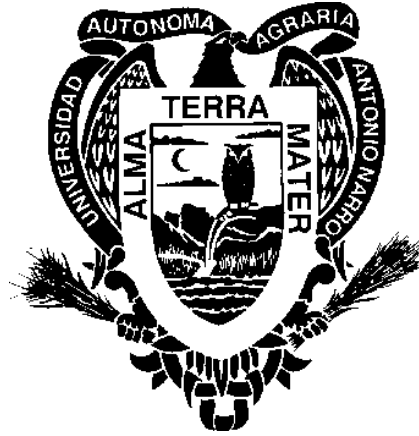


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DEL PROBIÓTICO *Bacillus toyonensis* EN EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LECHONES MACHO Y HEMBRA

Por:

**ALMA ROSA ALVAREZ CRUZ**

TESIS

Presentada como requisito para obtener el  
título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO  
ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVESIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DEL PROBIÓTICO *Bacillus toyonensis* EN EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LECHONES MACHOS Y HEMBRAS

POR:

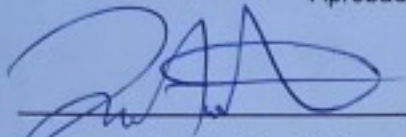
Alma Rosa Álvarez Cruz

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el comité de asesores:



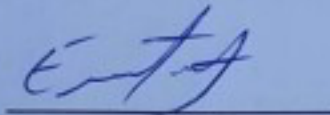
Dr. Juan Antonio Núñez Colima

Asesor Principal



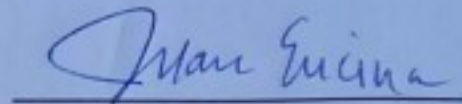
Dr. Juan Antonio Granados Montelongo

Codirector



Mc. Ernesto Torres García

Asesor



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

Asesor

---

MC. Pedro Carrillo López

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México.

Junio, 2025

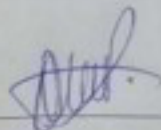
## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

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 son citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (autor 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 estos 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



---

ALMA ROSA ALVARERZ CRUZ

## DEDICATORIAS

### **A Dios**

Por ser la guía en cada paso, por darme las fuerzas en cada momento difícil y por iluminar mi vida con su amor infinito.

### **A mis papás, Araceli Cruz Fuentes y Juan Álvarez Cruz**

Por ser los padres más maravillosos que Dios me pudo haber dado, gracias por su apoyo incondicional y por siempre motivarme a superarme sin su amor y guía, nada de esto habría sido posible. Gracias por cada sacrificio, por todo su amor incondicional y por ser mi fuerza en los momentos difíciles. Ustedes creyeron en mí incluso cuando yo dudaba, me enseñaron el valor del esfuerzo y me acompañaron en cada paso de este camino y esta meta alcanzada es fruto de su entrega, su apoyo constante y todo lo que han hecho por mí, este logro es tan suyo como mío, los amo profundamente.

### **A mi hermano Fernando Álvarez Cruz**

Por ser mi compañero de vida, mi apoyo constante y estar para mí cuando más lo necesito, gracias por estar a mi lado en cada paso de este camino, por tus consejos, por tu paciencia, tus regaños y por nunca dejarme caer.

### **A mi sobrina Dolores Álvarez Salas**

Por ser mi gran fuente de alegría y motivación, tu sonrisa y tu amor han sido de mis mayores fortalezas en este largo camino, eres lo más importante que tengo en mi vida, y culminar esta gran etapa de mi vida es también por ti y para ti mi pequeña cabecita de coco.

### **A mi abuela Benita Cruz Guerrero.**

Que desde el cielo ha sido mi ángel guardián, aunque físicamente no está aquí, su amor, sus enseñanzas han sido parte fundamental en mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

**A mi querida Alma Mater**, por haberme brindado la oportunidad de formarme como Ingeniera Agrónoma Zootecnista, por permitirme adquirir los conocimientos y valores que hoy me acompañan en esta nueva etapa, gracias por hacerme parte de una generación comprometida con el bienestar animal. Me llevo con orgullo no solo el título, sino también la identidad de haber sido forjada entre aulas, experiencias que marcaron mi vida.

**A Francisco Javier Álvarez García**, Por haber estado presente en los momentos más difíciles de mi vida, gracias por tu compañía, tu comprensión y el apoyo que me has brindado cuando más lo necesito, aunque nuestros caminos hayan tomado rumbos distintos, valoro profundamente lo que compartimos y todo lo que me has atortorado en mi crecimiento personal y académico.

**A mi gran amigo, Iván Coronado Guzmán**, Gracias por ser mi mejor amistad de toda la carrera, gracias por estar ahí en cada momento. Quiero que sepas una cosa que jamás voy a olvidar, cómo me apoyaste con mi tesis, incluso cuando el tema era justo lo que menos te gustaba: los cerdos. Aun así, estuviste ahí, ayudándome, escuchando, sin quejarte (mucho). Sé que no era lo tuyo, y por eso lo valoro el doble, gracias por demostrarme lo que significa una verdadera amistad: estar, apoyar y compartir, incluso cuando el tema huele raro (literal). Siempre voy a agradecer tu paciencia, tu humor, y tu corazón tan grande. Esta tesis también lleva tu nombre, aunque los cerdos sigan sin caerte bien

**A mis amigos, Edgar Ramírez Rosales, Yeudiel Licono Romero**, Gracias amigos por ser una parte invaluable de esta etapa, por estar siempre presentes y por compartir conmigo no solo los retos, sino también las risas que hicieron más llevadero el camino, gracias por cada momento, cada conversación, cada apoyo y cada carcajada que llenó de alegría mi paso por la universidad

**A mis Roomies Alma Hernández Estrella y Andrea Hermenegildo,** Gracias por compartir conmigo no solo un espacio, sino también por este poco tiempo que estuvieron en esta etapa tan importante de mi vida, por las charlas interminables en la cocina por las noches y por convertir la casita de Williams en un lugar en un verdadero hogar.

**A mi asesor, Dr. Juan Antonio Núñez Colima,** Gracias por su apoyo, paciencia y orientación no solo fueron clave para el desarrollo de esta tesis, sino también para que pudiera descubrir de lo que realmente soy capaz, agradezco profundamente cada consejo, cada enseñanza y su constante impulso a seguir adelante, su acompañamiento marcó una diferencia en mi formación tanto académica como personal.

