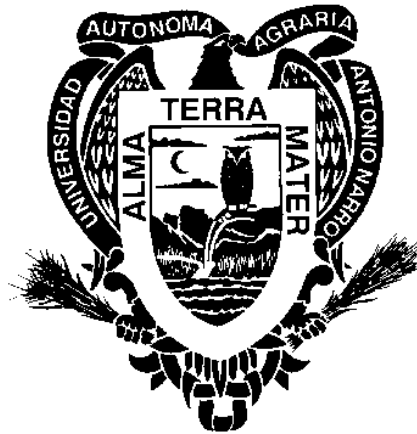


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



Evaluación de *Bacillus Toyonensis* en la dieta de lechones en diferentes etapas de destete

Por:

GABRIEL ROMERO ALARCÓN

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Evaluación de Bacillus Toyonensis en la dieta de lechones en diferentes etapas de destete

Por:

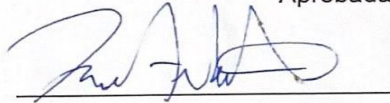
GABRIEL ROMERO ALARCÓN

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:


INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el comité de asesores:



Dr. Juan Antonio Núñez Colima

Asesor principal



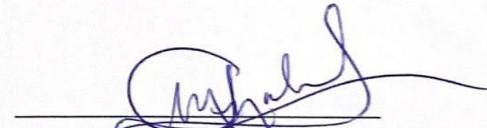
M.C. Ernesto Torres García

Codirector



Dr. Juan Antonio Granados Montelongo

Asesor



M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega

Asesor



M.C. Pedro Carrillo López

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2024

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos.

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin utilizar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de esto materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



GABRIEL ROMERO ALARCÓN

DEDICATORIAS

A mis papás, María del Carmen Alarcón Aguilar y Santiago Romero Araujo

Por ser los mejores padres que dios me regalo, gracias por su apoyo incondicional y alentarme a siempre superarme, sin ustedes nada de esto hubiera podido ser posible, gracias por ser una pareja ejemplar para mí.

Con mucho esfuerzo han logrado sacarme adelante y estoy infinitamente agradecido con ustedes y sin duda este esfuerzo que tanto han hecho para mi será recompensado los quiero mucho.

A mis hermanos, Otoniel Romero Alarcón, Erick Romero Alarcón, Itzayeli Romero Alarcón y Marvin Romero Alarcón

Gracias por ser pieza fundamental en mi vida y estar para mí cuando más los necesito, este logro también no se hubiera podido concluir sin ustedes, gracias por darme un bonito ambiente familiar.

A mis abuelitos Eligio y Lorenza

Gracias abuelitos por estar en mi vida y siempre recibirme con una hermosa sonrisa, por ser parte de mi crecimiento y brindarme consejos, los quiero mucho, su presencia y su cariño son de mucha ayuda para alegrarme la vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi compañera de aventuras, Juliana Vargas Aguilar

Muchas gracias por tanto apoyo y alientos que me has brindado, gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas, sin duda alguna fuiste pieza fundamental para que todo esto se realizara, te quiero mucho.

A mi amigo, David Liévanos Vital

Gracias amigo por el apoyo y las risas que nunca faltaron, gracias por estar cuando lo necesitaba, eres un gran amigo, hiciste que estar lejos de casa se volviera más ameno, se te estima y aprecia.

A mi mejor amiga, Grecia Aguilar Nava

Gracias por ser una persona esencial en mi vida y darme el apoyo cuando lo necesito aun estando lejos, se te quiere y aprecia muchas gracias por tu ayuda y consejos.

A mi asesor, Dr. Juan Antonio Núñez Colima

Gracias por el apoyo y tiempo brindado durante la realización de mi tesis, por impulsarme a terminarla y hacer posible lo imposible.

A mi asesor, M.C Ernesto Torres García

Gracias por el apoyo brindado en la realización del experimento y por tener la confianza, así también por estar siempre a la disposición.

INDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Justificación	13
1.2. Objetivo general	13
1.3. Objetivo específico	13
1.4. Hipótesis.....	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. Producción de cerdo en México.....	14
2.2. Tipos de sistemas de la porcicultura en México	15
2.2.1. Sistema tecnificado	15
2.2.2. Sistema semi-tecnificado	15
2.2.3. Sistema de traspatio	16
2.3. Principales razas	16
2.3.1. Duroc.....	16
2.3.2. Hampshire	17
2.3.3. Yorkshire.....	17
2.3.4. Landrace.....	18
2.3.5. Pietrain	18
2.4. Tipos de destete	18
2.5. Problemas al destete.....	20
2.6. Tipos de estrés en lechones destetados	23
2.7. El tracto gastrointestinal después del destete.....	24
2.8. Probiótico.....	26
2.9. Producto probiótico "toyocerin"	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Descripción de alojamiento.....	29
3.2. Plan de alimentación	29
3.3. Selección de individuos	30
3.4. variables a evaluar	30
3.5. Análisis estadísticos	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32

4.1. Ganancia de peso	32
4.2. Altura del individuo (Cruz a Pezuña) expresado en cm.....	33
4.3. Largo del lomo (expresado en cm).....	34
V. CONCLUSIÓN.....	36
VI. LITERATURA CITADA	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cantidades bromatológicas del alimento comercial	30
Cuadro 2. Días en que los lechones fueron destetados por tratamiento con las cantidades de toyocerin que se les proporcionaba.....	30
Cuadro 3. Promedio de peso por tratamiento en cada una de las fechas de evaluación	33
Cuadro 4. Promedio de las alturas por tratamiento en cada una de las fechas de evaluación	34
Cuadro 5. Promedio del largo del lomo por tratamiento en cada una de las fechas de evaluación	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evaluación de la ganancia peso de cada quince días por cada tratamiento.	32
Figura 2. Evaluación de la altura para cada tratamiento.....	34
Figura 3. Evaluación del largo del lomo para cada tratamiento	35

RESUMEN

En México el consumo per cápita de la carne de cerdo cada año va en aumento, lo cual hasta el momento es la segunda carne más consumida. Ante esta demanda las razas de cerdos productoras de carne alcanzan su peso adecuado en menos tiempo para abastecer el mercado, para ello se ocupa que los cerdos al destete no tengan una decaída con su peso ya que puede perjudicar a que tarden más tiempo a llegar a su peso de mercado, son pocos estudios los que han realizado utilizando *Bacillus toyonensis* en lechones lo han utilizado más en aves y otras especies. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del *Bacillus toyonensis* en el crecimiento y desarrollo de lechones de la cruce entre razas yorkshire x landrace x duroc en diferentes edades para ello las variables a evaluar fueron ganancia de peso e índices de crecimiento que son altura y largo del lomo utilizando medio gramo por animal por día mezclado en un alimento comercial obteniendo resultados estadísticos favorables en los animales que tuvieron el tratamiento, de igual manera como lo obtuvieron diversos autores que realizaron investigaciones similares utilizando el mismo producto llegando a la conclusión que si es recomendable utilizarlo en lechones al destete y así conseguir mejores parámetros productivos.

Palabras clave: Lechones, destete, probiótico, toyocerin, ganancia de peso, índice de crecimiento

ABSTRACT

In Mexico, per capita pork consumption is increasing each year, making it the second most consumed meat. To meet this demand, meat-producing pig breeds are reaching their optimal weight in less time to supply the market. It is crucial that weaning pigs do not experience a weight decline, as this can delay their time to reach market weight. Few studies have been conducted using *Bacillus toyonensis* in piglets, as it has been used more in poultry and other species. The aim of the present study was to evaluate the effect of *Bacillus toyonensis* on the growth and development of piglets from a crossbreed of Yorkshire x Landrace x Duroc at different ages. The variables assessed were weight gain and growth indices, such as height and back length, using half a gram per animal per day mixed in commercial feed. The study obtained favorable statistical results in animals that received the treatment, consistent with findings from various authors who conducted similar research using the same product. It was concluded that it is advisable to use *Bacillus toyonensis* in weaning piglets to achieve better productive parameters.

Keywords: Piglets, weaning, probiotic, Toyocerin, weight gain, growth index

.

I. INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo es la segunda más consumida en México, superada solo por la de pollo, el sector porcino representa el 6.9% de la producción pecuaria a nivel nacional, y en el ámbito mundial, México se posiciona en el puesto 15 en la producción de carne de cerdo (SENASICA, 2019).

