadro 3. Características productivas

Características productivas	Registro habitual
Primera cubrición fértil (meses)	7-8
Duración del ciclo estral (días)	21 ± 3
Duración de la gestación (días)	114 ± 2
Prolificidad (n° de lechones al parto)	10-13(<9->15)
Peso del lechón al nacimiento (kg)	1.2-1.4
Duración de la lactación (días)	21-42
Mortalidad de los lechones en lactancia (%)	10-15
Peso del lechón al destete (kg)	5-8
Intervalo destete-celo (días)	3-5
Parto/cerda/año	2.0-2.5
Vida útil de las madres (años)	2-3
Reposición anual (%)	40-50
Peso vivo salida destete-transición (kg)	18-22
Mortalidad en destete-transición (%)	3-10
Peso vivo al matadero (kg)	100-105
Mortalidad en crecimiento y cebo (%)	1-8
Cerdos vendidos cerda/año	20-26

(Teresa Paramio et al., 2019)

6.6.1. Cerdas productoras

Animal hembra de la especie porcina después del primer parto, cuya principal función es la cría de lechones y cuidados de estos durante los primeros 21 días de vida. Pueden estar en tres etapas productivas; lactantes, vacías y gestando. (González, 2023)

6.6.2. Cerdo en lactación

Se define como lechón a la cría de la marrana o cerda que no ha sido destetada. La principal o en algunas producciones la única fuente de alimento es la leche de su progenitora o también

conocido como calostro que además de proporcionarles los nutrientes necesarios también proporciona anticuerpos (Hernández, 2020). En esta etapa tienen de 0 a 21 días de vida. Posteriormente se lleva el destete el cual de manera natural dura de 42-63 días y en las producciones intensivas un destete precoz el cual es desde los 14 hasta los 21 días, llegando a alcanzar los lechones un peso promedio de 6 kg. (Williams & Fages, 2021)

6.6.3. Post-destete

En este periodo necesitan de más cuidado ya que son más susceptibles a enfermedades principalmente en el tracto digestivo debido al cambio de alimento, además siguen siendo deficientes en la termorregulación encontramos un mayor índice de mortalidad.

6.6.4. Cerdo en engorda

El periodo de engorda tiene un periodo de aproximadamente de 22 a 24 semanas de vida o 154-168 días (desde su nacimiento hasta el sacrificio) con un peso promedio entre los 110 y 120 kg de peso vivo (Reyes & Macario, 2021) . Se divide en 4 etapas: inicio, crecimiento, desarrollo y finalización. En las cuales varía el nivel de proteína, energía y la cantidad de consumo.

6.7. Clasificación de las razas

6.7.1. Principales razas

En la actualidad se conocen al menos 100 diferentes tipos de razas porcinas en el mundo, pero unas destacan de otras gracias a las diferentes características productivas y reproductivas de cada una lo que conlleva a la necesidad de clasificación principalmente dependiendo su finalidad en la producción. (Hernández, 2020)

La productividad de los cerdos de engorda dependerá de la calidad genética de los reproductores ya que estos les darán las características genéticas deseadas para la obtención de cerdos supremos para su finalización.

6.7.2. Maternas

Son aquellas que muestran grandes características reproductivas tales como: prolificidad (número de lechones nacidos vivos), manifestación del comportamiento del celo. capacidad o habilidad materna (peso al nacer y al destetar de los lechones, numero de lechones destetados), un temperamento dócil, entre otras características y parámetros reproductivos. (González, 2023)

6.7.2.1. Large White

Tiene su origen en el Reino Unido. Con las siguientes características físicas y reproductivas: Son de color blanco, cabeza mediana, orejas erectas, cuerpo semilargo, cuentan con un alto índice de fertilidad, una buena prolificidad y excelente producción de leche.(Carrero *et al.*, 2005) y (González, 2023)

Figura 2. Raza Large White



(Campagna, 2015)

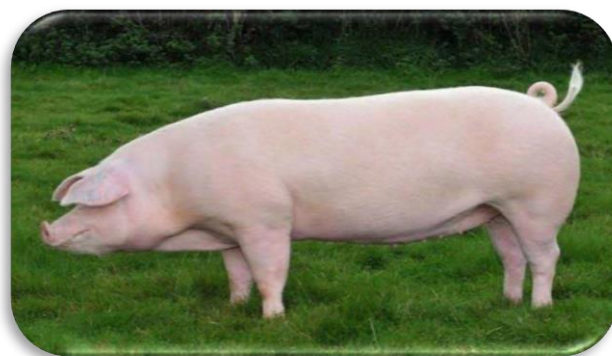
6.7.2.2. Landrace

Tiene su origen en Dinamarca, adaptable a condiciones adversa. Es un pilar en de los programas de hibridación ya que cuenta con buenas características maternas (González, 2023). Sus características físicas son: de color blanco, orejas inclinadas hacia la parte de

enfrente alcanzando en algunos a tapar los ojos de forma de visera, presentan cuerpo alargado, espalda recta, vientre recogido y profundo, tercios anterior y posterior bien desarrollados, aplomos cortos y bien distribuidos, mamas bien conformadas. (Carrero *et al.*, 2005)

Esta raza físicamente larga les permite obtener animales con 16 a 17 pares de costillas a diferencia de otras razas que tienen 14. Pero tienden a presentar PSE el cual afecta la calidad de carne (González, 2023)

Figura 3. Raza Landrace



(Hernández, 2020)(Hernández, 2020)

6.7.2.3. Yorkshire

Contribuyó en la formación de la raza Large White. Es de color blanco, cara ligeramente cóncava, orejas de tamaño mediano y erectas. Las hembras son prolíficas, presentan buena habilidad materna y buena producción de carne. Se utilizan en sistemas de cruzamiento simple para obtener el mestizaje o hibridación.

Figura 4. Raza Yorshire



(Hernández, 2020)

Estas 3 razas son las más utilizadas en la línea materna por su comportamiento, producción de leche y las diferentes características físicas, reproductivas que ayudan a la optación de camadas grandes de lechones con una buena calidad genética al momento de cruzar con razas productoras de carne.

6.7.3. Razas productoras de carne

Mayormente son utilizadas como líneas paternas debido a su gran conformación física y parámetros productivos como son: conversión alimenticia, velocidad de crecimiento, rendimiento de canal y buena calidad de la carne.

6.7.3.1. Pietrain

De origen Belga de color pinto, cuya mayor característica es su conformación física donde se destaca el tamaño muscular. Es la principal raza paterna utilizada. Tiene un problema congénito que se ha empezado a erradicar gracias a los avances en la tecnología se ha podido detectar el gen que provoca el PES (síndrome de estrés porcino) con ello poder producir cerdos de esta raza sin que tengan este gen.

Es denominado el cerdo de los 4 jamones muy apreciada por la industria cárnica por su gran conformación de la canal (González, 2023).

Tiene un alto rendimiento en carne magra, además su contenido de grasa en canal es mínimo. Es una raza paterna especializada utilizada como macho terminal o finalizador (Hernández, 2020).

Figura 5. Raza Pietrain



(Hernández, 2020)

6.7.3.2. Duroc

Proveniente de Estados Unidos, su tonalidad va desde un rojizo claro hasta un negro con pelo largo. Su principal cualidad es la rusticidad. También cuenta con una excelente conformidad de la canal y buena calidad de la carne. Hacen que se prefiera utilizar como mejorador en cruzamientos terminales. Tiene la dificultad de ser una raza agresiva y de poca producción de leche. (Teresa Paramio et al., 2019)

Figura 6. Raza Duroc

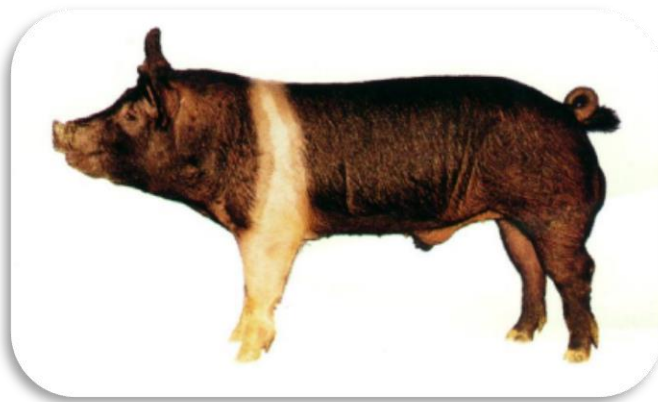


(Teresa Paramio et al., 2019)

6.7.3.3. Hampshire

Creado en el país en los Estados Unidos a partir del cruzamiento de las razas inglesas. Se utiliza en cruces sencillos. Orejas erectas, su color es negro con una franja blanca que cubre los hombros, miembros anteriores y parte de la cinchera, pero sin exceder más de las dos terceras partes del cuerpo, está provisto de un cuerpo macizo, aplomos y esqueleto sólidos. Aceptable rendimiento en canal y alta calidad de la carne (Carrero *et al.*, 2005).