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b> .....	9
<b>Abstract</b> .....	10
<b>I INTRODUCCIÓN.</b> .....	11
1.1 Justificación .....	12
1.2 Objetivos Generales .....	13
1.3 Objetivos Específicos.....	13
1.4 Hipótesis .....	13
2.1 Actividad de la Porcicultura en México .....	14
2.2 Sistemas de Producción en México.....	14
2.2.1 Sistema Tecnificado .....	14
2.2.2 Sistema Semi-Tecnificado.....	15
2.2.3 Sistema de Traspatio .....	16
2.3 Principales Razas en México.....	17
2.3.1 Duroc.....	17
2.3.2 Pietrain .....	17
2.3.3 Landrace .....	17
2.3.4 Yorkshire .....	18
2.3.5 Hampshire .....	18
2.4 Tipos de Destete.....	19
2.4.1 Destete ultra precoz. ....	20
2.4.2 Destete precoz .....	20
2.4.3 Destete funcional.....	20
2.4.4 Destete tradicional.....	21
2.5 Condiciones fisiológicas del lechón después del destete .....	21
2.6 Factores estresantes en el lechón .....	24
2.7 Castración en lechones .....	24
2.8 Estrés.....	25
2.8.1 Tipos de Estrés .....	26
2.9 Desarrollo de los órganos digestivos antes del destete .....	27
2.10 Probióticos .....	29
2.11 Probiótico Toyocerin .....	30

III	Materiales y Métodos .....	30
3.3	Selección de individuos .....	31
3.1	Descripción de agrupación de los animales.....	31
3.2	Plan de alimentación.....	32
3.4	Variables a evaluar .....	33
3.5	Análisis estadístico .....	33
<b>IV</b>	<b>Resultados y discusión.</b> .....	<b>33</b>
4.1	Pesos.....	33
4.2	Ancho del Lomo.....	35
<b>V</b>	<b>Conclusión.</b> .....	<b>38</b>
<b>V.I</b>	<b>Literatura Citada.</b> .....	<b>39</b>

### **Tabla de Ilustraciones**

Ilustración 1	Ubicación de la Universidad .....	31
---------------	-----------------------------------	----

### **Tabla de Cuadros**

Cuadro 1	Diferentes tratamientos aplicados a los lechones. ....	32
Cuadro 2	Promedio $\pm$ la desviación estándar de los pesos semanales de cada tratamiento durante un lapso de seis semanas.....	33
Cuadro 3	Promedio de la condición $\pm$ desviación estándar del ancho del lomo de cada tratamiento durante seis semanas. ....	36

## Resumen

El destete, una etapa crítica para los lechones debido a los cambios en dieta, ambiente y separación de la madre, que pueden ocasionar estrés, pérdida de peso, diarreas y mortalidad. El *Bacillus toyonensis*, ha demostrado tener un efecto positivo en la salud intestinal y en la ganancia de peso de diversas especies animales, son pocos los estudios que analicen sus efectos diferenciados en lechones según su sexo. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del probiótico *Bacillus toyonensis* (comercializado como Toyocerin) en el crecimiento y desarrollo de lechones machos y hembras durante las etapas de preinicio y destete. El estudio se realizó en la Granja Porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizando 24 lechones divididos por sexo y tratamiento, se realizó un análisis de medidas repetidas en el tiempo para observar el efecto del probiótico en machos y en hembras. El *Bacillus toyonensis* es una alternativa efectiva para fortalecer la salud digestiva, prevenir trastornos gastrointestinales y favorecer el crecimiento de los lechones, recomendando su uso en dietas preiniciadoras como estrategia de mejora productiva.

Palabras claves: Lechones, destete, ganancia de peso, ancho del lomo, probiótico, Toyocerin.

## **Abstract**

Weaning is a critical stage for piglets due to changes in diet, environment, and separation from the mother, which can cause stress, weight loss, diarrhea, and mortality. *Bacillus toyonensis* has been shown to have a positive effect on intestinal health and weight gain in various animal species; few studies analyze its differential effects on piglets according to sex. The objective of this study was to evaluate the effect of the probiotic *Bacillus toyonensis* (marketed as Toyocerin) on the growth and development of male and female piglets during the pre-start and weaning stages. The study was conducted at the Pig Farm of the Antonio Narro Autonomous Agrarian University, using 24 piglets divided by sex and treatment. A repeated measures analysis was performed over time to observe the effect of the probiotic in males and females. *Bacillus toyonensis* is an effective alternative for strengthening digestive health, preventing gastrointestinal disorders, and promoting piglet growth. Its use in pre-starter diets is recommended as a strategy for improving productivity.

**Keywords:** Piglets, weaning, weight gain, loin width, probiotic, Toyocerin.

## I INTRODUCCIÓN.

La porcicultura es un componente esencial para la economía social, la actividad de crianza y comercialización de los porcinos impulsa un gran progreso en diferentes regiones del país (INAES, 2018), en México se existen tres tipos de sistemas de producción de carne porcina: la tecnificada, semitecnificada y de traspatio, para el año 2022 se registró un inventario que supero a los 18 millones de cerdos con una producción que superó los 1.4 millones de toneladas de carne anual, el 77 % de la producción nacional se distribuye en los siguientes estados Jalisco, Sonora, Puebla, Yucatán, Veracruz y Guanajuato (SENASICA, 2022). En México, la carne de cerdo ocupa el segundo lugar en consumo, siendo superada únicamente por la de pollo, el sector porcino contribuye con el 6.9 % de la producción pecuaria a nivel nacional, a nivel global, México se ocupa la posición 15 como productor de carne de cerdo, según datos de (SENASICA , 2019).

La fase del destete presenta una de las etapas más delicada para los lechones, dado que enfrentan cambios significativos en su alimentación y dinámicas sociales, lo que impacta en su bienestar psicológico, así como en el funcionamiento de su tracto gastrointestinal, aumentando su susceptibilidad a enfermedades (Bautista Marin & Hijuitl, 2023), para abordar estos desafíos, se han utilizan probióticos; productos que contienen una cantidad considerable de microorganismos específicos, estos microorganismos colonizan el tracto gastrointestinal, modificando la microbiota y generando beneficios en el organismo hospedador (Tercia, 2010).

Los suplementos alimenticios son productos creados para enriquecer la alimentación habitual de los animales, ya sea para suministrar nutrientes adicionales, corregir deficiencias nutricionales o respaldar funciones particulares del organismo, dependiendo de su objetivo puede incluir vitaminas, minerales, aminoácidos o hasta ácidos grasos indispensables u

otros componentes nutricionales, los cuales pueden ser presentados en forma de comprimidos , polvos, líquidos o incluso integrados en el alimento principal (ARQUIMEA, 2022).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han establecido que los probióticos son seres vivos que al ser administrados en cantidades correctas, aportan beneficios para la salud del hospedero (FAO, 2021), un ejemplo de probiótico empleado durante el destete en cerdos es Toyocerin, que contiene *Bacillus toyonensis*, este probiótico tiene como objetivo balancear la flora bacteriana intestinal, optimizando la digestión y la absorción de nutrientes, lo que favorece el desarrollo adecuado de los animales (Rubium, 2022a). Existen estudios como los de Villarraga y Cortés (2019) donde se han confirmado los beneficios de incluir Toyocerin en la dieta de los lechones, del mismo modo Carreño (2014) también demostró diferencias significativas en el aumento de peso en animales tratados con este probiótico en comparación con los grupos control.