El consumo per cápita de carne de cerdo en México se encuentra en aumento, esto debido a su alta demanda por el cual en el 2016 se reportó 17.9 kg, en el 2017 18.5 kg, en el 2019 19.6 kg, 2020 18.9 kg y en el 2021 20.6 kg, en el 2020 hubo una reducción debido a la pandemia y ante ello en el 2021 hubo un aumento significativo por la apertura de diversos establecimientos que se dedican al comercio de comida (SADER & SENASICA, 2022)

La porcicultura forma parte del sector agropecuario y contribuye a la economía social al generar empleos y promover el desarrollo en las áreas donde se practica, en México, existen tres sistemas para la producción de carne de cerdo: el tecnificado, el semitecnificado y el de traspatio (SADER, 2020). Las principales razas utilizadas para la producción de carne y sus derivados son duroc, landrace, hampshire, chester white, yorkshire y pietrai, estas razas no son puras, sino híbridos que se crían en granjas y se caracterizan por su gran tamaño y una alimentación especializada para la producción de carne. Además, algunos de estos animales se utilizan en la reproducción, desempeñando roles importantes como sementales y líneas maternas (SADER, 2016).

El destete es una etapa desafiante para los lechones, ya que deben adaptarse a cambios drásticos en su entorno, alimentación y relaciones sociales, lo que afecta tanto su bienestar psicológico como su tracto gastrointestinal, incrementando el riesgo de enfermedades (Elizabeth et al., 2023). Por ello se implementan los probióticos que son productos que contienen una población considerable de un tipo de microorganismo, cuya colonización altera la microbiota del tracto gastrointestinal, generando un efecto positivo en el hospedero (Tércia et al., 2010). Un ejemplo de probiótico utilizado en la alimentación de los cerdos al destete es Toyocerin que es un

probiótico que contiene *Bacillus toyonensis*, cuyo propósito es equilibrar la microbiota intestinal, mejorando la digestión y absorción de nutrientes en los animales, lo que facilita su desarrollo óptimo (Rubinum, 2022a). ante ello se han hecho investigaciones como la de Villarraga & Cortes (2019) que comprueban un efecto positivo al implementar toyocerin a la dieta del animal; por otro lado Carreño (2014) también demostró que si se obtienen diferencias significativas en ganancias de peso en comparación con los animales que son usados como testigos.

1.1. Justificación

Cuando se presenta el destete los lechones dejan de consumir alimento, debido a que se están acostumbrando al alimento sólido, lo que propicia de caída de peso lo que provoca problemas gastrointestinales, para menguar este problema se han implementado (Jonh et al., 2015). Por ejemplo el estudio que realizaron Caicedo et al., (2022) utilizaron fitobióticos comerciales que estos ayudan al crecimiento, ganancia de peso así mismo reduciendo la conversión alimenticia también diarreas pos destete y mejorando las características en la canal. Así mismo Pérez et al., (2014) hicieron un estudio sobre el uso del suero de leche en cerdos al destete en el cual observaron, que hay mejora en el crecimiento de las vellosidades del intestino delgado y por consecuencia en su desarrollo.

Por otra parte, son pocos los estudios donde se ha evaluado *Bacillus Toyonensis* (BT) (Toyocerin), como lo son los estudios Marcuello & Blanch, (2011) en el cual implementaron Toyocerin en el alimento de cerdas gestantes días antes del parto y posterior al parto, lo que tuvo un efecto positivo en la supervivencia de lechones. Del mismo modo Vilá, (2010) implementó BT en aves de corral con el proposito de reducir la prevalencia de *Salmonella*, también se tiene estudios en bovinos, como lo fue el de Grela, (2010) donde evaluó la ganancia y conversión alimenticia. Por otra parte Pascual, (2010) evaluó el efecto del BT en conejos con el proposito de disminuir la mortalidad y los índices de riesgos sanitarios y promover su crecimiento.

1.2. Objetivo general

Evaluar el efecto del BT en el crecimiento y desarrollo de lechones en diferentes edades al destete

1.3. Objetivo específico

- Evaluar la ganancia de peso diaria en lechones de diferentes edades al destete.
- Evaluar los índices de crecimiento (altura y largo) en lechones de diferentes edades al destete.

1.4. Hipótesis.

Los lechones con BT podrían presentar una mayor ganancia de peso y crecimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Producción de cerdo en México

La porcicultura mexicana tuvo sus comienzos en el siglo XVI, debido a que los españoles ingresaron al cerdo de regiones de Europa y Asia, sin embargo, México no contaba con un control de la producción y por esto mismo fue originado el cerdo criollo y fue el cerdo utilizado en todo el país (Gerardo, 2018).

En los años 1940 y 1960 la porcicultura en México fue convertida en una de las principales fuentes de carne más importante.(Gerardo, 2018). La porcicultura en México ha ido en aumento, siendo una actividad importante para el país, la carne de cerdo es la segunda más consumida en el país después del pollo, el sector porcino en México tiene una participación del 6.9% de la producción pecuaria a nivel nacional, respecto al nivel mundial México ocupa el lugar 15 en producción de carne de puerco.(SENASICA, 2019).

La producción de carne de cerdo en México fue de 1,693,006.401 toneladas en el año 2021 y fue liderada por los estados de Jalisco con un total de 380, 076.407 t, Sonora con 311,006.128 t. , Puebla con 181,660.254 t. y Yucatán 155,496.973 t. , el resto de los estados aportaron un total de 664,776.638 t. (SIAP, 2021)

Los principales estados en 2022 con mayores número de cabezas de cerdo en pie son: Jalisco con 4,144,248 cerdos, Sonora con 2,067,799, Puebla con 1,950,394, Veracruz con 1,867,137, Yucatán con 1,195,118 y Guanajuato con 1,108,932, estos 6 estados tienen al rededor del 64% del total de población nacional de cerdo, el 36% de la población está en los demás estados.(SIAP, 2022)

2.2. Tipos de sistemas de la porcicultura en México

2.2.1. Sistema tecnificado

El sistema tecnificado abarca del 40-50 % del inventario en México y el 75% de la producción nacional de carne de cerdo, en este sistema el uso de la tecnología es su principal característica, tanto también las medidas de saneamiento, prevención de enfermedades, inseminación artificial, genética y así mismo el bienestar animal, que ellos cuenten con microclimas favorables para su desarrollo, por otro lado se tiene registros de todos los animales y su consumo de alimento diario para un mejor aprovechamiento ya que se les da basado a sus requerimientos por cada etapa (INTAGRI, 2019), predomina la tecnología por lo que tiene una gran influencia, en tanto al manejo, tipo de alimentación y la sanidad que se maneja, se tiene un control del número de animales con el que se cuenta, las instalaciones son de mejor calidad y cuentan con todo lo necesario para evitar al máximo problemas de estrés en los animales, el número de animales que se manejan en estos sistemas debe ser amplio, esto con el fin de poder abastecer las demandas de los mercados (SENASICA, 2019)

El sistema tecnificado se ha desarrollado principalmente en los estados más sobresalientes de la producción porcina, entre ellos se encuentran Sonora, Sinaloa, Estado de México, Puebla, Guanajuato, Jalisco, Veracruz y Yucatán, en este tipo de sistemas es importante la lotificación de los animales, dependiendo la etapa en la que se encuentren para evitar hacinamiento y a su vez jerarquías, reduciendo el estrés en los animales, de igual manera se cuenta con un ciclo completo, donde la granja es autosuficiente y no es necesario meter animales externos evitando con esto propagaciones de nuevas enfermedades.(Francisco & Elizabeth, 2023)

2.2.2. Sistema semi-tecnificado

En este tipo de sistemas no se cuenta con los suficientes recursos para que se pueda implementar el uso de tecnologías avanzadas, en cuanto a la sanidad no se tiene controlada al cien por ciento, el número de animales que se albergan en este tipo de sistemas es menor, por lo cual, la producción de cerdos es más limitada y hace que su tipo de mercado solo sea local o regional (SENASICA, 2019), sin embargo ocupa el 20 % de la producción nacional, tiene poca tecnología y está limitada económicamente a ello, la

reproducción puede ser en ocasiones por monta natural y solo en algunas veces por inseminación artificial, las medidas zoonosanitarias no las llevan a cabo completamente, lo que en muchas de las ocasiones nos da como consecuencia la propagación de enfermedades, así mismo se manejan diversas líneas genéticas, el bienestar animal no se toma mucho en cuenta por lo que hay más problemas de estrés (INTAGRI, 2019).

2.2.3. Sistema de traspatio

El sistema de traspatio ocupa el 30% de la producción nacional, este tipo de sistema carece en su totalidad del uso de tecnologías, por ende, la bioseguridad no es un factor que se tome en cuenta, muchas de las veces se implementa este sistema como una fuente de subsistencia, en donde el número de animales es pequeño, no se cuenta con líneas genéticas, comúnmente se encuentran en zonas rurales, en corrales que se hacen en los patios de las casas (INTAGRI, 2019).