Figura 7. Raza Hampshire



(Campagna, 2015)

6.7.4. Razas mixtas o híbridas

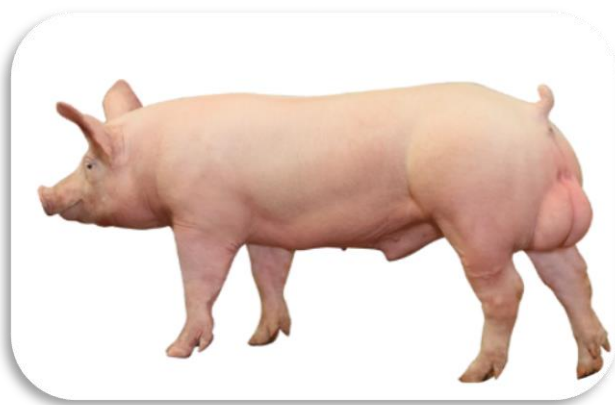
Mejor conocidos como híbridos es la combinación de las razas maternas y razas productores de carne. Cuyo principal objetivo es la obtención de las mejores características de los progenitores para la obtención de un cerdo con mejor calidad genética para que este pueda ayudar a obtener mayores parámetros productivos o reproductivos dependiendo su objetivo. Esto fue gracias a el avance genético, lo cual dio origen a las líneas comerciales de cerdos, entre las que se tienen las desarrolladas por la PIC, PIG IMPROVEMENT COMPANY y otras empresas. (Carrero et al., 2005)

Algunos ejemplares son:

6.7.4.1. PIC®337

El semental líder en el mundo de la porcicultura y el más comercializado a nivel global, el PIC®337 es reconocido por las ganancias por medio de toda la cadena porcina. Sus principales características son una excelente conversión alimenticia, ganancias de carne magra y buenas ganancias de peso. (PIC LATAM, 2024)

Figura 8. Semental 337 PIC

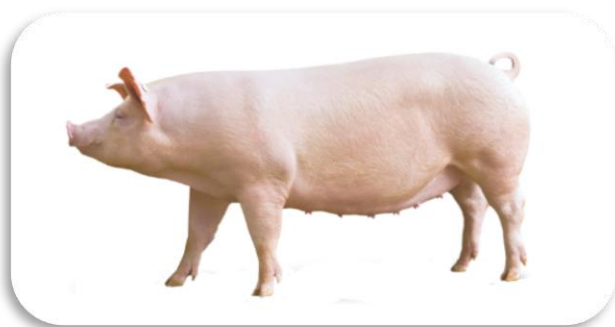


(PIC LATAM, 2024)

6.7.4.2. PIC Camborough

Es la cerda más eficiente, con pocos días abiertos. Menos días a la pubertad y mejores porcentajes de fertilidad, además de poseer con buenas características maternas.(PIC LATAM, 2024)

Figura 9. Hembra híbrida

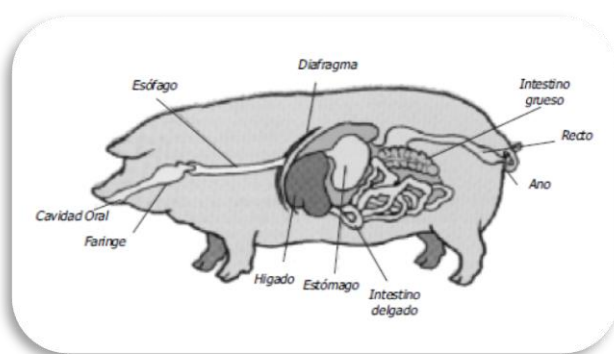


(PIC LATAM, 2024)

6.8. Aparato digestivo

Se conoce como un conducto tubular musculoso membranoso el cual se extiende desde la boca hasta el ano. Sus funciones son: ingerir, triturar, digerir, absorber alimentos además de eliminar los residuos sólidos (Macedo, 2016).

Figura 10. Aparato digestivo



(Carrero et al., 2005)

6.8.1. Boca

Es necesaria para poder realizar la ingesta de alimento para posteriormente triturar, masticar los alimentos y a su vez mezclarlos con saliva. dentro de esta cavidad se encuentran la lengua, dientes y glándulas salivales principalmente parótida mandibular y sub lingual. Las cuales ayudan al buen funcionamiento. (Macedo, 2016)

6.8.2. Esófago

Este órgano sirve principalmente para el traslado del bolo alimenticio de la faringe al estómago. Está cubierto por glándulas secretoras de moco lo que contribuye a la lubricación del bolo alimenticio permitiendo su traslado al estómago con ayuda de los movimientos peristálticos que causan la propulsión el bolo. (Macedo, 2016)

6.8.3. Estomago

Es el encargado del almacenamiento del alimento e iniciar la descomposición de nutrientes para posteriormente sean transportados intestino delgado. (Macedo, 2016)

6.8.4. Intestino delgado

Este se extiende desde el orificio pilórico hasta la unión ileocecal por lo cual es el segmento más largo del sistema gastrointestinal, midiendo de 15 a 20 metros. Este se encuentra dividido en 3 partes duodeno, yeyuno e íleon, siendo este último el segmento más largo el cual representa el 55% del total del intestino delgado. También en el yeyuno y íleon se encuentra la mayor absorción y digestión de nutrientes. Mientras el duodeno cuenta con conductos hacia el páncreas y el hígado.

Cumple con las siguientes funciones: secreción de enzimas, digestión y absorción de nutrientes, regeneración celular y participa activamente como parte del sistema inmune específico y no específico. (Macedo, 2016)

6.8.5. Intestino grueso

Compuesto por cuatro secciones. La primera es la digesta del intestino delgado que pasa por el ciego.

En el ciego podemos observar dos secciones, la primera tiene un final ciego lo que impide que pueda pasar el material la segunda proporción se conecta del colon donde pasa digesta hacia el recto y el ano.

Al pasar la digesta por el íleon el intestino grueso, ocurre una limitada actividad de enzimas microbianas, que forman ácidos grasos volátiles los cuales son absorbidos. También las vitaminas B se sintetizan y son absorbidos en cantidades limitadas, pero no significativas como para alterar la suplementación nutricional. (Macedo, 2016)

6.8.6. Órganos anexos

6.8.6.1. Hígado

Órgano más grande de la especie porcina. Está unido a la vesícula biliar. Y realiza las siguientes funciones: Almacena Glucógeno, emulsifica las grasas, almacena vitamina A. (Carrero *et al.*, 2005)

6.8.6.2. Páncreas

Es una glándula la cual produce jugo pancreático el cual contienen enzimas, además de producir la insulina cuya función es ayudar a degradar azúcares. (Carrero *et al.*, 2005)

6.8.6.3. Bazo

Tiene una función hematopoyética

6.9. Requerimientos nutricionales

Se pueden definir como la cantidad de nutrientes que un animal necesita para optimizar un factor de producción como es la ganancia de peso, conversión y otros. (Veites, 2011)

Si en la formulación de dietas no satisfaces las necesidades nutricionales, se afecta su óptimo crecimiento productivo y reproductivo, lo que afectará la economía y el sistema de producción en diferentes áreas.

Los requerimientos nutricionales a cumplir de los animales son: Minerales, vitaminas, energía y proteína. Siendo las últimas 2 las más importantes.

Una alimentación eficiente es una de las prácticas más importantes dentro de la granja, ya que de ella depende no solo los rendimientos de los cerdos si no también la rentabilidad de la granja.

Un dato importante es el consumo de alimento ya que es un parámetro crítico en un programa de alimentación. El cual se ve afectado por diferentes factores tales como es el nivel de

energía en la dieta, las condiciones ambientales, peso del animal, estado productivo. (Macedo, 2016)

6.10. Importancia de los nutrientes

Los cerdos deben recibir nutrientes como son: la energía, los aminoácidos, los minerales, las vitaminas y el agua esenciales en cantidades adecuadas y en formas que sean apetecibles y utilizadas eficientemente para un crecimiento, reproducción y lactancia óptimos, además de Síntesis de tejido muscular y adiposo. Por mencionar algunas actividades. (NRC, 1998)

6.10.1. Aminoácidos

Los aminoácidos esenciales para los cerdos son lisina, argina, histidina, triptófano, isoleucina, leucina, valina, treonina, metionina y cistina.

Cuyas principales funciones son mantener la vida, la producción de carne, la digestión de los alimentos, la reproducción y darle resistencia ante enfermedades. (Macedo, 2016)

Deben de estar en equilibrio y cumpliendo con los límites mínimos y máximos. Por lo cual las tablas del NRC nos indican cual es el % de inclusión necesario, en las diferentes etapas de engorda.

Cuadro 4. Cantidad de aminoácidos requeridos por kg de peso vivo en cerdos

Peso de los Cerdos kg	2 a 5	5 a 10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	80 a 120
Arginina	1.5	2.7	4.6	6.8	7.1	5.7
Histidina	1.2	2.1	3.7	5.6	6.3	5.9
Isoleucina	2.1	3.7	6.3	9.5	10.7	10.1
Leucina	3.8	6.6	11.2	16.8	18.4	16.6
Lysina	3.8	6.7	11.5	17.5	19.7	18.5
Meteonina	1	1.8	3	4.6	5.1	4.8
Meteonina y cistina	2.2	3.8	6.5	9.9	11.3	10.8
Felilalanina	2.3	10.6	6.8	10.2	11.3	10.4
Felilalanina y tirosina	3.5	6.2	10.6	16.1	18	16.8
Treonina	2.5	4.3	7.4	11.3	13	12.6
Triptófano	0.7	1.2	2.1	3.2	3.6	3.4
Valina	2.7	4.6	7.9	11.9	13.3	12.4

(NRC, 1998)

6.10.2. Vitaminas

Son sustancias orgánicas que tienen intervención en las funciones metabólicas como la visión, reproducción y formación de huesos. Se requiere en cantidades mínimas para el crecimiento y la reproducción normales.