### 1.1 Justificación

Durante el destete, los lechones suelen disminuir su ingesta de alimento debido a la adaptación al consumo de alimento sólido, lo que puede generar una pérdida de peso y problemas gastrointestinales, para disminuir esta problemática se han estado implementado diversas estrategias como la de Caicedo & Chinque (2022) que evaluaron el uso de fitobióticos comerciales, los cuales promueven el crecimiento y la ganancia de peso, mejoran la eficiencia de la conversión alimenticia, reducen la presencia de diarreas posdestete y optimizan las características de la canal, del mismo modo Pérez & Lopez (2014) reportaron el efecto del suero de leche en lechones durante el destete, observando que este favorece el desarrollo de las vellosidades del intestino delgado, lo que contribuye positivamente a su crecimiento y desarrollo general.

Diversos estudios han investigado el uso de *Bacillus toyonensis* (BT) en especies como conejos, aves y cerdos, los resultados obtenidos en distintas fases del desarrollo animal han evidenciado beneficios significativos, como la mejora en la salud general, el fortalecimiento del sistema inmunológico y un aumento en la productividad, no obstante, aún no se dispone de información específica relacionada con su efecto durante las etapas de preinicio y destete (Pinheiro, 2007).

A pesar de lo anterior son pocos los estudios donde se evaluó el uso de *Bacillus toyonensis* en lechones (Pinheiro, 2007), se han realizado investigaciones; sobre la aplicación de probióticos en diferentes especies de monogástricos, así como distintos criterios a evaluar, anteriormente se había realizado un estudio donde se realizó donde se utilizaron lechones, sin embargo, solo se evaluó el efecto del probiótico dejando de lado la distinción entre machos y hembras (Romero Alarcon, 2024), por ende el objetivo de este estudio es separar por sexo y verificar si existe o no alguna diferencia.

### **1.2 Objetivos Generales**

Evaluar el efecto del BT sobre el crecimiento y desarrollo de lechones machos y hembras, destetados a distintas edades.

### **1.3 Objetivos Específicos**

- Analizar el peso semanal y ancho del lomo durante la etapa de preinicio y destete en 24 lechones suplementados con *Bacillus Toyonensis* en alimento Preiniciador e Iniciador.
- Determinar si existen diferencias entre sexos en la respuesta al BT.

### **1.4 Hipótesis**

- Los lechos que fueron suplementados con Toyocerin podrían lograr un incremento superior en el peso corporal.

## **II Revisión de Literatura**

## **2.1 Actividad de la Porcicultura en México**

La actividad de la porcicultura en México se originó en el siglo XVI, cuando fue introducida por los españoles en zonas de Asia y Europa, sin embargo, México carecía de un control sobre la producción, debido a la ausencia de este, fue como dio lugar a la aparición de cerdos criollos, los cuales se expandieron a nivel global (Mayoral Garcia, 2018).

Durante las décadas de 1940 y 1960, la cría de cerdos en México se convirtió en una de las fuentes más significativas de carne (Mayoral Garcia, 2018). En México la porcicultura mostraba una tendencia muy favorable, lo cual provocó una inversión significativa y con esto hubo un incremento anual en el número de productores, la porcicultura ha experimentado un crecimiento, siendo una actividad relevante para el país (Mayoral Garcia, 2018)

En 2019, el país tenía un inventario de 18.4 millones de cabezas de ganado porcino con valor estimado de 57,165 millones de pesos, de este inventario se originó una producción de carne de 1.6 millones de toneladas con valor cercano a 73,032 millones de pesos (SENASICA , 2019). Del año 1980 al 2019, el inventario nacional de ganado porcino experimento un crecimiento de 8.7 % con un promedio anual de 0.21 %, mientras que la producción de carne experimento un aumento del 28.0 %, con un promedio anual de 0.63 %, la producción porcina se realiza en casi todos los estados del país, destacándose Jalisco, Sonora, Puebla y Yucatán como las principales regiones. En 2019, estos estados concentraron el 47.8 % del inventario porcino y generaron el 60.5 % de la producción total de carne de cerdo en México (SENASICA, 2019).

## **2.2 Sistemas de Producción en México.**

### **2.2.1 Sistema Tecnificado**

El sistema tecnificado comprende del 40-50 % del total de existencia en México, así como el 75 % de la elaboración interna de carne porcina, en este modelo la tecnología es un elemento fundamental, complementado por

medidas de higiene, control de enfermedades, reproducción asistida, genética, y el cuidado de los animales las granjas tecnificadas son esenciales en la producción global de carne de mejor calidad, debido a que implementan sistemas de calidad y técnicas eficaces que mejoran la inocuidad del producto, estas medidas contribuyen a disminuir los peligros para la salud de los animal y las personas, abordando aspectos como la sanidad animal, seguridad alimentaria, el cumplimiento de estándares ambientales y el bienestar animal, estos atributos, cada vez más apreciados por los consumidores, se han convertido en criterios esenciales en los procesos de producción, fortaleciendo la confianza en el producto final (INTAGRI, 2019).

El desarrollo del sistema tecnificado ha tenido lugar principalmente en los estados líderes en producción porcina, como Puebla, Estado de México, Sinaloa, Guanajuato, Veracruz Jalisco, Yucatán y Sonora, este enfoque prioriza la segmentación de los animales según su etapa de desarrollo, lo que ayuda a prevenir el hacinamiento y las jerarquías, reduciendo así el estrés, además, estas granjas operan con un ciclo completo, siendo autosuficientes y evitando la introducción de animales externos, lo que disminuye el riesgo de propagación de enfermedades (SENASICA , 2019).

### 2.2.2 Sistema Semi-Tecnificado

En el sistema Semi-tecnificado los recursos disponibles no son suficientes para implementar tecnologías avanzadas, la sanidad no está completamente controlada, y la cantidad de animales que se crían es menor, lo que limita la producción y como resultado se ofrece solo a nivel local o regional (SENASICA , 2019), sin embargo a pesar de representar el 20 % de la producción nacional, estos sistemas cuentan con poca tecnología debido a limitaciones económicas (SENASICA , 2019).

La reproducción se realiza en muchos casos, mediante monta natural, y solo ocasionalmente se recurre a la inseminación artificial, las medidas

zoosanitarias no se aplican de manera estricta, lo que frecuentemente conduce a la difusión de enfermedades, además, se gestionan múltiples líneas genéticas, y el bienestar animal no es una primordial, lo que incrementa los problemas relacionados con el estrés en los animales (INTAGRI, 2019).

### 2.2.3 Sistema de Traspatio

Este sistema de traspatio representa el 30 % de la producción del país, este método no aprovecha completamente la implementación de tecnologías, por lo tanto, la bioseguridad no es un elemento crucial, a menudo se emplea este sistemas como un medio de subsistencia, donde la población de animales es reducida, no existen líneas genéticas, y suelen hallarse generalmente en áreas rurales, en corrales construidos en los patios de las viviendas (INTAGRI, 2019).