Tienen animales de diferente calidad genética, lo que nos da como resultados que existan camadas con un número pequeño de cerdos, el índice de conversión alimenticio también es menor que en las granjas tecnificadas (Francisco & Elizabeth, 2023). Sin embargo, la alimentación juega un papel importante, ya que, no es una prioridad suministrarles los requerimientos necesarios para su óptimo desarrollo, y su dieta es a base de desperdicios de cocina, de cosechas agrícolas, una de las principales ventajas de este sistema es que los animales suelen adaptarse más fácilmente a su medio ambiente y a la alimentación, una desventaja es que no existe asistencia veterinaria por lo que existe una mayor probabilidad de enfermedades tanto en los animales como de las mismas personas que son las encargadas de cuidarlos (Francisco & Elizabeth, 2023).

2.3. Principales razas

En el siglo XX se comenzó la importación de las razas Duroc y Poland China. (García, 2018)

2.3.1. Duroc

La raza duroc es originaria de estados unidos, muestra un color rojo, pero en ocasiones puede presentar variaciones de colores que van desde amarillo claro a cereza oscuro. (Luis, 1984), esta raza fue registrada como raza en 1882 (INTA & INATEC, 2010). Se

destacada eficiencia alimenticia, produciendo aproximadamente 395 gramos de carne por kilogramo de alimento consumido. Además, estos cerdos tienen una tasa de ganancia de peso diaria que puede alcanzar los 950 gramos, también es conocida por su alta prolificidad y es ampliamente utilizada en programas de cruzamiento, mientras que las hembras se destacan por su habilidad como madres.(SAGARPA, 2017). Tiene un promedio de probabilidad de que entre 10 lechones que tuvo en parto 8 los logre hasta el destete.(AGRARIA, 2017).

2.3.2. Hampshire

La raza Hampshire es originaria de Inglaterra, pero fue en Estados Unidos donde se mejoró con una mejor rusticidad y adaptación.(Luis, 1984), se establece como raza en 1850 (INTA & INATEC, 2010) del mismo modo se distinguen por su color negro con una franja blanca que se extiende a lo largo de las patas delanteras y atraviesa la espalda, aunque tienden a ser más pequeños que otras razas, las hembras de Hampshire son altamente prolíficas y exhiben habilidades maternas (SAGARPA, 2017), tiene un promedio de probabilidad de que entre 8.2 lechones que tuvo en parto 7.2 los logre hasta el destete (AGRARIA, 2017), estos cerdos tienen una ganancia diaria de peso que puede alcanzar los 900 gramos, con una eficiente conversión alimenticia que les permite producir aproximadamente 386 gramos de carne por kilogramo de alimento consumido (SAGARPA, 2017), esta raza obtiene ganancia de pesos dependiendo sus condiciones, en una buena alrededor de 600 a 700 g/día, pero se pueden llegar a obtener de 700 a 900 g/día con una alimentación de excelente calidad, una característica muy puntualizada es que producen carne sin grasa, los machos en un promedio de peso adulto alcanzan hasta los 400 kg y en comparación de la hembra solo a 320 kg. (INTA & INATEC, 2010)

2.3.3. Yorkshire

La raza yorkshire es descendiente de Inglaterra, su color característico es blanco con piel rosada.(Luis, 1984), en algunas ocasiones presentan manchas, corporalmente son largos de buena complexión, es capaz de ganar al día 920 g de su peso corporal y tener una conversión alimenticia de 389 g de carne por kilogramo de alimento (SAGARPA, 2017). En adultos los machos pueden alcanzar un promedio de 390 kg y las hembras 280 kg (INTA & INATEC, 2010). Esta raza tiene una producción de carne

lo cual rinde entre 53 a 54 % de carne respecto a su cuerpo, pero de igual manera produce buen tocino (INTA & INATEC, 2010), las madres de esta raza tienen un promedio de probabilidad de tener 10 lechones (AGRARIA, 2017).

2.3.4. Landrace

La raza landrace es originaria de Dinamarca (Luis, 1984).

Se distingue por su pelaje y piel blancos, estos cerdos son notablemente largos y altamente prolíficos en su reproducción, exhiben una ganancia diaria de peso de hasta 856 gramos y una conversión alimenticia eficiente, produciendo aproximadamente 352 gramos de carne por cada kilogramo de alimento consumido. (SAGARPA, 2017). Esta raza presenta diferentes conversiones alimenticias dependiendo a las condiciones de manejo por lo cual en condiciones medias puede obtener 650 g/día, en buenas de 850 a 900 g/día y en centros genéticos de 950 a 1000 g/día, los machos tienen mayor peso en alto lo cual tienen un promedio de 400 kg y las hembras de 300 kg., una característica significativa de esta raza es que presenta un par de costillas más en comparación a las demás raza (INTA & INATEC, 2010). Tiene un promedio de probabilidad de que entre 10 lechones que tuvo en parto 8.5 logren sobrevivir hasta el destete (AGRARIA, 2017).

2.3.5. Pietrain

Es procedente de Bélgica en 1920, esta raza presenta un pelaje blanco y amarillo con manchas irregulares de negro y ocasionalmente rojizas, aunque su crecimiento es más lento y sus resultados reproductivos son limitados, su eficiencia en la conversión de alimento es competitiva, además, ofrece un rendimiento alto en cortes magros y presenta un bajo porcentaje de grasa en la canal (INTA & INATEC, 2010). Las madres de la raza pietrain tiene un promedio de probabilidad de 8 lechones que tuvo en el parto (AGRARIA, 2017).

2.4. Tipos de destete

El destete es considerado como una transición de lactancia a engorda, en esta etapa se presentan cambios fisiológicos en los lechones, a su vez, al ser separados de la

madre hay una disminución de anticuerpos que habían sido proporcionados por la cerda, de igual manera, los cambios en el medio ambiente a los que el cerdito se debe enfrentar hace que sea más susceptible a enfermedades respiratorias y gastrointestinales, teniendo como consecuencia aparición de diarreas y una disminución en la ganancia de peso (Cuellar, 2022).

La importancia del destete es de que a menor días de destete de más oportunidad a que la madre en poco tiempo pueda producir más camadas y el lechón con alimento solido pueda cubrir sus requerimientos, por ende, expresar su potencial para su rápida adaptación y crecimiento (Pedro, 2014).

El destete en condiciones naturales ocurre varias semanas después del nacimiento, donde el sistema digestivo del lechón se adapta gradualmente a una reducción en el consumo de leche y a un aumento en la ingesta de alimento sólido, a partir de finales de la década de los setenta, se ha practicado el destete "temprano" con el fin de acelerar el reinicio del ciclo reproductivo de las cerdas, esto implicó un cambio de un destete gradual, realizado por la misma cerda entre las 15–22 semanas de edad de los lechones, a un destete rudo y muy precoz alrededor de los 7 días de edad (Tércia et al., 2012).

Existen diferentes tipos de destete en cual está el natural que consiste en que no hay intervención de hombre simplemente la madre decide cuando destetar a sus crías que va entre las 15 y 22 semanas de edad, de igual manera existen destetes comerciales que los realizan granjas tecnificadas donde su propósito es obtener el mayor número de camadas por cerda al año que van entre la segunda y sexta semana de edad, aunque aquí se dividen en 2 tipos, la tradicional que es de 35 a 45 días de edad y el otro destete es el destete temprano o precoz que se puede llevar a cabo desde el día 7 hasta los 28 días de edad (Gómez Arturo, Vergara Diego, 2008).

El destete convencional, abarca un periodo de entre 3-5 semanas de vida del lechón, con un aproximado de 5 a 10 kg, la cerda después de la quinta semana de lactancia tiende a disminuir su producción de leche, por lo que ya no se podrán seguir

manteniendo de ella, sin embargo, antes del destete ofrecer comida sólida que ayudara para familiarizarse y lechón tenga respuesta más rápida al alimento al destete y por ende una disminución de estrés, en comparación con el destete precoz, esta se realiza en un periodo de 2 a 3 semanas de vida, con un peso de 4 a 5 kg, para realizar esta actividad a temprana edad las instalaciones deben estar especializadas cuidando el entorno al cual el lechón se enfrentará (Holman et al., 2021). Una de las ventajas en granjas comerciales es que ofrecen un alimento pre iniciador tratando de llenar los requerimientos que necesita el lechón cuando este sea destetado, en comparación de los cerdos salvajes solo se alimentan de lo que tienen a su alcance (Gómez Arturo, Vergara Diego, 2008).

2.5. Problemas al destete

El destete para los lechones se vuelve una etapa muy difícil para los mismos, ya que, deben adaptarse a cambios drásticos en su vida por lo que cambia su estado de confort que es estar con su madre en un ambiente que ya estaban acostumbrados a pasar a relacionarse con otros cerdos desconocidos, con otro ambiente y alimentación de líquida a sólida, de igual manera esto repercute al tracto gastrointestinal (TGI) por lo que el también deberá adaptarse a este cambio muy radical tanto ambiental como psicológico y a posibles enfermedades (Elizabeth et al., 2023).