Se clasifican en dos las liposolubles donde encontramos la vitaminas A, D, E Y K y la otra categoría son las hidrosolubles como son el complejo B, vitaminas B12 y vitamina C.(Macedo, 2016)

Los requerimientos de estas van variar depende su ciclo de vida por lo cual se han Se han desarrollado premezclas que se añaden habitualmente. a las dietas porcinas. Dependiendo su etapa.

Cuadro 5. Cantidad de vitaminas requeridas por cerdos dependiendo el peso vivo

Peso de los cerdos kg	2 a 5	5 a 10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	80 a 120
Vitamina A (IU)	550	1100	1750	2412	3348	3998
Vitamina D (IU)	55	110	200	278	386	461
Vitamina E (IU)	4	8	11	20	28	34
Vitamina K (mg)	0.13	0.25	0.5	0.93	1.29	1.54
Biotina (mg)	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.15
Colina (g)	0.15	0.25	0.4	0.56	0.77	0.92
Folacina (mg)	0.08	0.15	0.3	0.56	0.77	0.92
Niacina disponible (mg)	5	7.5	12.5	18.55	18.03	21.53
Ácido pantoténico (mg)	3	5	9	14.84	18.03	21.53
Riboflavina (mg)	1	1.75	3	4.64	5.15	6.15
Tiamina (mg)	0.038	0.5	1	1.86	2.58	3.08
Vitamina B6 (mg)	0.5	0.75	1.5	1.86	2.58	3.08
Vitamina B12	4	8.75	15	18.55	12.88	15.38
Ácido linoleico (g)	0.25	0.5	1	1.86	2.58	3.08

(NRC, 1998)

6.10.3. Minerales

Son elementos inorgánicos cuyas funciones se pueden dividir en dos tipos. De tipo estructural como es la formación y constitución de los huesos y de tipo metabólica que permite la utilización eficiente de nutrientes. Los cerdos tienen las necesidades de estos compuestos principalmente de calcio, cloro, cobre, yodo, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio, selenio, sodio, azufre y zinc.(NRC, 1998)

Se proporcionan a los animales por el mismo medio que las vitaminas. En las premezclas satisfacen el 100% de los requerimientos de estos nutrientes.

Cuadro 6. Cantidad de minerales necesarios para cerdos

Peso de los cerdos kg	2 a 5	5 a 10	10 a 20	20 a 50	50 a 80	80 a 120
Calcio (g)C	2.25	4	7	11.13	12.88	13.84
Fósforo total (g)C	1.75	3.25	6	9.28	11.59	12.3
Fósforo disponible (g)C	1.38	2	3.2	4.27	4.89	4.61
Sodio (g)	0.63	1	1.5	1.86	2.58	3.08
Cloro (g)	0.63	1	1.5	1.48	2.06	2.46
Magnesio (g)	0.1	0.2	0.4	0.74	1.03	1.23
Potasio (g)	0.75	1.4	2.6	4.27	4.89	5.23
Cobre (mg)	1.5	3	5	7.42	9.01	9.23
Yodo (mg)	0.04	0.07	0.14	0.26	0.36	0.43
Hierro (mg)	25	50	80	111.3	129.75	123
Manganeso (mg)	1	2	3	3.71	5.15	6.15
Selenio (mg)	0.08	0.15	0.25	0.28	0.39	0.46
Zinc (mg)	25	50	80	111.3	129.75	153.75

(NRC, 1998)

6.10.4. Aditivos

Son ingredientes no nutritivos que se incluyen comúnmente en dietas porcinas.

6.11. Clasificación de ingredientes

Los ingredientes se pueden clasificar por su origen ya sea vegetal o animal, también por los principales nutrientes que contienen. Es importante conocer los alimentos para poder identificar el aporte nutricional y con ello poder hacer una dieta balanceada para cada etapa fisiológica y reproductiva de los animales.

6.11.1. Alimentos energéticos

De 30 a 60 % del peso total de una dieta para cerdos es común que sea de ingredientes ricos en energías principalmente de granos tales como el sorgo, maíz, trigo, cebada y otro tipo de granos ricos en energía.

Se produce la energía cuando las moléculas orgánicas sufren oxidación. La energía se libera en forma de calor o queda atrapada en forma de enlaces para posteriormente ser utilizada por el sistema metabólico. (NRC, 1998)

Es de suma importancia tener en un nivel adecuado la energía ya que esta puede afectar la fertilidad de reproductores, la conversión alimenticia por consecuencia retardar el crecimiento, puede llegar a afectar la calidad de la canal. (Carrero *et al.*, 2005)

6.11.1.1. Principales ingredientes energéticos

6.11.1.1.1. Maíz (*Zea Maiz*)

Es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina. Es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial. Puede alcanzar 3500 Mcal/kg de energía digestible y un nivel de proteína entre 7.5 a 8.5 %. Además, no presenta restricciones nutricionales que limiten el nivel de inclusión en la dieta. (Reyes & Macario, 2021)

6.11.1.1.2. Sorgo (*Sorghum Vulgare L.*)

Es una gramínea, utilizado como el reemplazo del maíz. Sus principales desventajas son: un menor contenido energético, presenta taninos que afectan en la digestibilidad de la proteína además afectan la palatabilidad. (Reyes & Macario, 2021)

6.11.2. Alimentos proteicos

La proteína cruda se encuentra en alimentos con contenido significativos de nitrógeno. Las proteínas están compuestas por cadenas de aminoácidos, los cuales son nutrientes esenciales.

NRC

Estas son esenciales para un buen funcionamiento del organismo el cual permita al animal el crecimiento de tejidos, también una buena reproducción y producción. (Carrero *et al.*, 2005)

6.12. Costos de producción

Una producción es toda actividad económica que tiene por objetivo aumentar la capacidad de los bienes “para satisfacer necesidades” o para generar o crear “utilidad”.

Los costos son todos los factores que han sido utilizados en un proceso productivo o todo sacrificio de bienes económicos valuados de determinada manera realizado con el objetivo de general o cumplir con un objetivo determinado. (Osorio, 1992)

Los costos de producción son todas las operaciones realizadas desde adquisición de material hasta obtención el producto o servicio.

6.12.1. Costos fijos

Son aquellos que tienden a permanecer constantes en el tiempo ante cambios de volúmenes producidos o comercializados.(Osorio, 1992)

Los costos fijos son los que pertenecen constantes para un rango de producción y tiempo definidos, sin importar el cambio en el nivel de actividad (producción o ventas). (Barajas, 2012)

Representan el total de los gastos en los que se incurre, en el cual no influye las variaciones de producción. (Antonio & Viachica, 2010)

6.12.2. Costos variables.

Estos tienden a aumentar o disminuir, es directamente con los cambios en los niveles de actividad por lo cual son aquellos que guardan relación de casualidad directa con respecto a las fluctuaciones en nivel de producción. (Barajas, 2012)

Son aquellos costos que tienden a modificarse en proporción directa al volumen de producción.

6.12.3. Inversión

Es la inyección de recursos para la obtención de una recompensa o beneficio a futuro. Por ejemplo, el mantenimiento de una empresa o la compra de bienes que producirán un ingreso económico. (Morales, 2004)

6.12.4. Costo marginal

Es el aumento en los costos totales derivado de una disminución o incremento en la producción

6.13. Rentabilidad

Mide la relación porcentual que existe en una producción entre el beneficio bruto de la misma y el capital invertido.

La rentabilidad es una relación entre el beneficio bruto de una explotación y el capital comprometido para su obtención. (Assel & López, 2015)

6.14. Relación costo beneficio

Es una herramienta utilizada para saber la rentabilidad. El valor del costo beneficio se obtiene de la siguiente fórmula:

$$RBC=IT/CT$$

Donde:

RBC: Relación costo beneficio

IT: Ingresos totales

CT: Costos totales

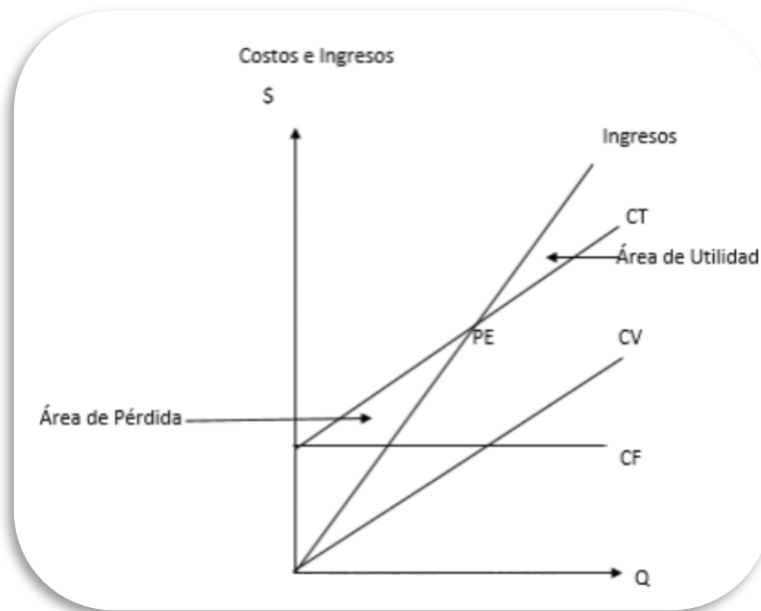
Si el valor de la RBC es mayor que 1.0, habrá evidencia de rentabilidad por peso invertido en la actividad.(J. Benítez, 2021)

6.15. Punto de equilibrio

Es aquel donde el ingreso total es igual a los costos totales lo cual significa que no hay utilidad o simplemente es cero.