Los animales disponibles en este sistema tienen una diversa calidad genética, lo que favorece la presencia de camadas con escasos un números de lechones, el índice de conversión alimentaria es inferior que en las granjas tecnificadas (Pesado & Rodriguez, 2023), las particularidades de este sistemas dependen de la familia y de los recursos disponibles, incluyendo residuos de la cocina, de la agricultura y algunos recursos externos, como escamochas industriales, frecuentemente utilizadas en las instalaciones de producción próximas a las grandes ciudades, también es común la utilización de sobrantes de pan, sémola de trigo, chips de maíz duros, masa fermentada, y restos de frutas y verduras, entre otras, la nutrición de los animales se lleva a cabo de forma manual, sin horarios establecidos ni cantidades precisas, y las decisiones son tomadas por la familia, en este sistema solo se realiza monta directa dejando por un lado la inseminación artificial (SENASICA , 2019).

## **2.3 Principales Razas en México**

Durante el siglo XX inicio la importación de razas porcinas como Duroc y Poland China en México (Mayoral Garcia, 2018).

### **2.3.1 Duroc**

Esta raza proviene de Estados Unidos, se caracteriza por su color rojo, aunque a veces puede presentar tonalidades que oscilan desde un amarillo claro hasta un rojo cereza oscuro (Castillo, 1984), fue oficialmente reconocida como raza en 1882, se distingue por su alta eficiencia alimenticia, ya que produce alrededor de 395 gramos de carne por cada kilogramo de alimento ingerido, además, los cerdos Duroc poseen una tasa de incremento diario de peso que puede llegar hasta los 950 gramos, también es reconocida por su elevada prolificidad y se utiliza frecuentemente en programas de cruzamiento (INTA & INATC, 2010).

### **2.3.2 Pietrain**

La raza pietrain es el resultado de múltiples cruzamientos, procedentes de Bélgica en 1920, se distingue por un perfil cóncavo y orejas de tipo asiático, con una capa blanca y amarilloso, con extensas manchas irregulares de color negra y a veces rojizas, presentan un elevado desempeño en cortes magros y su porción de grasa en canal es bajo (FAO & OMS, 2010), es considerada raza paterna especializada como macho finalizador, su desarrollo es lento y representa limitaciones en los resultados reproductivos, aunque sus índices de conversión son competitivos (FAO, 2010).

### **2.3.3 Landrace**

Es la primera raza mejorada a través de técnicas científicas, procedente de Dinamarca en los años 1870 a 1915, a nivel mundial es una de las razas más escogidas debido a su conformación magra y excelente rendimiento productivo, se distingue por tener piel blanca con tonalidades rosadas, un tórax poco profundo y una destacada precocidad, las cerdas son suaves, sin pigmentaciones y una notable conformación mamaria que favorece la lactancia, la cabeza es ligeramente alargada, fina y poco compacta con perfil

recto o subcóncavo, sus orejas son grandes y están orientadas hacia adelante, sin cubrir completamente la visión, su tronco es muy alargado ya que posee un par de costillas más que las otras razas, lo que le proporciona una mayor capacidad corporal, además esta raza es reconocida por su elevada su prolificidad con un promedio de 11 a 13 crías por parto y su comportamiento es demasiado dócil, las extremidades posteriores están adecuadamente bien desarrolladas con jamones magros y compactos, debido a estas características disminuye la habilidad para adaptarse a diferentes medios debido a la exposición al sol, el peso adulto oscila los 300 kg en hembras, mientras que el peso adulto en machos ronda los 400 kg (FAO, 2010).

#### 2.3.4 Yorkshire

Esta raza es proveniente del condado de York en Gran Bretaña en 1866, también se le llama Large White, surgió a partir de cruces entre cerdos nativos y cerdos de China y Siam, es altamente conocida por su gran capacidad de adaptación en distintos países, aunque es sensible a la exposición al sol, un rasgo característico es su piel rosada, fina y despigmentada, con una cabeza de tamaño medio, un perfil cóncavo, un hocico ancho, orejas medianas que se orientan hacia adelante, y un tórax largo y profundo, su dorso es ligeramente convexo, amplio y musculosos, esta raza es productora de carne, representando entre el 53 y 54 % de su peso total, además de producir un buen tocino (FAO, 2010). Las hembras tienen una excelente prolificidad, con 10 a 11 lechones por parto, son muy buenas madres, con un rápido crecimiento durante la lactancia, gracias a estas características, la raza Large White, junto con la raza Landrace, es una de las más utilizadas para la formación de líneas maternas (FAO, 2010).

#### 2.3.5 Hampshire

La raza Hampshire tiene su origen en Inglaterra, aunque fue desarrollada principalmente en Estados Unidos donde se consolidaron sus cualidades de adaptabilidad y rusticidad, fue reconocida oficialmente como raza en el año

1850 (INTA & INATC, 2010), esta raza se distingue por su tono color negro con una característica franja blanca que atraviesa la espalda y se extiende a lo largo de las patas delanteras, a pesar de que suelen ser de tamaño más reducido que otras razas, las hembras de Hampshire son extremadamente prolíficas y demuestran habilidades maternas, con una probabilidad media que oscila entre 8.2 lechones por camada, asimismo, los cerdos de raza Hampshire destacan por su alta ganancia diaria de peso, que puede llegar a los 900 gramos, y por su eficiente conversión alimenticia, produciendo cerca de 386 gramos de carne por cada kilo de alimento ingerido (SAGARPA, 2017), esta raza consigue incrementar sus pesos que varía según las condiciones en las que se cría, bajo condiciones óptimas puede alcanzar una ganancia de peso diaria de entre 600 y 700 g, pero con una dieta de excelente calidad este valor puede llegar a oscilar entre 700 a 900 g por día, una de las características más destacadas de la raza Hampshire es su capacidad para producir carne magra, con un bajo contenido de grasa y en términos de peso adulto, los machos pueden llegar a alcanzar hasta 400 kg, mientras que las hembras suelen llegar a un promedio de 320 kg (INTA & INATC, 2010).

#### 2.4 Tipos de Destete

La etapa de destete se considera un problema grave para los lechones y simboliza la fase necesaria en su vida, este es un momento que afecta su crecimiento y desarrollo en el futuro de los lechones y puede describirse simplemente como un momento de separación de los lechones de la cerda, este evento es considerado por parte de la granja de cerdos como un evento estratégico, cuya programación y requisitos están determinados por cálculos técnicos relacionados con la planificación productiva (Rodríguez, 2016).

En la etapa de post destete, diversos factores afectan la supervivencia del lechón, entre ellos su elevada sensibilidad a sufrir enfermedades digestivas e intolerancia, esto requiere comprender la digestión, la inmunidad, la nutrición

y la adaptación a los lechones (Cabrera & Jungst, 2010).

#### 2.4.1 Destete ultra precoz.

Este método de destete se lleva a cabo en cerdos con un periodo menor a 21 días y que tienen un peso vivo de cuatro y cinco kilogramos, con este método se obtiene cierta economía de espacio, lo que conlleva a disminuir el tiempo de ocupación de la paridera, sin embargo los cerdos sufren más problemas después del destete y de igual manera la cerda presenta una baja fecundidad después del destete, debido a que el útero aún no ha completado el tiempo de involución, por estas razones su uso es poco frecuente, además en algunos países las normativas de bienestar animal prohíben los tiempos de destete menor a los 21 días (Sanchez, 2004).