Las primeras dos semanas *post* destete son las más críticas para el lechón, ya que, su sistema digestivo no está lo suficientemente preparado para poder absorber los nutrientes que son ofrecidos, por lo cual, en este periodo hay más probabilidad de que se enfrente a trastornos gastrointestinales (Tércia et al., 2010).

Las inmunoglobulinas que la madre proporciona mediante el calostro durante las primeras horas de vida del lechón va perdiendo su efecto en pocas horas o días (dependiendo del tipo), por lo mismo, destetar de 14 a 21 días hace que los lechones sean más susceptibles a bacterias patógenas y con ello se desencadenen diarreas u otras enfermedades, dentro de la leche materna se sigue encontrando la inmunoglobulina A, la cual ayuda a proteger la pared del intestino delgado, evitando que se desarrollen agentes patógenos, sin embargo, cuando los lechones son

destetados precozmente también se les quita esta inmunidad dejándolos aún más vulnerables a bacterias, principalmente E. Coli (Rafael, 1990).

Los lechones cuentan con dos vías de conexión entre el exterior y el interior del mismo, las cuales son las vías respiratorias y la digestiva, siendo la segunda la principal fuente de entrada de agentes patógenos, porque el lechón consume alimento, agua, en ocasiones heces o cualquier cosa que tengan a su alcance y se puedan comer, es ahí donde el epitelio del intestino delgado debe cumplir la función de seleccionar a los agentes patógenos y antígenos e impedir su acceso (José et al., 2015).

Existe un lapso de tiempo significativo antes de que los lechones se percaten de la ausencia de la madre y de la urgencia de alimentarse, según los hallazgos, aproximadamente el 30% de los lechones aún no han consumido alimento en las primeras 15 horas después del destete, incluso después de transcurridas 24 horas, se observa que un 20% de los lechones no ha ingerido alimento (José et al., 2015). Unas de las consecuencias que ocasiona el destete es que los lechones pueden presentar anorexia, disminución en la ganancia diaria de peso y diarreas que provocan la muerte en muchos de los casos, ante ello, es importante la nutrición que se les proporciona para reducir estos problemas y lograr que los lechones tengan un buen desarrollo, por eso en muchos años los antibióticos fueron el principal propulsor para salvaguardar las vidas, sin embargo, han sido contradictorios e incluso han sido prohibidos ya que es un riesgo para el consumidor de esa carne (Elizabeth et al., 2023). Alrededor del 30% del peso total que alcanzará el animal hasta el momento del sacrificio está directamente influenciado por la ganancia de peso durante el periodo pos destete, ya que cualquier déficit inicial se traduce en consecuencias negativas a largo plazo en la curva de crecimiento (José et al., 2015).

El destete marca un importante cambio en la dieta de los animales, pasando de la leche materna a una dieta sólida compuesta principalmente de almidón y proteínas vegetales, este cambio repentino desencadena un proceso de adaptación en el tracto gastrointestinal (TGI), que no estaba preparado inicialmente para digerir estos nutrientes, esta adaptación implica cambios morfológicos y funcionales en el TGI, los

cuales pueden resultar en trastornos en el consumo de alimentos y alteraciones en la digestión, dificultando así que el animal satisfaga sus requerimientos de proteínas y energía y afectando su crecimiento inicial, este proceso de adaptación es más pronunciado durante la primera semana post destete, sin embargo, con el tiempo, el desarrollo del aparato digestivo se vuelve dependiente del consumo de alimentos sólidos. Los animales que consumen una mayor cantidad de alimento y, por ende, más energía, experimentan un mayor crecimiento en órganos importantes como el estómago, páncreas, intestino delgado e hígado, ya que estos órganos requieren aproximadamente el 50% de la energía total (Tércia et al., 2012).

Uno de los principales problemas de los lechones es su pH porque es de 4 a 5 esto ocasionando que haya poca secreción de enzimas digestivas en el intestino delgado esto provoca que la energía y los nutrientes no sean absorbidos evitando que el lechón tenga un rápido crecimiento o desarrollo. (Pedro, 2014), al brindarles una dieta alta en proteínas y al ellos no ser capaces de digerirlas por falta de enzimas comienza haber una fermentación bacteriana en los intestinos, que hará que el pH intestinal aumente teniendo un efecto negativo causando la proliferación de patógenos y producción de amoníaco lo que esto es irritante, lo cual hará que los lechones sean más susceptibles a enfermedades gastrointestinales como es la diarrea (Daniel et al., 2014).

Aunque la ingesta de pienso estimula el desarrollo del sistema digestivo en general, hay un desequilibrio en el tamaño del estómago, el estómago es demasiado pequeño en comparación con el desarrollo del resto del tracto gastrointestinal, lo que limita el consumo de alimento por parte del lechón, esto hace que, a pesar de la capacidad para consumir pienso, el tamaño del estómago podría ser un factor limitante en la cantidad de alimento que pueden ingerir los lechones después del destete. (Rafael, 1990). Los cambios en la mucosa intestinal después del destete, como la atrofia de las vellosidades y la hiperplasia de las criptas, tienen un impacto significativo en la capacidad de digestión y absorción de nutrientes en los lechones, la reducción en la altura de las vellosidades debido a la pérdida de enterocitos, células clave en la absorción de nutrientes, puede conducir a una disminución drástica en la eficiencia de absorción, lo que contribuye a la disminución general de la salud intestinal, estos

cambios histológicos pueden predisponer a los lechones a desarrollar diarrea pos destete, una condición común que afecta su salud y bienestar en esta etapa crítica de su desarrollo (Elizabeth et al., 2023).

Los lechones que son destetados deben estar en instalaciones favorables para ellos, donde la temperatura, la humedad, la ventilación, no sea un factor de estrés o una fuente de contaminación, de igual manera la densidad de población es importante también, para evitar peleas entre ellos, debe tener cada corral suficiente comederos y bebederos para que no exista jerarquización entre los mismos en una lucha por obtener alimento, contar con una excelente limpieza y desinfección de las instalaciones es necesario para evitar la proliferación de agentes patógenos que puedan causar algún tipo de enfermedad infecciosa (Cuellar, 2022).

2.6. Tipos de estrés en lechones destetados

El estrés social se refiere al cambio de lugar para el lechón destetado donde se encontrara con cerdos de diferentes camadas los cuales al no conocerse comienzan a jerarquizar debido a ello los lechones más débiles con bajo de peso pueden tener mayor impacto por lo mismo se recomienda mantenerlos distraídos implementando objetos en los corrales (cadenas, llantas, etc.), por otra manera también sufren de lesiones por la costumbre de trompear para amamantarse pero esta ocasión lo hacen entre ellos (Daniel et al., 2014).

Estrés medio ambiental, se manifiesta al separar al lechón de madre en el cual se lleva a un lugar desconocido para ellos, por ende reconocer y tener que acostumbrarse a un nuevo sitio donde pueden intervenir factores como el clima, cambios de temperatura, humedad, luz, ventilación, el número de lechones en el corral, los comederos, bebederos porque esto último no lleguen a ser suficientes tendrá como consecuencia la competencia por el alimento en donde muchos de ellos no comerán lo suficiente y la camada se jerarquizará y habrá variaciones significativas de los pesos (Daniel et al., 2014).

Estrés nutricional, la separación del lechón de la madre causa una elevada liberación de cortisona (hormona reguladora del estrés) provocando que el consumo de alimento disminuya de igual manera las vellosidades del epitelio intestinal, la cual cumplen una las funciones de la absorción de los nutrientes(Daniel et al., 2014).

2.7. El tracto gastrointestinal después del destete

En el momento que los lechones son destetados y comienzan a ingerir una alimentación solida el tracto gastrointestinal (TGI) empieza a tener cambios anatómicos, bioquímicos, fisiológicos e inmunológicos esto tiene mayor repercusión en la primera semana post destete, este cumple con muchas funciones, unas de las cuales son digerir alimentos, absorber nutrientes y electrolitos, pero también cumple funciones vitales como lo menciona Bautista Marín et al, (2023):

- **Mantenimiento del equilibrio de líquidos corporales:** ayuda a regular la cantidad de líquidos en el cuerpo de los lechones, contribuyendo al equilibrio hídrico necesario para su salud y funcionamiento adecuado.
- **Secreción de enzimas digestivas, mucinas e inmunoglobulinas:** produce y secreta una variedad de sustancias, como enzimas digestivas para descomponer los alimentos, mucinas para lubricar y proteger las paredes del tracto gastrointestinal, y también inmunoglobulinas que forman parte del sistema inmunológico y ayudan a combatir infecciones.
- **Función de barrera contra patógenos y antígenos nocivos:** actúa como una barrera, impidiendo que los patógenos y sustancias nocivas entren al cuerpo de los lechones a través de los alimentos ingeridos.
- **Órgano neuroendocrino:** también funciona como un órgano que comunica y coordina actividades con el sistema nervioso y endocrino, esta comunicación constante con el cerebro y otros sistemas del cuerpo le permite al TGI integrar una variedad de estímulos, como la presencia de alimentos, factores psicológicos y ambientales, y responder adecuadamente a ellos.