Es una referencia importante para la planificación a largo plazo de un negocio. Te ayuda a conocer las ventas, la producción, las operaciones y la recuperación de inversión. Ayuda a establecer precios, manejo de deuda entre otras funciones del negocio. (Pacheco, 2019)

Figura 11. Presentación de costos



(Pacheco, 2019)

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Lugar experimental

Se realizó el experimento en el municipio de Temascaltepec en el poblado de Telpintla el cual tiene las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Norte 19° 03' 55.7" Longitud Oeste -100° 03' 1.0" con un clima templado semicálido según (Dalia Francesca Ríos Aviles, 2023) en la granja “LAS PULGAS” la cual es una granja de ciclo completo con una capacidad de 200 vientres.

Figura 12. Macro ubicación de la granja



Figura 13. Micro ubicación de la granja “LAS PULGAS”



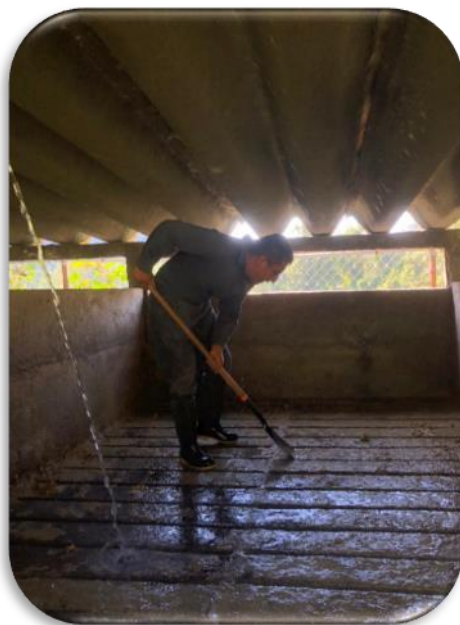
7.2. Limpieza y desinfección

Se desarrolló el procedimiento de limpieza y desinfección de los corrales de alojamiento del ganado porcino para erradicar los patógenos que se pueden encontrar, con esto prevenir que algún patógeno pueda causar una enfermedad que afecte el experimento. El agente químico que se utilizó para la desinfección fue la creolina.

Figura 14. Desarrollo de la limpieza



Figura 15. Limpieza



7.3. Alojamiento

Se utilizaron 30 corrales que previamente se limpiaron y desinfectaron. Utilizando 6 por cada repetición 2 por cada clasificación.

Los cuales son rectangulares con un promedio de medidas de 4.5 metros de largo por 2.5 de ancho. Cuentan con un comedero compartido por cada dos corrales, también cada corral tiene dos bebederos automáticos de acero inoxidable. El piso es de stlats de concreto el cual disminuye la humedad.

Figura 16. Comedero limpio y desinfectado



Figura 17. Corral limpio y desinfectado



7.4. Recepción

La primera repetición de los porcinos fue el jueves 2 de noviembre del 2024 después consecutivamente se recibió cada jueves una piara de 80 cerdos, listos para la etapa de finalización la cual tiene una duración de 26 días. La última repetición que participo en el experimento se acogió el 7 de diciembre del 2024.

Figura 18. Los cerdos entran al área de finalización



Figura 19. Recepción de los cerdos



7.5. Unidades experimentales

En el experimento se utilizaron 464 cerdos F2 de aproximadamente de 125 días de nacidos con un peso aproximado de 79 kg. Provenientes de madres de la línea Camborough de la empresa genética PIC, cuya principal característica es una cerda de alto rendimiento productivo.

Los cuales se dividieron en 6 repeticiones (semana) de 77 porcinos cada repetición se clasificó en pequeños, medianos y grandes.

Cada repetición se pesó al iniciar el experimento, posteriormente se pesaron al momento de finalizar el experimento.

Figura 20. Pesaje de cerdos



Figura 21. Traslado de animales de la báscula a su corral



Figura 22. Registro de los pesos



7.6. Alimentación

Se proporcionó alimento de forma ad libitum con la ayuda de los comederos automáticos los cuales tienen una capacidad de 150 kg. Se realizó una lectura de comedero diariamente, además de etiquetar cada comedero con el número de tratamiento que le correspondió.

Figura 23. Identificación de los comederos



Figura 24. Llenado de comederos con su tratamiento



Figura 25. Comederos llenos he identificados



7.7. Tratamientos

Se realizarán 3 tratamientos donde se utilizarán diferentes niveles de inclusión de Maíz por cada dieta. T1 100% del grano de sorgo en el requerimiento de granos energético, T2 50% grano de sorgo y de grano de maíz y T3 100% grano de maíz.

Cuadro 7. Cantidad de cada ingrediente para preparar 1 una tonelada alimento

Ingrediente	Fin sorgo	Fin maíz y sorgo	Fin maíz
	79-100 kg.	79-100 kg.	79-100 kg.
Sorgo	725	370	0
Maíz	0	378	755
P. Soya	225	225	225
Salvado de trigo	30	7	0
Sebo	0	0	0
Bases Nupig EURO FIN 10	20	20	20
TOTAL	1000	1000	1000

Se elaboró el alimento de los 3 tratamientos que se utilizaron durante el experimento en la planta de alimentos de la granja porcícola “LAS PULGAS” con la participación y supervisión de los tesistas para asegurar su adecuada preparación y evitar errores en su fabricación. Se utilizaron costales con peso de 50 kg. los cuales fueron marcados para diferenciar los tratamientos y posteriormente ser transportados a la granja donde fueron almacenados en la bodega.

Figura 26. Identificación de los costales de acuerdo a los tratamientos



Figura 27. Alimento ya preparado he identificado



Figura 28. Descarga de alimento y almacenamiento del este en la granja



Figura 29. Equipo de trabajo para el experimento

7.5. Diseño completamente al azar

Este diseño está establecido en los principios de aleatorización y repetición, este diseño experimental se utiliza cuando no existe la necesidad del realizar control local, debido a las condiciones son homogéneas del experimento. ("Padrón, 2009)

7.5.1. Modelo estadístico ANOVA completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Dónde:

Y_{ij} = Variables productivas y económicas

μ – Es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global

τ_i – Es un parámetro que mide el efecto del tratamiento

ε_{ij} – Es el error atribuido a la medición y_{ij}

(Padrón, 2009)

7.5.2 Cuadro de ANOVA

Cuadro 8. Cuadro ANOVA

<i>Factor de variación</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F calculada</i>	<i>F de tablas</i>	
<i>Tratamiento</i>	$= \text{Total de tratamientos} - 1$	$= TC^2/n - FC$	$= SCT/GDT$	$= CMT/CM E$	5%	1%
<i>Error</i>	$= N - Tt$	$= SCT - SCTr$	$= SCE/GDE$		GDT/GDE	GDT/GDE
<i>Total</i>	$= N - 1$	$= (SX)^2/n - FC$				

(Padrón, 2009)

Factor de corrección= $(SN)^2/n$

N=Total de población

TC=total de cada tratamiento

7.7. Variables

7.7.1. Costos de producción

Se anotarán en un documento Excel y en un cuaderno para posteriormente analizar los costos variables (alimentación, medicamentos) que se van a presentar en la engorda. Ya que en el transcurso de los 4 meses el ciclo se comprarán diferentes insumos.

7.7.2. Cuantificar costos por alimentación y dieta

Se registrarán en un documento Excel el costo que tienen cada insumo y cuantos kilogramos se utilizan por cada dieta para poder saber el precio por kg de cada dieta. Esto nos permitirá analizar que dieta es más económica. Para poder reducir los costos de producción.

7.7.3. Relación costo beneficio

Se calculará el con los datos obtenidos de los costos y la obtención del ingreso final para saber qué tan remunerable es la producción de cerdos con cada dieta. Con estos datos obtenidos se puede saber que tan eficientemente económicamente es la dieta.

VIII. RESULTADOS

8.1. Resultados de los parámetros económicos de los tratamientos con maíz

En el cuadro 9 Se observan los resultados del experimento realizado en cerdos en el área de finalización, alimentados con diferentes proporciones de grano en la dieta (sorgo y maíz).