#### 2.4.2 Destete precoz

Este se aplica en los lechones que tienen entre 21 y 28 días de edad, con pesos que varía de seis a ocho kilogramos, actualmente este método es común en los sistemas de producción de granjas porcícolas intensivas, gracias a los avances en nutrición e infraestructura, los cuales han permitido una mejor adaptación de los lechones a la alimentación sólida a temprana edad, para implementar este sistema de manera efectiva e fundamental contar con instalaciones adecuadas, así como con mano de obra especializada, gracias a este método se logra obtener un mayor número de lechones por cerda al año para facilitar la transición (Sanchez, 2004).

#### 2.4.3 Destete funcional

Este tipo de sistema consiste en destetar a los lechones cuando tienen 42 días de edad, alcanzando ocho y 12 kg de peso vivo, esto facilita al lechón para que se acople con facilidad a los alimentos sólidos, lo que resulta en animales bien desarrollados, hasta hace unos años, este era el método más común en las producciones porcinas intensivas, aunque en la actualidad su uso se ha reducido considerablemente (Sanchez, 2004).

#### 2.4.4 Destete tradicional.

El destete tradicional se realiza cuando los lechones alcanzan entre 56 y 60 días de vida, con un peso vivo que va de 25 a 30 kilogramos, este sistema genera un número reducido de lechones por cerda al año, debido a que se logra apenas un promedio de 1.84 partos anuales, el periodo de lactancia prolongado reduce las reservas de energía de la cerda, lo que afecta su condición corporal y provoca un retraso en el celo después del destete, una menor tasa de ovulación y, en consecuencia, una prolificidad reducida, este método no es común en las explotaciones porcinas intensivas convencionales, pero todavía se emplea en algunos sistemas alternativos ecológicos y en granjas tradicionales las cuales son dedicadas a la cría de cerdos criollos (Sanchez, 2004).

### **2.5 Condiciones fisiológicas del lechón después del destete**

Las condiciones fisiológicas de los lechones durante la fase posterior al destete son determinadas por factores como lo es el entorno, su genotipo, las estrategias de alimentos empleadas y la edad a la que se realizó el destete, estos aspectos están estrechamente relacionados con el estrés psicológico y comportamental que experimenta el animal (de Lange & J. Pluske, 2010)

Las dos primeras semanas tras el destete suelen ser las más cruciales para los lechones, dado que su sistema digestivo no es lo bastante adecuado para poder dirigir los nutrientes proporcionados, por ende, durante este periodo es más probable que los lechones se enfrenten a desordenes gastrointestinales (Tercia, 2010).

La mezcla de estos cambios estructurales y fisiológicos durante el proceso del destete causa en los lechones un bajo consumo voluntario de alimento, un crecimiento limitado o incluso pérdida de peso (Argote, 2010). En algunos

casos, también se presentan diarrea y problemas de salud que pueden provocar la muerte, esta ralentización del crecimiento suele durar hasta aproximadamente 14 días después del destete, presentando una ganancia de peso que oscila entre un 25 % y un 40 % en comparación con los lechones que continúan junto a su madre (Argote, 2010).

Las inmunoglobulinas que son proporcionadas por la madre a través del calostro, en las primeras horas de vida del lechón van disminuyendo el efecto conforme van pasando las horas o días (según el tipo), por otro lado, mientras que el destete que va de los 14 a 21 días provoca que en los lechones incremente su susceptibilidad a bacterias patogénicas y por ende pueden provocar diarreas u otras enfermedades, la inmunoglobulina "A" continua dentro de la leche materna, la cual contribuye a la protección de la pared del intestino delgado, impidiendo la aparición de patógenos, pero cuando los lechones se expulsan temprano, esta resistencia también se elimina, lo que los hace más susceptibles a las bacterias principalmente *E.Coli* (Duran Gimenez, 1990).

Los lechones disponen de dos rutas principales de comunicación entre su cuerpo y el ambiente externo: las vías respiratorias y el sistema digestivo, las vías digestiva son los principales accesos para agentes patógenos, esto se debe a que los lechones consumen alimentos, agua e incluso, en ocasiones, heces u objetos que encuentren a su alcance ahí es donde el epitelio del intestino delgado juega un papel crucial al actuar como una barrera que identifica y bloquea el acceso de patógenos y antígenos al organismo (Contreras & Calderon, 2015).

Unas de las repercusiones del destete en lechones se encuentra la aparición de anorexia, reduciendo la ganancia de pesos diaria y diarreas que en muchos de los casos puede provocar , por esta razón, es crucial la alimentación que se les brinda para minimizar estos problemas y garantizar un adecuado crecimiento, durante varios años, el uso de antibióticos se consolidó como una

estrategia clave para preservar la salud y la supervivencia de los lechones; no obstante, su utilización ha generado controversia debido a los riesgos potenciales que representa para el consumidor, lo que ha llevado a su restricción o prohibición en diversas regiones (Bautista Marin & Hijuitl, 2023).

Una de los principales problemáticas que existen en los lechones es su pH ya que va de cuatro a cinco lo que causa una baja secreción de enzimas digestivas en el intestino delgado, esto ocasiona la adecuada simulación de la energía y los nutrientes, lo que a su vez afecta la capacidad del lechón para absorberlos, lo que es esencial para un rápido crecimiento y desarrollo (Urriola, 2014), al proporcionarles un alto contenido de proteínas, y debido a que carecen de las enzimas necesarias para digerirlas, se produce una fermentación bacteriana en los intestinos, lo cual provocara un aumento en el pH del intestino lo que provocara la proliferación de patógenos y la generación de amoniaco lo que resulta irritante, esto provocara que los lechones sean más propensos a sufrir enfermedades gastrointestinales como lo es la diarrea (Mota, Roldan, & Perez, 2014).

Los lechones destetados deben estar en un ambiente favorable, factores como la temperatura, humedad y ventilación tienen que ser controlados para evitar el estrés y reducir el riesgo de contaminación, además, es crucial mantener una densidad de población adecuada para prevenir conflictos entre ellos, los corrales deben estar equipados con suficientes comederos y bebederos para garantizar que todos los lechones puedan acceder al alimento y al agua sin competir, evitando la formación de jerarquías, también es esencial mantener un alto estándar de desinfección y de limpieza en las instalaciones para prevenirla proliferación de patógenos y posibles enfermedades infecciosas (Cuellar, 2022).

## **2.6 Factores estresantes en el lechón**

El destete provoca una reacción de estrés intensa debido a las variaciones sociales, ambientales y nutricionales a las que se enfrentan los lechones (Moberg & Mench, 2000) describe al destete como un estímulo que es provocado por el estrés (hambre, sed, dolor, condiciones climáticas, etc), que altera la homeostasis del organismo, frecuentemente con consecuencias dañinas en el metabolismo, el estrés provoca modificaciones en el comportamiento y en el organismo, desencadenando respuestas fisiológicas como el incremento del ritmo cardíaco y respiratorio en las que participan el sistema nervioso autónomo, el sistema inmunológico y el sistema endocrino (Alonso & Ramirez, 2007).