- Sensibilidad al estrés: el TGI es muy sensible a diferentes formas de estrés, lo que significa que factores como el estrés psicológico, cambios ambientales y desafíos de salud pueden afectar su funcionamiento y la salud general de los lechones

Las bacterias intestinales tienen mucho efecto en el desarrollo del animal por lo que existen 2 tipos de ellas, se encuentran las que producen efectos negativos como: diarrea, infección, daño hepático, carcinogénesis, y putrefacción intestinal, por otro lado tenemos a las bacterias que son las que causan efectos benéficos como: estimulación del sistema inmune de manera no inflamatoria, disminución de los problemas de distensión de gases, buena digestión y absorción de nutrientes, producción de ácidos grasos volátiles y contribuir en la síntesis de proteínas (Jonh et al., 2015)

La etapa del destete, resulta ser uno de los principales problemas a los que el lechón se debe enfrentar, ellos tienen un alto requerimiento de energía para que puedan llevar a cabo correctamente sus procesos fisiológicos y a su vez el desarrollo de su sistema inmune, debido a la corta edad de los lechones el TGI de los mismos no se encuentra completamente desarrollado, por lo que, al cambiarles de una dieta líquida a una sólida se comienzan a presentar problemas digestivos, ya que, en su alimentación los niveles de proteína (que son altos) no pueden ser digeridos por falta de enzimas, por lo mismo, los lechones pueden llegar a tener problemas digestivos como lo es la anorexia, diarreas y en muchos de los casos subnutrición, teniendo como consecuencia el lento desarrollo de los animales. (Tércia et al., 2010)

La cerda durante la lactancia brinda a los lechones su alimentación (leche) para su desarrollo cubriendo sus requerimientos, la leche que ellos ingieren consta de 30% proteína, 35% grasa y 25% lactosa sobre materia seca (20%), en las primeras 3 semanas de vida puede digerir el lechón los azúcares de la leche debido a la secreción de lactasa quien transformara la lactosa en glucosa y galactosa, lo cual es la única

fuerza de energía que puede recibir el lechón en esa etapa debido a que no se puede agregar sacarosa ya que no es digerible por el animal por falta de la enzima sacarasa (Rafael, 1990). En el momento del destete las vellosidades del intestino se reducen, las cuales tendrán como consecuencia que la actividad enzimática del intestino disminuya, por lo cual, la digestión de los nutrientes se verá afectada, la modificación de la dieta hacia azúcares de origen vegetal y proteínas de soja puede tener impactos negativos en la acidez estomacal, afectando la eficacia de la digestión, además, el tamaño pequeño del estómago contribuye a que se sature rápidamente con el pienso, lo que dificulta la digestión de la proteína, grandes cantidades de pienso pueden obstaculizar la digestión y resultar en la eliminación de proteínas sin absorber, estos fenómenos pueden llevar a alteraciones intestinales, ya que las proteínas no digeridas, junto con péptidos, aminoácidos y azúcares, pasan al intestino sin una adecuada digestión, la presencia de proteínas no digeridas pueden interferir con la acción de enzimas específicas en el intestino, lo que posiblemente provocará la proliferación de capas enteras patógenas de E. Coli en el intestino grueso (Rafael, 1990).

2.8. Probiótico

La palabra probiótico fue usado por primera vez por Lilly y Stillwell, que hace referencia a una sustancia de microorganismos vivos benéficos que intervienen en la microbiota intestinal con respuesta los animales tienen un mejor desarrollo (Adelfo, 2001), son definidos como productos que están compuestos por un tipo de microorganismo que en población es lo suficientemente grande, el cual por una colonización hace que la microbiota del TGI se altere y cause un efecto positivo en el hospedero (Tércia et al., 2010)

Los probióticos son los sucesores de los antibióticos (el uso de estos hacia que las bacterias benéficas murieran al igual que las patógenas), lo cual hace que la salud intestinal se vea beneficiada, esto debido a que las bacterias benéficas incrementan, por ende, disminuyendo el crecimiento y proliferación de bacterias patógenas que causan enfermedades digestivas, logrando con esto una mejora en la productividad del cerdo (Elizabeth et al., 2023). Pero el uso de estos están basadas a las normas

legales esto con el propósito de evitar algún tipo de daño al consumidor (Jonh et al., 2015).

Estos productos ofrecen una protección ante síndromes diarreicos, al tener una acción inhibitoria sobre toxinas provocadas por agentes entero patógenos, producción de bacteriocinas, ácidos orgánicos que hacen que el crecimiento de patógenos y no patógenos no se lleve a cabo, así mismo, refuerzan la inmunidad mucosal, esto debido a que hay un aumento de niveles secretores de IgA (Miranda et al., 2017), tienen como ventaja lograr que la microbiota intestinal del lechón se encuentre en equilibrio, que los epitelios intestinales no sean dañados o que disminuyan, ayudando a tener una mejor absorción de los alimentos ingeridos, logra una maduración de los tejidos, así mismo, con esto se obtiene una disminución en las incidencias de diarreas cuando se utiliza algún tipo de probiótico en su alimentación, ayudan a regular la microbiota intestinal por lo que las bacterias patógenas (que son las causantes de problemas intestinales y así mismo la disminución del crecimiento de los animales) tienden a decaer y las bacterias benéficas tienen un impulso (Tércia et al., 2010), al utilizarlos se logra que los ácidos grasos aumenten por lo mismo tendremos un aumento de energía por lo que nos ayudara en el desarrollo de las células epiteliales las mismas que harán que se tenga un incremento de longitud de las microvellosidades del intestino delgado que contribuirán a que exista una mayor absorción de nutrientes lo que ocasionara un mejor rendimiento productivo del animal (Serrano et al., 2007)

2.9. Producto probiótico "toyocerin"

Toyocerin, es un probiótico que contiene microorganismos (*Bacillus toyonensis*), cuya función principal es la de mantener en equilibrio la microbiota intestinal, ayudando a que exista una mayor eficiencia en la digestión y absorción de los nutrientes que son brindados a los animales por medio de su alimentación, con el objetivo de mejorar el desarrollo de los mismos, pero para que esto funcione las acciones específicas son las siguientes:

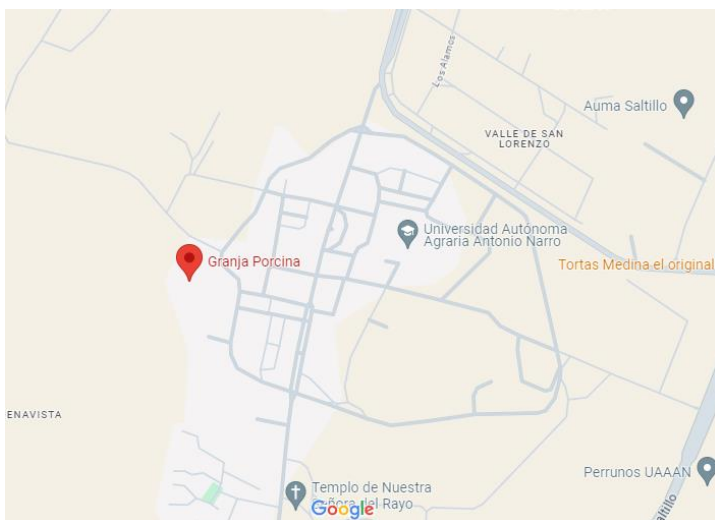
Optimización de la producción de ácidos grasos de cadena corta en el tracto gastrointestinal y la promoción del desarrollo de las microvellosidades tienen un impacto significativo en la salud y el rendimiento animal, al mejorar la superficie de

absorción intestinal y facilitar el transporte de nutrientes como la glucosa y los dipéptidos, se mejora la eficiencia alimentaria y se maximiza la utilización de los nutrientes en el animal. Además, la estimulación de enzimas digestivas y la producción de enzimas adicionales fortalecen la capacidad del animal para descomponer y absorber los nutrientes de manera más efectiva, el uso de esta estrategia de optimización puede resultar en una mejora general en el rendimiento, la salud y la eficiencia de la producción animal (Rubinum, 2022a).

De acuerdo a los resultados obtenidos por (Blanch, 2010) se demostró que al utilizar Toyocerin en la dieta de los cerdos al destete hay un efecto benéfico en la salud intestinal por lo que incrementa el número de lactobacilos y bifidobacterias (bacterias benéficas para el intestino que ayudan absorber los nutrientes y eliminar bacterias negativas)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la granja porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buena vista, Saltillo, Coahuila con coordenadas: 25°21'10'' latitud norte y 101°1'52'' longitud oeste, y una altitud de 1783 msnm (Google Maps, 2024), el proyecto se inició el día lunes 24 de abril de 2023 y se concluyó el jueves 8 de junio de 2023, en abril presenta una temperatura media anual de 19 °C, en mayo de 21°C y en junio de 22 °C (Spark, 2024), en esta zona se presenta un clima cálido y templado, en donde la temperatura media anual es de 16.4 °C, con una precipitación de 610 mm (Data, 2024).