Cuadro 9. Resumen de resultados de las variables económicas

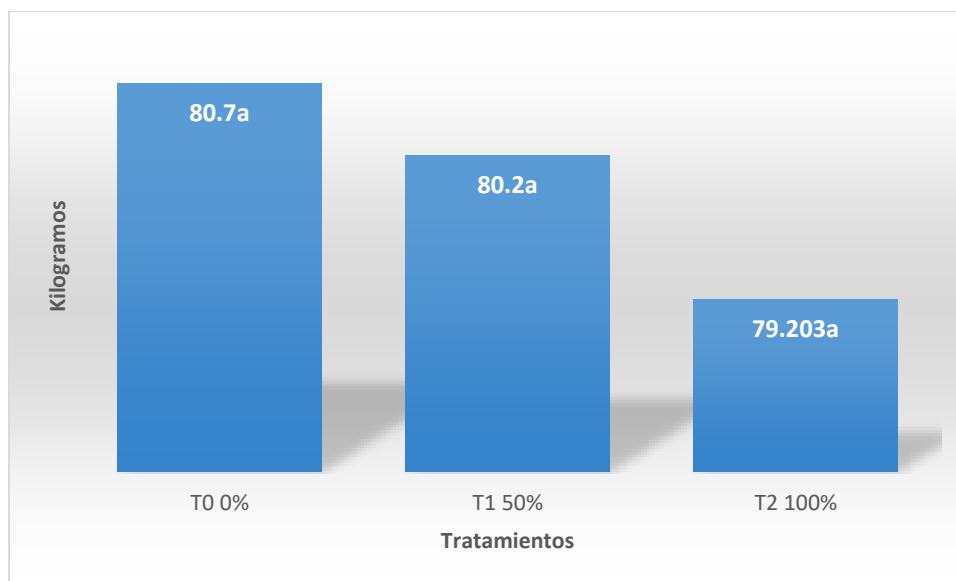
V	DOSIS			PROB	SEM
	T0 0%	T1 50%	T2 100%		
PI	80.7a	80.2a	79.20a	0.8101	4.038
PF	107.2a	107.83a	106.52a	0.8812	4.498
CA	3.09a	2.83a	2.78a	0.382	0.394
GTP	26.58a	27.63a	27.32a	0.821	3.007
CTA	80.36 a	78.37a	75.89a	0.63	7.945
COSTA	8.57c	8.93b	9.31a	0.0001	0
CKP	26.49a	25.32a	25.938a	0.845	3.463
CTP	688.68a	699.85a	706.57a	0.907	70.964
PPIE	39.833a	39.83a	39.833a	.999	0.408
ING	1058.03a	1100.81a	1088.36a	0.822	120.98
UTI	369.35a	400.97a	381.79a	0.882	109.693
RCB	1.53a	1.58a	1.55a	0.89	0.182

(a-b-c) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ($P > 0.05$) Tratamientos (T0 0%) tratamiento 0 sin maíz o tratamiento muestra; (T1 50%) tratamiento 1 con inclusión de maíz al 50 % y (T2 100 %) tratamiento 2 con inclusión al 100 % de grano de maíz en la dieta. Variables (PI) peso inicial; (PF) peso final; (CA) conversión alimenticia; (GTP) ganancia total de peso; (CTA) consumo total de alimento; (COSTA) costo por Kg de alimento; (CKP) costo por kilogramo de puerco producido; (CTP) costo total por periodo de finalización; (PPIE) precio del puerco el pie; (ING) ingreso; (UTI) utilidad y (RCB) relación costo beneficio.

8.1.1. Peso Inicial

Las medias de los pesos iniciales de los cerdos en el experimento fueron estadísticamente similares ya que su probabilidad fue de 0.8101, lo que indica, que los lotes de los cerdos utilizados en el experimento fueron homogéneos, por lo que el peso inicial no proporcionó ventaja alguna a ninguno de los tratamientos. La media global de los 464 cerdos utilizados en el experimento, que estuvieron divididos en 6 repeticiones y cada repetición con un promedio de 77 cerdos fue de 80.034 kg.

Gráfica 3. Promedio de los pesos vivos de los cerdos utilizados en los tratamientos

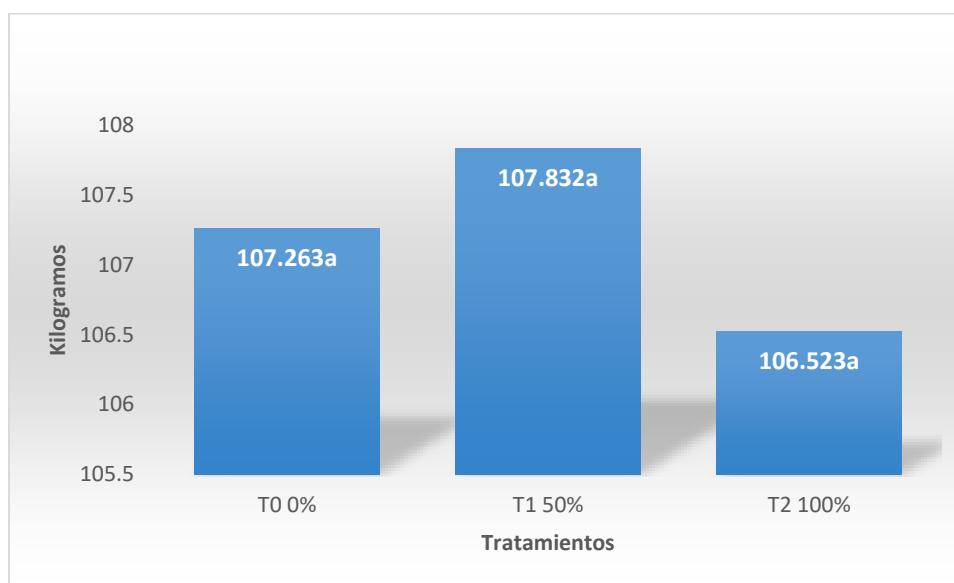


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.2. Peso vivo final

Los pesos finales de los 464 cerdos utilizados durante el experimento divididos en 6 repeticiones y cada repetición con un promedio de 77 cerdos, presentaron una media general de 107.20 kg. Teniendo ($P < 0.05$). Las medias generales de los tratamientos no mostraron diferencias significativas, teniendo un peso promedio del T0 de 107.263kg; T1 de 107.832kg. y el T2 de 106.52kg. Estos pesos fueron obtenidos de pesar los cerdos al final de la etapa de finalización 26 días después del peso de inicio.

Gráfica 4. Promedio de los pesos finales de los cerdos en los diferentes tratamientos

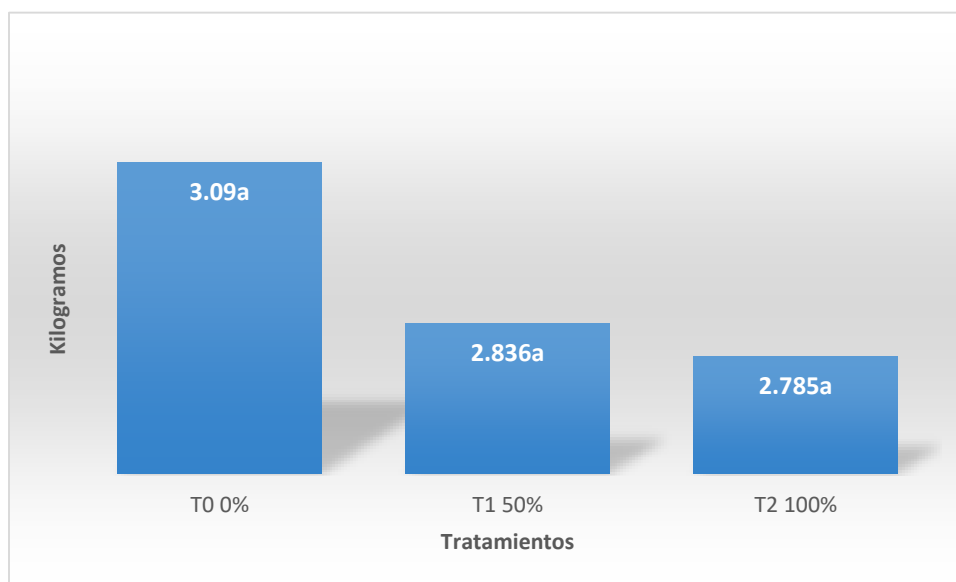


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.4. Conversión alimenticia

Las medias generales de la variable CA de los diferentes tratamientos no mostraron diferencias estadísticas significativa presentando un valor ($P < 0.05$). El promedio de la conversión alimenticia de los cerdos del T0 fue de 3.09l, es la cantidad de alimento que tuvieron que ingerir para incrementar 1kg de peso, mientras que en el T1 necesitaron comer 2.93 kg de alimento para aumentar 1kg y el T2 2.78 kg para aumentar 1kg. siendo esta última y la mejor conversión alimenticia ya que consumían 2.78 kg. de alimento para aumentar 1 kg de peso, sin embargo, no alcanzo a mostrar una diferencia significativa estadísticamente.