## **2.7 Castración en lechones**

La castración quirúrgica de lechones machos durante las primeras semanas de vida es una práctica común en muchas granjas de nuestro país, cuyo propósito es disminuir el olor sexual de la carne, este procedimiento implica realizar normalmente dos cortes en el escroto, el cual requiere la utilización de un instrumento afilado (como un bisturí), para separar los testículos de los tejidos circundantes y seccionarlos a nivel del cordón espermático. De acuerdo con el Farm Animal Welfare Education Centre (2013), llevar a cabo esta intervención sin el uso de anestesia o analgésicos se considera una práctica dolorosa y estresante, como lo demuestran diversas reacciones fisiológicas y conductuales que indican claramente la presencia de dolor y estrés cita (Farm Animal Welfare Education Center, 2023).

Una investigación realizada durante el período de lactancia, muestra que los lechones que son castrados al día cinco de edad presentan una menor tasa de crecimiento hasta el destete en comparación a los que son castrados a los 14 días de edad, esto indica que realizar la castración en una etapa muy

temprana de la lactancia interrumpe el proceso natural de amamantamiento del lechón (McGlone & M, 1988).

En una investigación parecida, Douet & Hartsock (1995) no hallaron alguna variación en la tasa de crecimiento de los lechones castrados entre el primero y décimo día de vida, estos resultados aunque obtenidos en condiciones experimentales limitadas, concuerdan con la experiencia práctica acumulada por técnicos y responsables de la granja porcina, esto sugiere que la castración de los machos lactantes resulta ser más efectiva cuando se realiza hacia la mitad del periodo de lactancia, es decir, entre los cuatro y 14 días de edad.

La castración en lechones después del tercer día de vida permite asegurar la ingesta de calostro y establecer un orden en sus tetas con una mínima interrupción durante sus primeros días de vida, además este intervalo adicional favorece el descenso completo de los testículos al escroto y facilita la identificación temprana de lechones con riesgo de hernia escrotal, lo que posibilita su intervención oportuna (Day, 2002).

## **2.8 Estrés**

El destete al igual que el nacimiento conlleva una serie de cambios significativos como lo es la modificación de la dieta, separación de la madre e interacción con otros animales que determinaran un orden jerárquico (Day, 2002), además, el organismo saludable suele recuperar un equilibrio fisiológico interno (homeostasis); cuando este organismo es sometido a estímulos externos, éste suele reaccionar para recuperar el equilibrio a este proceso se le conoce como respuesta de estrés (Day, 2002)

Day (2002) describió el estrés como la reacción fisiológica, psicológica y conductual de un ser vivo frente a varios agentes perjudiciales de origen físico o químico, los cuales se conocen como factores estresantes dependiendo de la habilidad del lechón para adaptarse a estos cambios, el estrés influirá de

manera variada en su bienestar en sus diferentes fases fisiológicas y se manifestará en sus parámetros productivos.

### 2.8.1 Tipos de Estrés

El estrés social ocurre cuando los lechones destetados son trasladados a un nuevo espacio e interactúan con otros de distintas camadas, al no conocerse empiezan a establecer una jerarquía social, lo que puede afectar especialmente a los lechones más pequeños o de menor peso los cuales son los más vulnerables, para reducir este estrés es recomendable proporcionar elementos distractores en los corrales, como cadenas o llantas además, los lechones pueden desarrollar el hábito de succionar entre ellos imitando el comportamiento de lactancia, lo que puede ocasionar lesiones (Mota, Roldan, & Perez, 2014).

El estrés ambiental se presenta cuando los lechones son distanciados de su madre y son trasladados a un entorno desconocido en este proceso, deben adaptarse a un nuevo espacio en el que inciden elementos como el clima, variaciones de temperatura, ventilación, iluminación, humedad, cantidad de animales que se encuentran en el corral, así como la disponibilidad de comederos y bebederos, si estos últimos son insuficientes, suelen generar competencia por el alimento, lo que provoca que algunos lechones no consuman lo necesario y por ende habrá una jerarquización dentro de la camada y en diferencias notables respecto al peso corporal entre los animales (Mota, Roldan, & Perez, 2014).

El estrés nutricional ocurre cuando el lechón es separado de su madre, lo cual provoca una liberación elevada de cortisona, una hormona que está relacionada con la regulación del estrés, este proceso genera una disminución respecto al consumo de alimento y afecta las vellosidades del epitelio intestinal, las cuales son esenciales para la absorción de nutrientes (Mota, Roldan, & Perez, 2014).

## **2.9 Desarrollo de los órganos digestivos antes del destete**

La maduración funcional del Tracto Gastrointestinal (TGI) depende de las interacciones de diversos factores como el desarrollo intrínseco del organismo, reloj biológico, mecanismos regulación y genética, las razas consideradas "magras" poseen un TGI más desarrollado en comparación con las razas obesas, además factores ambientales como la nutrición, la presencia de factores de crecimiento, poliamidas, compuestos antinutricionales y la microbiota intestinal también influyen significativamente en dicho desarrollo, en comparación con otras especies, el desarrollo del TGI en cerdos experimenta un desarrollo limitado durante la etapa fetal, pero se intensifica tras el nacimiento con un aumento notable en su longitud, diámetro y peso en los primeros días de vida, este crecimiento se acelera con el destete, y el TGI alcanza su madurez funcional alrededor de las 12 semanas de vida (Mota, Roldan, & Perez, 2014).

Desde su nacimiento hasta las seis semanas de vida, el lechón logra incrementar su peso 7.5 veces durante este periodo cada órgano experimenta cambios significativos, por ejemplo, el páncreas incrementa su peso absoluto hasta 12 veces, y su desarrollo está estrechamente vinculado a la ingesta de alimentos, ya sea a través del calostro o de alimentos sólidos, este órgano desempeña un papel esencial para la supervivencia fuera del útero, las enzimas pancreáticas que llegan al intestino son cruciales para la descomposición de los macronutrientes tras el parto (Tercia, 2010).

Cuando los lechones son recién nacidos, el páncreas experimenta un rápido desarrollo, con un aumento del 50-80 % en su peso absoluto durante las primeras horas de ingesta de calostro, evidenciando su dependencia de la estimulación enteral para el desarrollo, en el día tres de vida, su peso absoluto se incrementa entre un 100 y 130%, superando el aumento del peso corporal total del animal (Tercia, 2010).

La fase del destete representa uno de los retos más significativos a los que el lechón se debe enfrentar, ya que requiere una gran demanda de energía para que pueda realizar adecuadamente sus procesos fisiológicos y favorecer el desarrollo de su sistema inmunológico, sin embargo, a su corta edad su Tracto Gastrointestinal (TGI) aún no ha alcanzado una madurez completa, por ende, el cambio de una dieta líquida a una sólida representa un desafío significativo para su capacidad digestiva, empiezan a aparecer problemáticas debido a los elevados niveles de proteína no pueden ser digeridos y la falta de enzimas necesarias para su digestión, algunos lechones pueden desarrollar trastornos digestivos como anorexia, diarrea y, en muchos casos, desnutrición, lo que conlleva un retraso en su crecimiento (Tercia, 2010).