Google Maps 2024

3.1. Descripción de alojamiento

Los animales se alojaron por grupos de 8 individuos en donde los corrales median 3.65 metros de largo y 2.80 metros de ancho, en donde contaban con comederos de fierro con 1.80 metros de largo y 0.39 metros de ancho, de igual manera había bebederos de chupón a libre acceso con dimensiones de 9 x 8 x 20 cm. Los animales permanecieron en ese lugar los 45 días los mismo que tardo la evaluación en donde posteriormente son pasados a otros corrales.

3.2. Plan de alimentación

La dieta sólida que les proporciono es un alimento comercial (purina), esto les ofrecía dependiendo a su etapa y requerimientos, su alimento se repartía en 2 partes una en la mañana y otra en la tarde y esto se les iba incrementando dependiendo a la lectura de comedero, se ocupó la etapa de inicio hasta los 35 días después del destete, 3 días después se les mezclaba mitad de inicio y mitad de desarrollo para su transición, los otros 7 días se les cambio el alimento a la etapa de desarrollo, al grupo 1 solo se les suministraba el alimento, a los otros 3 grupos se les brindaba el alimento más aparte se le mezclaba con el probiótico (Toyocerin) pero esto solo era una vez al día, en el cual por cada individuo se le tenía que brindar medio gramo y en total por corral se

medían 4 gramos al día con una gramera digital (TH2010), en el cual por todo el experimento se ocupó 540 gramos del producto.

Cuadro 1. Cantidades bromatológicas del alimento comercial

Etapa	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Cenizas %	Fosforo %	Calcio %
Inicio	12	18	2.5	5	7.5	0.5	0.55
Desarrollo	12	15	1.5	10	8	0.45	0.65

Cuadro 2. Días en que los lechones fueron destetados por tratamiento con las cantidades de toyocerin que se les proporcionaba

Tratamientos	Toyocerin	Edad al destete
Testigos 1	0 g	46 días
Tratamiento 2	0.05 g	41 días
Tratamiento 3	0.05 g	36 días
Tratamiento 4	0.05 g	26 días

3.3. Selección de individuos

Se evaluaron 32 cerdos cruzados de la raza yorkshire x landrace x duroc al destete hasta los 45 días posteriores en donde se hicieron cuatro grupos de ocho individuos, cada grupo con diferentes edades al destete, el primer grupo que eran los testigos que tenían 46 días de edad, el segundo 41 días, el tercero 36 días y el cuarto 26 días, los grupos se lotificaron manteniendo los pesos similares y de la misma camada.

3.4. variables a evaluar

Los individuos de estudio desde el primer que se destetaron se pesaron con una báscula digital (Patagonia home) y se tomaron otras dos medidas con una cinta métrica (truper), para medir los índices de crecimiento, y posteriormente se pesaban y median cada 15 días, cabe mencionar que a partir del tercer peso se utilizó la báscula de la granja (nuevo león) debido a su incremento de peso ya que se facilitaba mejor su manejo y reducía el estrés.

En los tratamientos se tomaron varias medidas a evaluar las cuales fueron las siguientes:

1. Ganancia de peso en kg total, esta se tomó el peso que obtuvieron los 45 días que duro el experimento menos el peso al destete.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Ganancia final} - \text{Ganancia inicial}$$

2. Ganancia de altura en cm, se obtuvo de una resta que fue su altura que tuvieron en los 45 días menos la altura que tenían al ser destetados.

$$\text{Ganancia de altura} = \text{Altura final} - \text{Altura inicial}$$

3. Ganancia de largo del lomo, esta se obtuvo de una resta de la ganancia final menos la ganancia inicial

$$\text{Ganancia de largo del lomo} = \text{Largo del lomo final} - \text{Largo del lomo inicial}$$

3.5. Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de medidas repetidas en el tiempo donde se evaluaron las cuatro fechas de muestreo para cada variable (Ganancia de peso (kg), Altura (cm), Largo de lomo (cm)), del mismo modo se realizó un análisis de modelo lineal general univariante para cada una de las fechas de muestreo, posterior a los análisis antes mencionados se realizó un análisis de comparaciones múltiples de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa computacional estadístico IBM.SPSS 26, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ganancia de peso

El análisis de medidas repetidas en tiempo para la variable peso muestra que existe una diferencia entre cada uno de los tratamientos con el paso del tiempo ($F = 918.73$, g.l. = 3,84 $P = 0.00$), así como en la interacción fechas por tratamiento ($F = 8.45$, g.l. = 9,84 $P = 0.00$). El tratamiento tres fue el mejor de los tratamientos, con un peso de 18.41, seguido por el testigo, tratamiento dos y cuatro (15.93, 15.50, 11.22 respectivamente). En la siguiente figura se muestran cada uno de los tratamientos conforme el avance en las fechas del experimento.

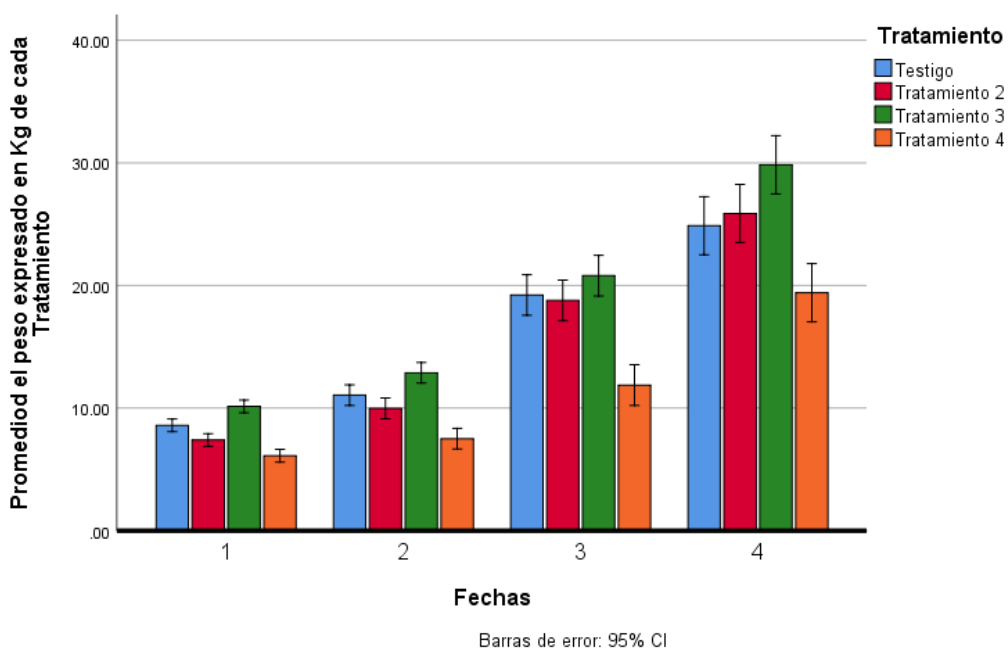


Figura 1 Evaluación de la ganancia peso de cada quince días por cada tratamiento.

En el cuadro 3 se puede observar el promedio del peso de cada uno de los tratamientos más menos la desviación estándar

Cuadro 3. Promedio de peso por tratamiento en cada una de las fechas de evaluación

Tratamientos	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4
Testigo 1	8.59 ± 1.26b	11.05 ± 1.94b	19.21 ± 3.23a	24.87 ± 4.54b
Tratamiento 2	7.39 ± 0.44c	9.97 ± 0.59b	18.78 ± 1.61a	25.87 ± 1.64ab
Tratamiento 3	10.14 ± 0.33a	12.87 ± 1.04a	20.80 ± 2.36a	29.84 ± 3.11a
Tratamiento 4	6.11 ± 0.37d	7.50 ± 0.47c	11.87 ± 1.51b	19.40 ± 3.12c

zMedias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$)

En los resultados obtenidos durante los 45 días de investigación se encontraron diferencias estadísticas significativas, por lo que el tratamiento 3 obtuvo mejores ganancias de peso con promedio de 29.84 ± 3.11 Kg, sin embargo, el tratamiento 4 fue el menor en obtener ganancia de peso teniendo un promedio de 19.40 ± 3.12 Kg debido a sus cortos días de destete; por otro lado, Carreño (2014) realizó una investigación donde desteto a los 26 días y con una duración de 21 días en su experimento, en el cual sus mejores resultados fue el tratamiento 2 (alimento normal + 0.05 de toyocerin) con una ganancia de 8.647 kg en el cual sus resultados fueron superiores a los que obtuvimos en el tratamiento 4 que también tuvieron un destete a los 26 días, factores que pudieron influir es que en su trabajo realizaron un alimento balanceado de acuerdo a sus requerimientos agregando aminoácidos y en el nuestro utilizamos alimento comercial; así mismo Villarraga & Cortes (2019) realizaron su investigación en la fase precebo, en un lapso de 32 días con resultados de $13,530 \pm 2,6878$ kg al hacer una comparación con el tratamiento 3 los resultados son similares a los de ellos; de igual manera Kantas et al., (2015) adquirieron resultados similares por lo que en 42 días su ganancia de peso promedio fue de 16.848 Kg al utilizar 500 mg kg^{-1} de dieta y 17.268 Kg al usar 1000 mg kg^{-1} de dieta.