Gráfica 5. Promedio de las Conversiones alimenticias de los diferentes tratamientos

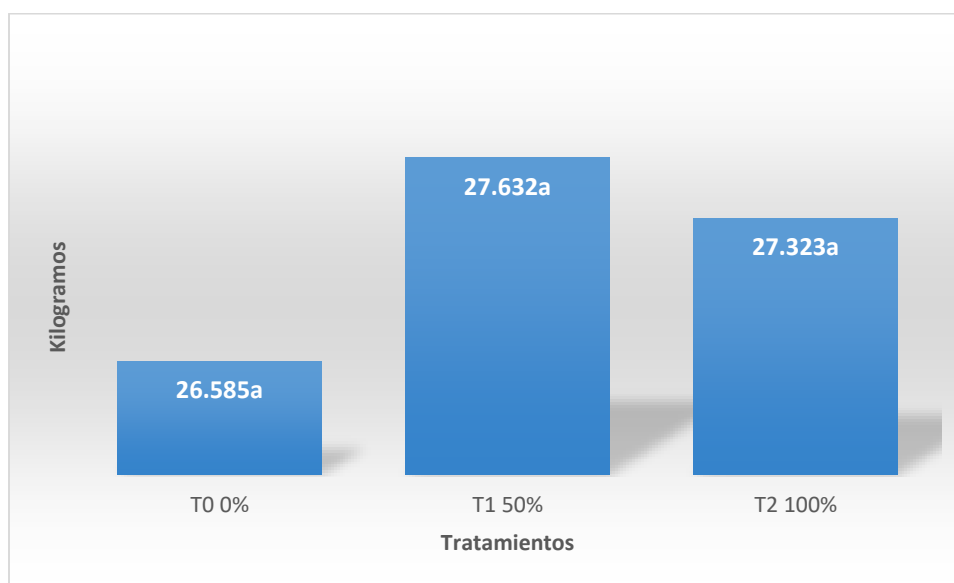


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.4. Ganancia total de peso

Las ganancias totales de peso de los diferentes tratamientos dieron un promedio de: T0 26.58kg; siendo las ganancias más bajas mientras el T1 tiene una ganancia de 27.632kg. y el T2 27.32kg. durante el periodo de finalización que tienen una duración de 26 días. Estos promedios no tuvieron diferencias significativas teniendo una probabilidad de 0.821. la ganancia total de peso se obtuvo de la diferencia entre el peso final y el peso inicial o el peso al entrar a la etapa de finalización.

Gráfica 6. Promedio de las Ganancias totales de pesos de los cerdos en los diferentes tratamientos

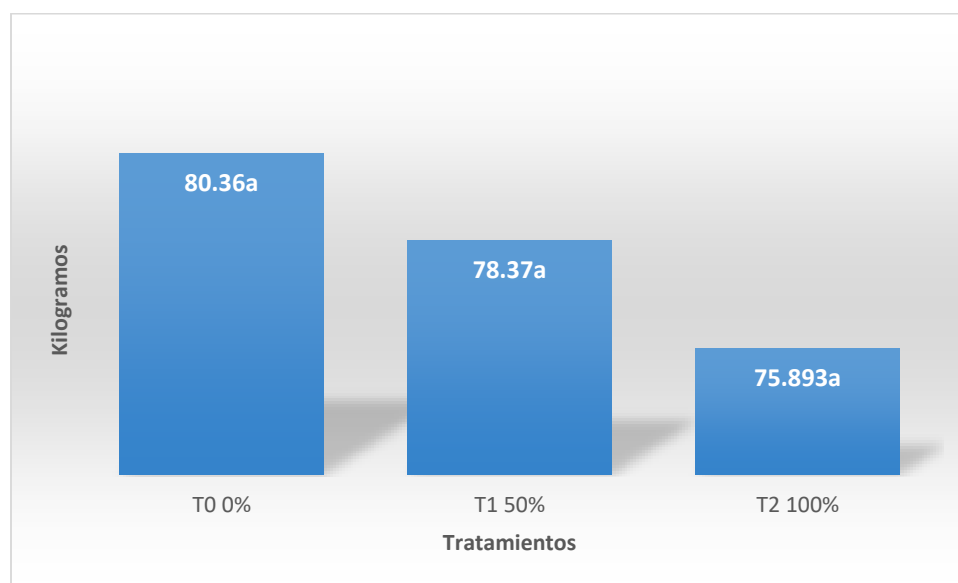


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.5. Consumo total de alimento

En la variable del consumo total de alimento en los tres tratamientos no muestra diferencias significativas de las medias generales ($P < 0.05$). el T0 fue el que tuvo mayor consumo de alimento con 80.36g; lo sigue el T1 con un consumo de alimento por cerdo 78.37 y el T2 con un consumo durante la etapa de finalización de 75.89kg. sin embargo, aunque hay diferencia aritmética, no existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos.

Gráfica 7. Promedio del Consumo total de alimento de los cerdos de los diferentes tratamientos

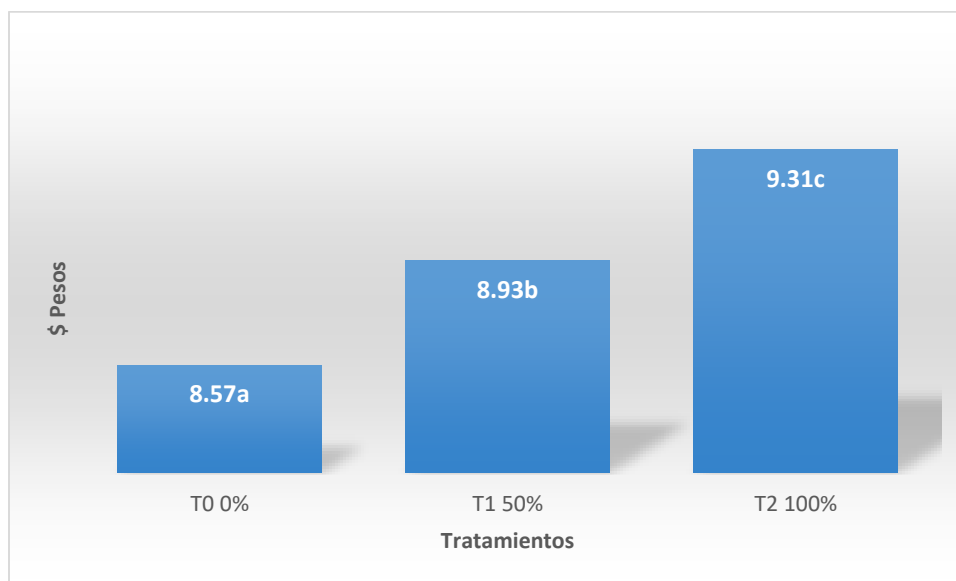


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.6. Costo por kilogramo de alimento

Para la variable del costo por kilogramo de alimento en la dieta para la etapa de finalización encontramos una diferencia significativa entre las medias de los 3 tratamientos con una probabilidad de 0.0001 donde T2 100% tiene el mayor costo, teniendo un valor por kilogramo de \$9.31 debido al costo de maíz de \$ 6.6 que es mayor al costo de sorgo de \$5.6.

Gráfica 8. Promedio del costo por kilogramo de alimento de los diferentes tratamientos

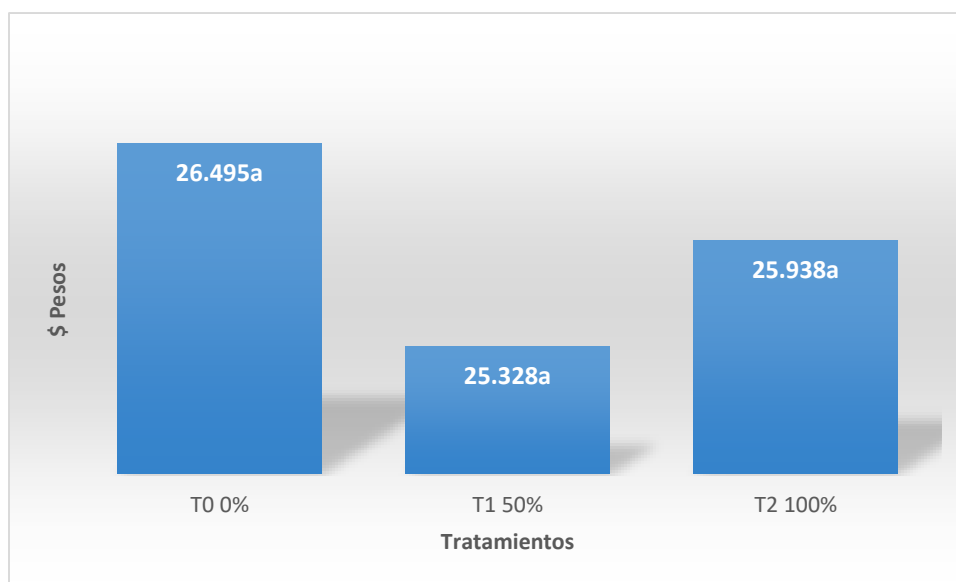


. T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.7. Costo por cada kilogramo producido

Esta variable se obtuvo multiplicando el costo del alimento por la conversión alimenticia de cada tratamiento. Las medias generales del costo por cada kilogramo de peso producido de los tres tratamientos no tuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$). Aunque es mayor el costo por kilogramo de alimento de T2 y hay diferencias significativas en dicha variable el costo por cada kilogramo producido de peso, no cuenta con dicha diferencia.