Durante la lactancia, la cerda proporciona a los lechones la leche necesaria para optimizar su desarrollo, satisfaciendo las necesidades y requerimientos nutricionales, la leche que consumen contiene, en materia seca (20 %), 30% de proteína, 35% de grasa y 25% de lactosa, a lo largo de las primeras tres semanas de vida, los lechones suelen digerir los azúcares presentes en la leche gracias a la lactasa, una enzima que logra convertir la lactosa en glucosa y galactosa, que contribuyen su único recurso energético durante esta etapa, no se puede añadir sacarosa a su dieta, ya que carecen de la enzima sacarasa para digerirla (Duran Gimenez, 1990).

Durante el destete, las vellosidades intestinales se disminuyen, lo que reduce la actividad enzimática en el intestino afectando la digestión de los nutrientes, el cambio a una alimentación centrada en azúcares provenientes de fuentes vegetales y proteínas de soya puede alterar la acidez del estómago, reduciendo la eficacia de la digestión, el estómago pequeño de los lechones se llena rápidamente con pienso (alimento concentrado), lo que dificulta la digestión de las proteínas, cuando se consumen grandes cantidades de alimento, parte de las proteínas no son digeridas y son eliminadas sin ser absorbidas, estas proteínas que no son digeridas, además péptidos, aminoácidos y azúcares, pueden pasar al intestino, donde interfieren con la

actividad de enzimas específicas, lo que puede optimizar el desarrollo de bacterias patógenas, como ciertas cepas de *E. coli*, en el intestino grueso, lo que podría provocar alteraciones intestinales (Duran Gimenez, 1990).

## **2.10 Probióticos**

El término *probiótico* fue utilizado por primera vez por Lilly & Stillwell (1965), lo cual hace referencia a la composición de microorganismos vivos beneficiosos que participan en la flora intestinal lo que contribuye a un mejor desarrollo de los animales (Escalante Lozada, 2001), mientras que los probióticos, según la FAO & OMS (2010) se definen como una combinación de microorganismos vivos que, cuando son suministrados en proporciones correctas aportan o producen efectos beneficiosos para la salud del huésped, además, es crucial mencionar que estos microorganismos no sean patógenos y tampoco generen efectos adversos, además, deben mostrar resistencia a procesos culinarios, a la acidez del estómago, a la alcalinidad del duodeno y a la acción de la bilis. También deben presentar baja permeabilidad intestinal y tener la capacidad de colonizar el intestino, adhiriéndose a su mucosa para evitar ser eliminados por el tránsito intestinal, lo que les permite permanecer en el organismo el mayor tiempo posible (FAO, 2010).

Estos productos brindan protección contra síndromes diarreicos gracias a su capacidad para inhibir toxinas generadas por agentes enteros patógenos, producir bacteriocinas y ácidos orgánicos, los cuales impiden el desarrollo de patógenos y bacterias no deseadas, además fortalecen la inmunidad mucosal al aumentar los niveles de IgA secretora, una de sus principales ventajas es que ayudan a mantener el equilibrio de la flora intestinal en los lechones, protegiendo los epitelios intestinales y reduciendo los daños en ellos. Esto ayuda a mejorar la absorción de nutrientes, favoreciendo la maduración de los tejidos y disminuyendo la incidencia de diarreas cuando se incorporan probióticos en la dieta (Miranda & Hidalgo, 2017).

## 2.11 Probiótico Toyocerin

Es un probiótico basado de *Bacillus toyonensis* con una amplia bibliografía científica que evidencia su eficacia en diversas especies y fases, su principal función es mantener la flora intestinal equilibrada, contribuyendo a una digestión y absorción más eficiente de los nutrientes en la dieta de los animales, con el objetivo de potenciar su crecimiento (Rubium, 2022a).

Según los resultados reportados por Blanch (2010), la inclusión de Toyocerin en los lechones en el destete tiene un efecto positivo en la salud intestinal, este probiótico favorece un aumento en la población de lactobacilos y bifidobacterias, microorganismos beneficiosos que ayudan a mejorar la absorción de nutrientes y contribuyen a eliminar bacterias perjudiciales del intestino, de igual manera Vila (2010) uso *Bacillus Toyonensis* en aves, lo uso para la prevalencia de Salmonella.

### III Materiales y Métodos

La etapa experimental se desarrolló del 14 de febrero de 2024 al día 30 de marzo de 2024, en la Granja Porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las coordenadas 25°21'10" de latitud norte y 101°1'52" de longitud oeste, a una altitud de 1783 metros sobre el nivel del mar (Google Maps, 2024).



*Ilustración 1 Ubicación de la Universidad*

### **3.3 Selección de individuos**

Se realizó la evaluación en 24 lechones de la raza yorkshire x landrace x duroc de los cuales fueron usados 12 individuos machos y 12 individuos hembras para cada tratamiento, todos de la misma edad, se realizaron seis grupos de cuatro individuos dividiendo machos y hembras cada grupo con animales de la misma edad, estos grupos se mantuvieron así una vez iniciando el estudio en el cual el primer estudio se realizó en la etapa de lactancia la cual tienen una duración de 35, después de ese periodo de días pasaron a la etapa de destete.

### **3.1 Descripción de agrupación de los animales**

Los animales se dividieron en seis grupos cada uno con cuatro individuos (machos y hembras) durante 35 días los lechones estuvieron en la sala de maternidad en la cual eran jaulas de metal de tres metros de largo y 1.7 metros

de ancho, después estuvieron 15 días en la sala de destete en donde los corrales tienen una longitud de 3.65 metros de largo y una anchura de 2.80 metros, en donde disponían de comederos elaborados de material de fierro con 1.80 metros de longitud y 0.39 metros de anchura, así como bebederos de chupón a libre acceso con medidas de 9 x 8 x 20 cm.

### 3.2 Plan de alimentación

Los animales consumieron leche materna como alimento líquido durante 35 días, a partir del día 13, se les ofreció una dieta sólida de preinicio (Purina), mezclada con 0.5 gramos de probiótico Toyocerin por lechón al día, una vez destetados se sometieron a una dieta sólida en la cual se les proporciono alimento comercial (purina iniciador), se les proporcionaba dependiendo de su etapa y requerimientos, su alimentación constaba de dos partes una en la mañana y otra en la tarde, se les proporcionaba el alimento más la cantidad de probiótico (Toyocerin) pero esto solo se realizaba una vez al día, al cual por cada individuo se le tenía que proporcionar medio gramo.

En el cuadro 1 se muestra cada uno de los tratamientos, así como las diferentes fechas en las que se aplicó *Bacillus toyonensis* con nombre comercial Toyocerin, la dosis utilizada fue 0.05 mg por individuo.