4.2. Altura del individuo (Cruz a Pezuña) expresado en cm

El análisis de medidas repetidas en tiempo para la variable altura que fue medida de la pezuña a la altura de la cruz fue diferente con el paso del tiempo ($F = 700.0$, g.l. =3,84 $P = 0.00$), así como en la interacción fecha * tratamiento ($F = 10.42$, g.l. =9,84 $P = 0.00$). Los individuos que fueron evaluados con el tratamiento dos y tres fueron los que alcanzaron una mayor altura (34.37 y 33.87 cm respectivamente), seguidos por el

tratamiento testigo (32.12 cm) y por último el tratamiento cuatro con 26.87 cm. En la figura 2 se muestran cada uno de los tratamientos conforme avanza el experimento. En el cuadro 4 se puede observar el promedio de las alturas de cada uno de los tratamientos más menos la desviación estándar

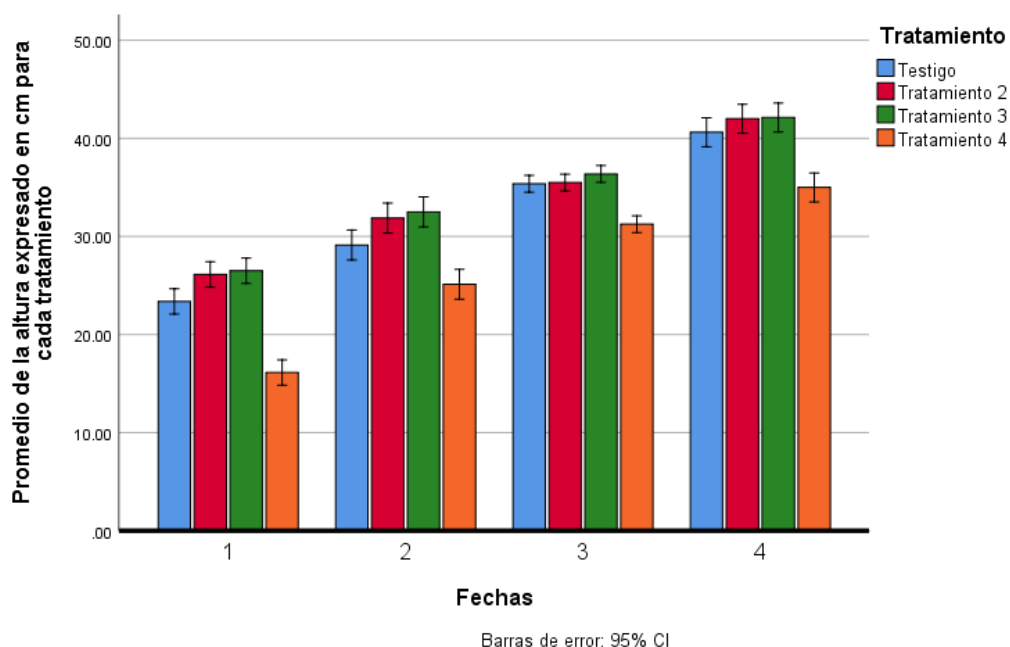


Figura 2. Evaluación de la altura para cada tratamiento

Cuadro 4. Promedio de las alturas por tratamiento en cada una de las fechas de evaluación

Tratamientos	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4
Testigo 1	23.27 ± 3.20 ^b	29.12 ± 2.41 ^b	35.37 ± 1.68 ^a	40.62 ± 3.33 ^a
Tratamiento 2	26.12 ± 0.83 ^a	31.87 ± 1.64 ^{ab}	35.50 ± 1.30 ^a	42.00 ± 1.30 ^a
Tratamiento 3	26.50 ± 0.92 ^a	32.50 ± 2.39 ^a	36.37 ± 0.74 ^a	42.12 ± 1.64 ^a
Tratamiento 4	16.12 ± 0.99 ^c	25.12 ± 1.88 ^c	31.25 ± 0.70 ^b	35.00 ± 1.06 ^b

^zMedias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$)

4.3. Largo del lomo (expresado en cm)

El largo del lomo fue diferente estadísticamente en cada una de las fechas ($F = 582.51$, g.l. = 3,84 $P = 0.00$), así como para la interacción fechas * tratamiento ($F = 15.41$, g.l. = 9,84 $P = 0.00$). El tratamiento tres fue el que desarrollo un mayor largo de lomo (46.28 cm), seguido por el tratamiento dos y el testigo (43.90 y 42.37 cm respectivamente), por último, el tratamiento que desarrollo un lomo más corto fue el tratamiento cuatro

(34.15 cm). En la siguiente figura se puede observar la media de cada uno de los tratamientos por fecha de evaluación.

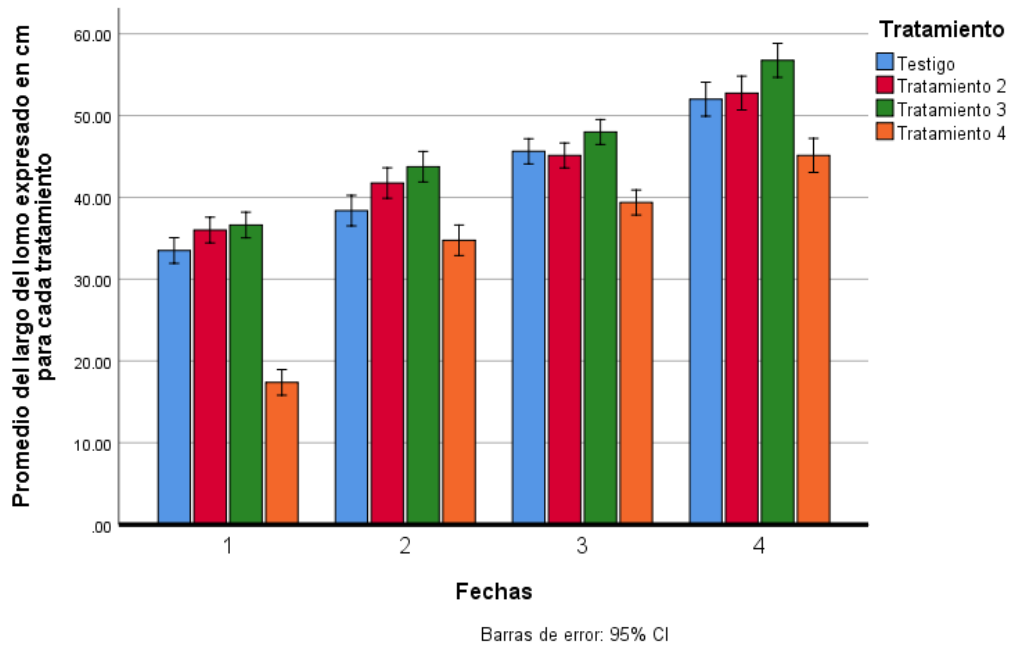


Figura 3. Evaluación del largo del lomo para cada tratamiento

En el cuadro 5 se puede observar el promedio del largo del lomo de cada uno de los tratamientos más menos la desviación estándar

Cuadro 5. Promedio del largo del lomo por tratamiento en cada una de las fechas de evaluación

Tratamientos	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4
Testigo 1	33.50 ± 3.07b	38.37 ± 3.77b	45.62 ± 2.55a	52.00 ± 3.92b
Tratamiento 2	36.00 ± 2.26ab	41.75 ± 2.86ab	45.12 ± 2.10a	52.75 ± 1.38b
Tratamiento 3	36.62 ± 0.74 ^a	43.75 ± 1.48a	48.00 ± 1.69a	56.75 ± 3.61a
Tratamiento 4	17.37 ± 1.92c	34.75 ± 1.38c	39.37 ± 1.99b	45.12 ± 1.55c

zMedias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey, P ≤ 0.05)

Respecto a los índices de crecimiento tanto altura y largo del lomo actualmente no se han hecho investigaciones donde midan estas variables, sin embargo, al realizar este trabajo de investigación se puede observar en el cuadro 2 y cuadro 3 que si hay

diferencias significativas, esto se debe a que el probiótico Toyocerin ayuda a la disminución de trastornos digestivos y reducción de bacterias patógenas, se logra mayor utilización del alimento brindado (Mccartney, 1992), por ende aumenta la digestibilidad de los nutrientes en el intestino, permitiendo una mejor absorción de proteínas, grasas y carbohidratos esenciales para el crecimiento, así mismo participa en la síntesis de vitaminas todo con la finalidad de maximizar su productividad (Rubinum, 2022b)

V. CONCLUSIÓN

La suplementación con el probiótico BT promueve el crecimiento y en rendimiento de los lechones al destete, con mayor peso y altura, es recomendable para los productores suplementar BT a los 36 días del destete para obtener mayores ganancias de peso, evitando con esto que los cerdos pasen por un periodo de estrés y tengan problemas gastrointestinales, del mismo modo, se recomienda que al tratamiento cuatro que fue destetado a los 26 días se lleve un seguimiento de estudio a más días, por lo que, llevaba un buen desarrollo solo que no se notó debido a que los demás tratamientos tenían más ventaja por los días que fueron destetados y este duro menos tiempo con su madre y a pesar de eso su ganancia de peso y sus índices de crecimientos eran buenos, por otro lado, también se recomienda hacer lotes sexados para ver si hay diferencias significativas entre machos y hembras.