Gráfica 9. Promedio del costo por cada kilogramo de carne producido de los diferentes tratamientos

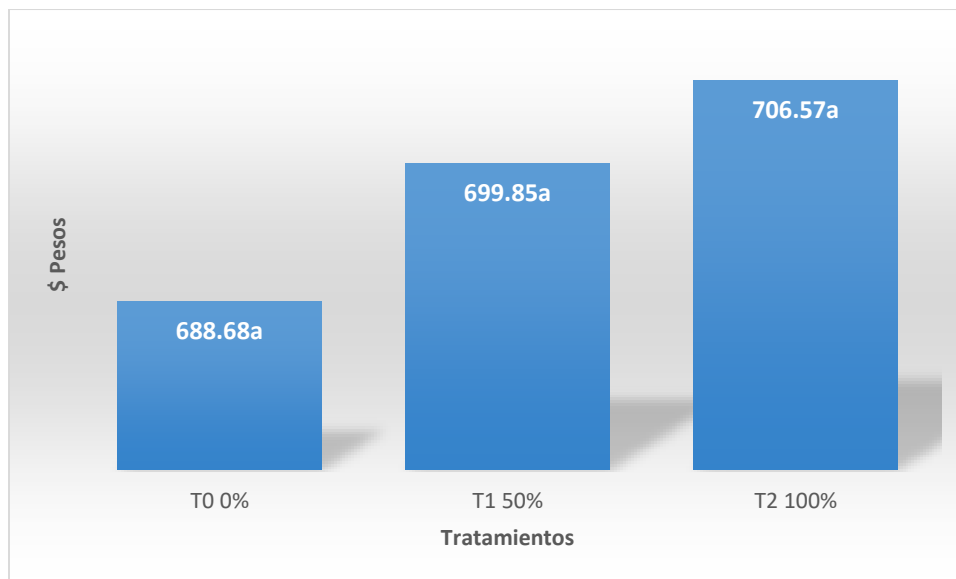


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.8. Costo total por periodo de finalización

El costo total es los kilogramos consumidos en el periodo de finalización por el costo de alimento por Kg. En esta variable no se encuentran diferencias significativas ya que tiene una probabilidad de 0.907.

Gráfica 10. Costo total por periodo de finalización

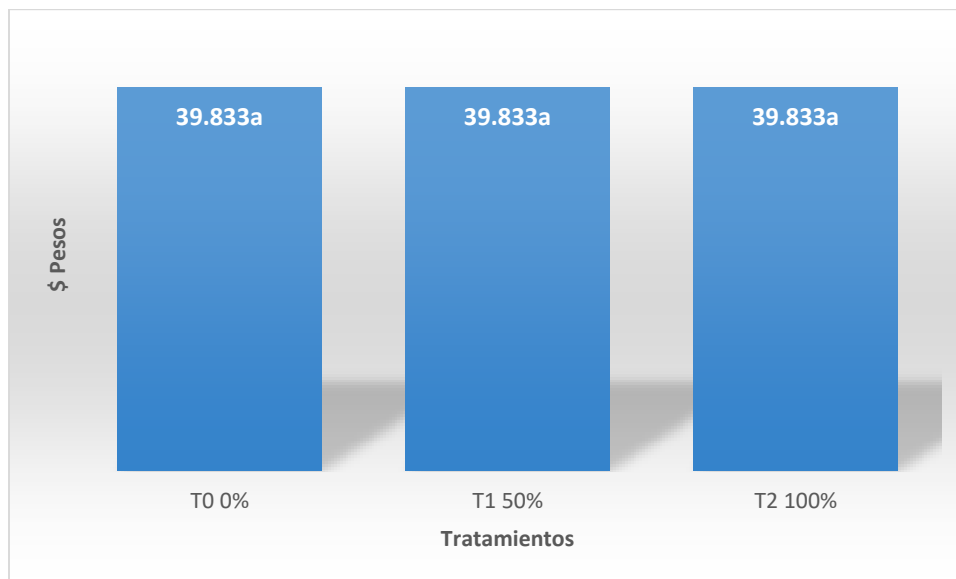


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.9. Precio de venta del puerco en pie

La variable del precio de venta en pie en su media general no hay diferencias estadísticas similares ($P < 0.05$). Este precio está dado dependiendo del mercado, no del tipo de grano que ocupas para formular tu dieta

Gráfica 11. Precio de venta del puerco en pie

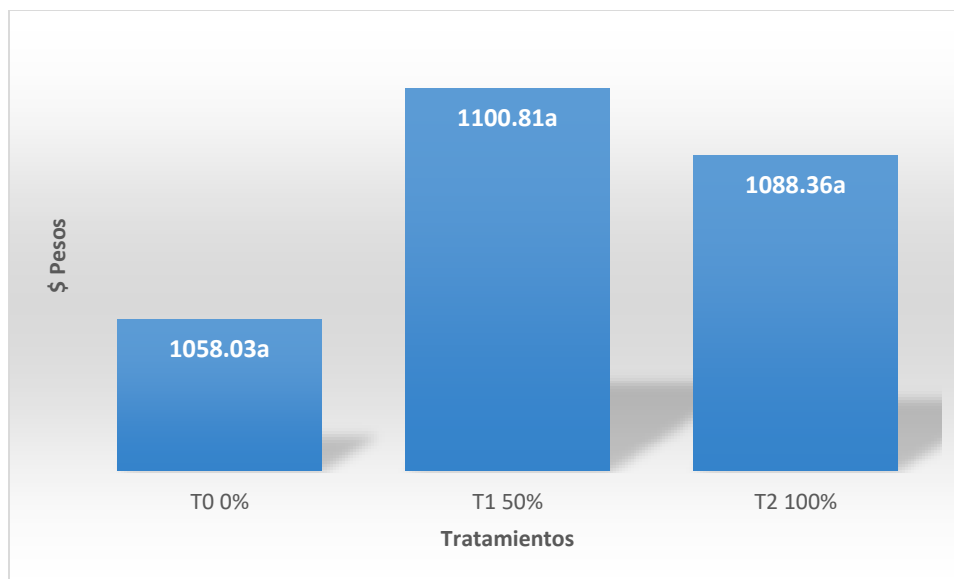


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.10. Ingresos

Podemos observar en el cuadro 9 que no hay una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) en la variable de ingresos de los tratamientos durante el periodo de finalización estos datos se obtuvieron de las ganancias de peso durante esta etapa y se multiplicó por el precio de venta en pie.

Gráfica 12. Promedio de los ingresos obtenidos en la etapa de finalización de los diferentes tratamientos

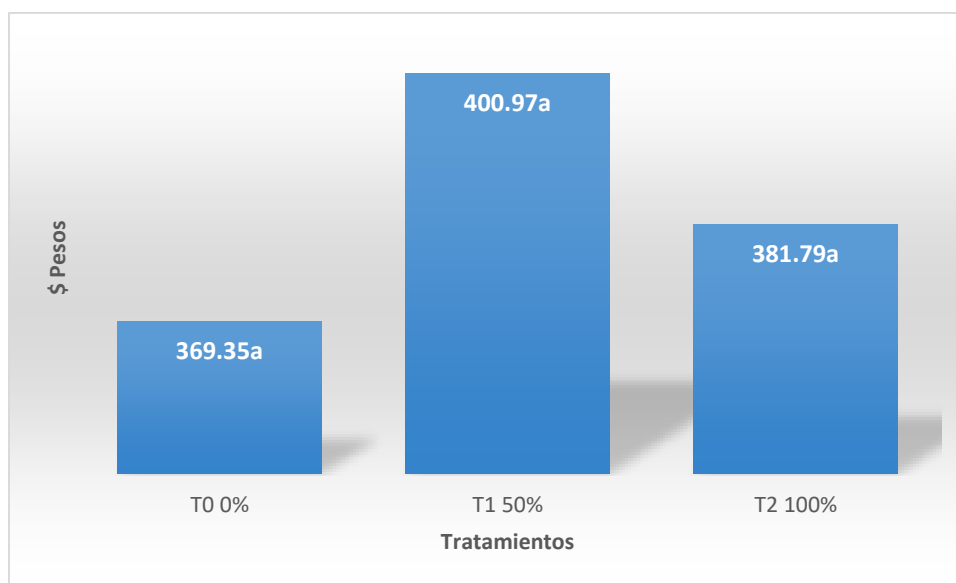


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.11. Utilidad

En la variable de la utilidad el T0 tienen una la menor utilidad que es de \$369.85; le sigue el T2 con una utilidad de \$381.79 y la mejor utilidad es la del T1 con \$400.97, sin embargo no hay diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$)