VI. LITERATURA CITADA

- Adelfo, E. (2001). El potencial de la manipulación de la flora intestinal por medios dietéticos sobre la salud humana. In *Enfermedades Infecciosas y Microbiología* (Vol. 21, Issue 3, pp. 106–114).
- AGRARIA, E. (2017). 3° año ciclo básico agrario. In *DIRECCIÓN PROVINCIAL DE EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL*.
- Arturo, G., Diego, V., & Francisco, A. (2008). The Effect of the Diet and the Age of the Weaning. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 6(1), 32–41.
- Blanch. (2010). *Avances en la utilización de toyoi en Complementaria y compatibilidad con óxido de*. 1–4.
- Caicedo, W., Chinque, D., & Grefa, V. (2022). *Aditivos fitobióticos y su efecto en el desempeño productivo de cerdos*. 1–13.
- Carreño, J. (2014). Evaluación de cuatro niveles de *Lactobacillus cereus* variedad toyoi, como probiótico, en la performance de lechones destetados precozmente, en el distrito de Cerro Colorado, provincia y departamento Arequipa, 2013. *Tesis de Licenciatura UCSM*.
- Cuellar, J. (2022). *Importancia de la etapa de destete en lechones y estrategias de manejo*. Veterinaria Digital.
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-la-etapa-de-destete-en-los-lechones-y-estrategias-de-manejo/>
- Daniel, M., Patricia, R., Efraín, P., Roberto, M., Elein, H., & María, T. (2014). Stress factors in weaned piglet. *Veterinaria Mexico OA*, 45, 37–51.
- Data, C. (2024). *Clima saltillo*. 1–6. <https://es.climate-data.org/americadel-norte/mexico/coahuila-de-zaragoza/salttillo-4988/>
- Elizabeth, B., Teresita, H., Gerardo, M., Jose, G., Christian, N., Konisgmar, E., & Tércia, R. (2023). Asociación entre el destete, la salud intestinal de lechones destetados y el consumo de dietas con probióticos y concentrado de proteína de papa. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 31(2), 115–137.
<https://doi.org/10.53588/alpa.310201>
- Francisco, A., & Elizabeth, R. (2023). Los sistemas de producción porcino en México. *BM Editores*.

- Gerardo, M. (2018). *Porcicultura en México a través del tiempo*.
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/porcicultura-en-mexico-a-traves-del-tiempo/>
- Holman, D. B., Gzyl, K. E., Mou, K. T., & Allen, H. K. (2021). Weaning Age and Its Effect on the Development of the Swine Gut Microbiome and Resistome. *MSystems*, 6(6).
<https://doi.org/10.1128/msystems.00682-21>
- INTA, & INATEC. (2010). *Manejo Sanitario Eficiente de los Cerdos*.
www.fao.org
- INTAGRI. (2019). Sistemas de producción porcina. Serie ganadera. *Artículos Técnicos INTAGRI*.
<https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/sistemas-de-produccion-porcina#:~:text=En América Latina%2C la industria,y artesanal o de traspatio.>
- Jonh, G., William, N., & Elvis, D. (2015). Probióticos en cerdos: resultados contradictorios. *Biosalud*, 14(1), 81–90.
<https://doi.org/10.17151/biosa.2015.14.1.9>
- José, C., Álvaro, C., & José, L. (2015). La nutrición del lechón en relación con los puntos críticos en el destete. *DSM Nutritional Products Iberia S.A.*
- Kantas, D., Papatsiros, V. G., Tassis, P. D., Giavasis, I., Bouki, P., & Tzika, E. D. (2015). A feed additive containing *Bacillus toyonensis* (Toyocerin®) protects against enteric pathogens in post weaning piglets. *J Appl Microbiol*. <https://doi.org/10.1111/jam.12729>
- Luis, C. (1984). *Principales razas porcinas y cruzamientos*.
- Marcuello, E., & Blanch, A. (2011). Aplicación del probiótico Toyocerin® en alimentación de cerdas reproductoras. *Andersen, S.A.*, 1–4.
- Mccartney, E. (1992). *Bacillus toyoi* : La biorregulación rentable. *Andersen S.A.*
- Miranda, J. E., Marín, A., Baño, D., & Hidalgo, L. (2017). Efecto de dos preparados probiótico sobre los parámetros productivos y reducción de diarreas en cerdos pre y post destete. *APORTE SANTIAGUINO*, 10(1), 143. <https://doi.org/10.32911/as.2017.v10.n1.190>
- Pascual. (2010). Effects of dietary inclusion of Toyocerin® (*Bacillus*

- cereus var. toyoi) on performance, health and faecal nitrogen excretion in growing rabbits. *Rubinum S.A*, 1–4.
- Pedro, U. (2014). Manejo nutricional de la diarrea post-destete. *CIAP*, 1–7.
- Pérez, R., Lopez, M., Erick, B., Antonio, G., Rafael, R., & Ruy, O. (2014). *Efecto del suero de leche como complemento de la dieta sobre el crecimiento de las vellocidades intestinales y el peso de lechones en la etapa de 6 a 20 kg.*
- Rafael, G. (1990). Aspectos fisiológicos de destete en el lechón. *Trouw Ibérica, S. A*, 9.
http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_mg/mg_1990_10_90_27_36.pdf
- Rubinum. (2022a). TOYOCERIN (ficha tecnica). In *Rubinum*.
<https://nutrinews.com/producto/toyocerin/>
- Rubinum. (2022b). *Toyocerin en producción animal : la experiencia es un +.* <https://nutrinews.com/toyocerin-en-produccion-animal-la-experiencia-es-un/?reload=yes>
- SADER. (2016). *Cerdos miniatura, de la granja a la casa.*
- SADER. (2020). *El cerdo, base culinaria en México.*
- SADER, & SENASICA. (2022). *Panorama actual de la carne de porcino en canal en México.*
- SAGARPA. (2017). *Sistema de producción porcina.*
<https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-superior-de-apatzingan/programacion-movil/sistema-de-produccion-porcina/65861794>
- SENASICA. (2019). *Estudio para determinar el impacto Económico de la PPC en México.*
- Serrano, P., Cembrero, P., Gómez, E., & Láinez, M. (2007). Microbiota gastrointestinal y utilización de probióticos en lechones en transición. *Nutrición*, 30–41.
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:yYXzLrsMT9MJ:https://www.archivo-anaporc.com/app/download/7235466511/40_NUTRICION1.pdf%3Ft%3D1524587072+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx

- SIAP. (2021). *Porcino*. https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/
- SIAP. (2022). Porcino Población ganadera. In *Tabasco* (Vol. 265).
- Spark, W. (2024). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Saltillo México*. <https://es.weatherspark.com/y/4706/Clima-promedio-en-Saltillo-México-durante-todo-el-año>
- Tércia, R., Gerardo, M., & Konisgmar, E. (2010). Algunos factores fisiológicos y nutricionales que afectan la incidencia de diarreas posdestete en lechones. In *Vet. Méx* (Vol. 41, Issue 4).
- Tércia, R., Gerardo, M., Konisgmar, E., Araceli, A., & Aline, M. (2012). Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Vet. Méx*, 43.
- Vilá. (2010). Reduction of Salmonella enterica var. Enteritidis colonization and invasion by Bacillus cereus var. toyoi inclusion in poultry feed. *Rubinum S.A*, 2–5.
- Villarraga, L., & Cortes, F. (2019). EVALUACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN CERDOS SUPLEMENTADOS CON BACILLUS CEREUS VARIEDAD TOYOI EN LA FASE DE PRECEBOS LUIS. *Tesis de Licenciatura UCC*, 1–45.