Gráfica 13. Promedio de la utilidad de los diferentes tratamientos

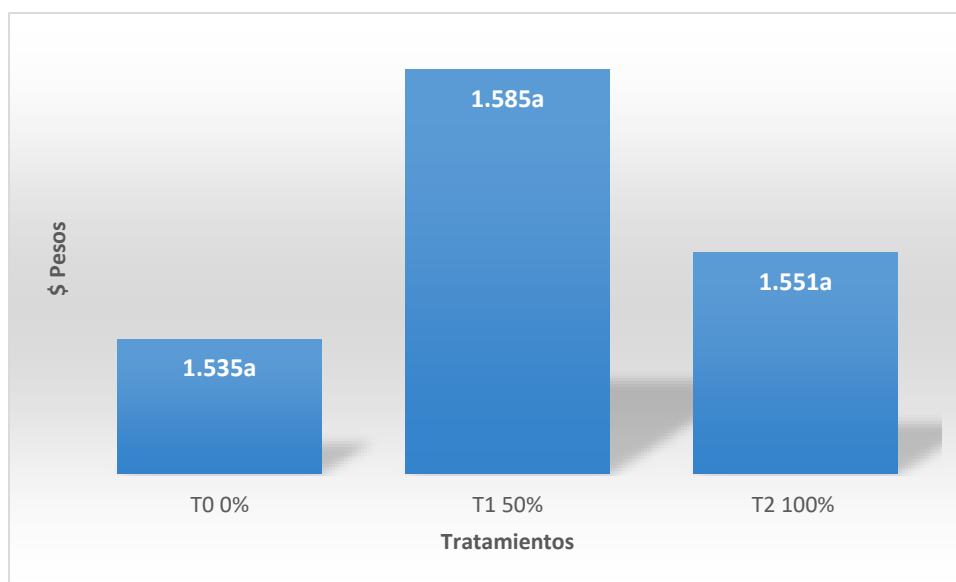


T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

8.1.12. Relación costo beneficio

La variable de relación costo beneficio no tienen diferencias significativas ($P < 0.05$) en sus medias generales, aunque el costo de la dieta del T2 es mayor seguimos teniendo una relación costo beneficio similar y se puede alcanzar a ver una mejor relación en el T1 con una relación 1.58

Gráfica 14. Relación costo beneficio



T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión al 50 % y T2 tratamiento con inclusión al 100% de grano de maíz en la dieta.

IX. DISCUSIÓN

(Monroy, 2019) desarrollo una evaluación de parámetros productivos y económicos en el crecimiento y engorda en porcinos con alimento no convencional obteniendo pesos finales promedios en la engorda de 81 Kg. además, registrando una venta de cerdo en pie de \$32. Los cuales están por debajo de los datos obtenidos en la presente investigación ya que los cerdos finalizaron el ciclo de engorda con un peso de 107.2 kg y un precio a la venta de \$39.83 por kg de cerdo en pie para diciembre del 2023.

En noviembre del (Martínez, 2022) quien hizo un estudio sobre el análisis económico en cerdos engordados con dos fuentes de proteína pasta de soya y harina de canola en su dieta de cerdos en engorda. Utilizo cerdos con un peso de entrada promedio a la etapa de finalización aproximada de 76.2kg., siendo un peso menor de inicio en comparación al del presente experimento ya que los cerdos presentaron un peso final en de la etapa de desarrollo de 80.03kg. Sus pesos al sacrificio fueron de 111.2kg. Siendo estos mayores a los registrados en la presente investigación en la etapa de finalización los cerdos al término de esta etapa presentaron un promedio de 107.2kg; Además obtuvo una conversión alimenticia de 2.17kg siendo menor que los cerdos utilizados en dicha investigación ya que estos presentaron una conversión de 2.90kg en la etapa de finalización. En ganancias de peso en dicha etapa registro 34.89 kg; mientras que en dicho experimento se encontraron ganancias de 27.17 kg siendo menores que las encontradas por(Martínez, 2022). Registro un consumo total de 76.41kg de alimento de finalización por cerdo en 27 días. Mientras el consumo el consumo en dicho experimento fue mayor siendo de 78.20kg. también registro un costo total durante este periodo de \$640.61 por concepto de alimentación siendo este menor al de dicha investigación que fue de \$698.36. Logro una venta de puerco en pie de \$28 el kilogramo y una relación costo beneficio de 1.29; siendo estas menores a los datos registrados en dicho trabajo ya se logró una venta de \$39.83 por kilogramo de cerdo en pie y una relación costo beneficio de 1.55 en diciembre del 2023.

En el (A. Benítez, 2015) Desarrollo una investigación sobre una evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda utilizando dos dietas comerciales y una no. Encontró unas ganancias de peso en la etapa de finalización de 18.825kg; siendo estos datos menores a los registrados en dicha investigación presentando

una ganancia 27.17kg. Además, nos indica que el costo que tenía un kilogramo de alimento para cerdo en la etapa de finalización es \$4.69; siendo este casi un 50% menor al utilizado en dicho experimento el cual fue de \$8.93. Además de obtuvo el costo por cada kilogramo de cerdo producido en \$19.49; este es menor al obtenido en dicha investigación el cual fue de \$25.92, en la variable de conversión alimenticia es de 4.14kg este es mayor a 2.98kg dato que se registró en dicho experimento. El costo por alimentación en la etapa ya mencionada es de \$375 el cual es menor a \$698.36 dato registrado en dicha investigación.

X. CONCLUSIÓN

La alimentación de cerdos en finalización (T2) que utiliza maíz en la dieta incrementa el costo, mientras que el alimento que utiliza sorgo (T0), es el más económico por kilogramo, sin embargo la menor conversión la presenta el T2 y la mayor el T0, lo que implica que se utilizaba menor cantidad de alimento con maíz para elevar el peso del cerdo un kilogramo, lo que implica que al realizar el análisis estadístico no se encontraran diferencias estadísticas entre las medias de la relación **costo** beneficio, por lo cual estadísticamente los tres tratamientos tienen la misma relación costo beneficio, lo que significa que el beneficio económico es similar sin importar la fuente de grano que utilicen en la dieta.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Padrón, E. (2009). *Diseños experimentales con aplicación y la ganadería*. Trillas.
- Antonio, E., & Viachica, V. (2010). *Economía Agraria*.
- Assel, V., & López, M. (2015). *ANÁLISIS ECONÓMICO DE UN SISTEMA FAMILIAR DE PRODUCCIÓN PORCINA EN EDUARDO CASTEX (LA PAMPA)*.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA - FACULTAD DE AGRONOMÍA.
- Barajas, P. (2012). *Fundamentos de costos*. Alfaomega.
- Benítez, A. (2015). *Evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda utilizando dos dietas comerciales y una no*.
- Benítez, J. (2021). *RENTABILIDAD DEL ENSILADO DE MAÍZ Y MAÍZ RASTROJO EN ALMOLOYA DE LAS GRANADAS COMO ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN PARA GANADO BOVINO EN ÉPOCA DE SECAS*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Butrón, A. (2024). *Estrategias nutricionales para cerdos en finalización, Primera parte*.
<https://www.porcicultura.com/destacado/estrategias-nutricionales-para-cerdos-en-finalizacion-primera-parte>
- Campagna, D. (2015). *Razas Porcinas*. DIAP.
- Carrero, H., Espinosa, C., & Cataño, G. (2005, febrero). *Manual de producción porcícola*. CONAFAB. (2023). *Anuario*.
<http://file:///C:/Users/52729/Downloads/Anuario%20CONAFAB%202023.pdf>
- Dalia Francesca Ríos Aviles. (2023). *Propuesta de restauración ambiental y conservación de servicios ecosistémicos en el municipio de temascaltepec, basado en un diagnóstico ambiental*. Universidad Autónoma del Estado de México.

- González, E. (2023). *Cuidados en cerdas de renuevo, reproductoras y lechones*. ICE Editorial.
- Hernández, I. (2020). *Producción de cerdos (lechones) en traspatio, razas pietrain, landrace, yorkshire y trilinea*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- INAES. (2018). *Porcicultura, una actividad milenaria*.
- Macario, T., & Valette, E. (2021). *Manual de producción porcina Cadena de valor de la producción sustentable en Argentina*.
- Macedo, M. (2016). *Efecto del butirato de sodio en el comportamiento productivo de cerdos en la fase de iniciación*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Martínez, A. (2022). *Análisis económico en cerdos engordados con dos fuentes de proteína (pasta de soya y harina de canola) en su dieta*.
- Monrroy, A. (2019). *Evaluación de parámetros productivos y económicos en el crecimiento y engorda en porcinos con alimento no convencional*.
- Morales, A. (2004). *Teoría económica de la ineversión*. UNET.
- NRC. (1998). *Requerimientos nutricionales de los cerdos: Décima edición revisada* (décima edición). National Academies Press.
- Osorio, O. (1992). *La capacidad de producción y los costos*. Macchi.
- Pacheco, F. (2019). *Módulo Costos de Producción* (primera). Departamento Ediciones Usta Tunja Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.
- PIC LATAM. (2024). *Empresa de Mejoramiento Porcino*. <https://latam.pic.com/products/>
- Ramírez, E., & Lucas, E. (2023). *Eficiencia alimentaria y costos de producción de dos alimentos comerciales en cerdos en etapa de desarrollo*. Universidad autónoma de guerrero.

Reyes, R., & Macario, T. (2021). *Manual de producción porcina Cadena de valor de la producción sustentable en Argentina* (Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP)).

https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/130187/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SADER. (2022, abril). *Panorama actual de la carne de porcino en canal en México*. secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).

Teresa Paramio, Xavier Manteca, & Dra M^a José Milan. (2019). *Manejo y producción de porcino*.

<http://llojtadovic.org/redaccio/arxius/imatgesbutlleti/manual%20porcino%20final.pdf>

Veites, C. (2011). *Producción porcina: Fundamentos y enfoque sustentable para su desarrollo*. Buenos Aires : Hemisferio Sur.

Williams, S., & Fages, S. (2021). *Manual de producción porcina Cadena de valor de la producción sustentable en Argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/130187/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y