Cuadro 1 Diferentes tratamientos aplicados a los lechones.

Tratamientos	Procedimiento	Tiempo de duración aplicado en cada tratamiento aplicado.
1	Alimento durante la lactancia (preinicio) + <i>Bacillus Toyonensis</i> .	15 días
2	Alimento durante el destete (iniciador)+ <i>Bacillus Toyonensis</i> .	15 días
3	Alimento (Testigo)	15 días

### 3.4 Variables a evaluar

Peso Corporal fue evaluado semanalmente con una báscula digital de la marca Grane scale, mientras que para el ancho del lomo se utilizó una cinta métrica.

### 3.5 Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis de medidas repetidas en el tiempo donde se evaluaron las seis fechas de muestreo correspondiente a cada variable (Ganancia de peso (kg)), Ancho del lomo (cm), posterior a los análisis se ejecutó un análisis de comparaciones múltiples de medias de Tukey. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa computacional estadístico IBM.SPSS 26, con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .

## IV Resultados y discusión.

### 4.1 Pesos

El tiempo influye estadísticamente ( $F= 329.96$ , g.l.= 5,90,  $P < 0.00$ ), en el peso de los individuos, así como en la interacción semanas por tratamientos ( $F= 1.680$ , g.l.= 25,90,  $P < 0.040$ ). El H\_T2 fue el que mayor incremento tuvo con un peso de 11.3 kg, seguido por el H\_T1 y H\_T2 (10.4 y 9.6 kg respectivamente), en el cuadro 2 se muestra cada uno de los tratamientos respectivamente con las semanas del estudio.

*Cuadro 2 Promedio  $\pm$  la desviación estándar de los pesos semanales de cada tratamiento durante un lapso de seis semanas.*

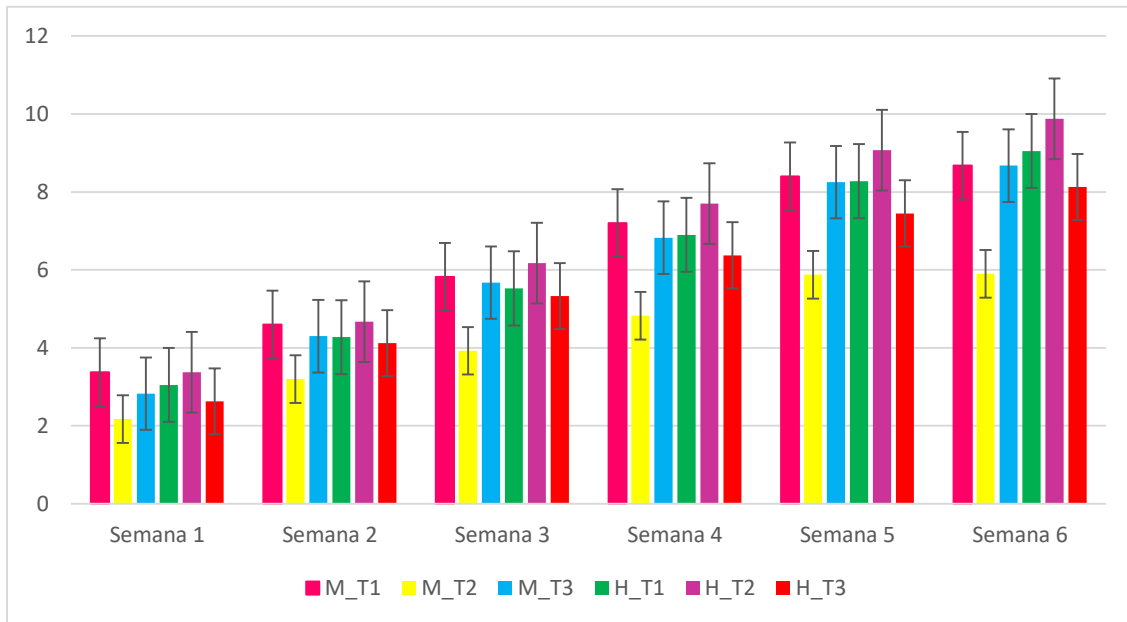
Tratamiento	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6
M_T1	3.37 $\pm$ 0.26a	4.6 $\pm$ 0.36a	5.82 $\pm$ 0.40a	7.2 $\pm$ 0.53a	8.4 $\pm$ 0.80a	8.67 $\pm$ 1.28ab
M_T2	2.17 $\pm$ 0.65b	3.2 $\pm$ 0.69b	3.92 $\pm$ 0.92b	4.82 $\pm$ 1.16b	5.87 $\pm$ 1.51b	5.9 $\pm$ 2.04b
M_T3	2.82 $\pm$ 0.46ab	4.3 $\pm$ 0.53a	5.67 $\pm$ 0.53a	6.82 $\pm$ 0.49a	8.25 $\pm$ 0.73ab	8.67 $\pm$ 1.18ab
H_T1	3.05 $\pm$ 0.17a	4.27 $\pm$ 0.27a	5.52 $\pm$ 0.35a	6.90 $\pm$ 0.29a	8.27 $\pm$ 0.63ab	9.05 $\pm$ 0.85ab

H_T2	3.37 ± 0.26a	4.67 ± 0.30a	± 6.17 ± 0.38a	± 7.70 ± 0.55a	9.07 ± 0.76a	9.87 ± 1.07a
H_T3	2.62 ± 0.23ab	4.12 ± 0.29ab	± 5.32 ± 0.60a	± 6.37 ± 1.39ab	7.45 ± 1.74ab	8.12 ± 1.89ab

M\_T1 y H\_T1= Se les suministro el BT con alimento preiniciador a partir de los 7 días de nacidos y se les elimino hasta cumplir los 15 días del consumo. M\_T2 y H\_T2= Se les suministro el BT con alimento iniciador a partir de los 22 días de nacidos una vez estando en destete y se les retiro una vez cumpliendo 15 días de consumo. M\_T3 y H\_T3= No se les administro ninguna cantidad. Las Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

El tratamiento 2 en hembras el cual consistió en suministrar BT con alimento iniciador a partir de los 22 días de nacidos obtuvo un peso promedio de  $9.87 \pm 1.07$ , seguido del tratamiento 1 en hembras teniendo un peso promedio de  $9.05 \pm 0.85$ , sin embargo, el tratamiento 2 en machos fue el menor en la obtención de ganancia de peso teniendo un promedio de  $5.9 \pm 2.04$  debido al tiempo de administración del probiótico como se puede observar en la figura 1.

Carriño (2014) realizo una investigación en la que se llevó a cabo el destete a los 26 días, con una duración experimental de 21 días, en dicho estudio reportó que su mejor tratamiento fue el tratamiento 2 (alimento convencional + 0.05 de BT) en el cual registro una ganancia de peso de 8.647 kg, sin embargo, estos resultados fueron inferiores a los que obtuvimos en el presente estudio, el tratamiento 2 (alimento convencional + 0.05 g de BT) mostró los mejores resultados, con una ganancia de peso la cual alcanzo los 9.87 kg en hembras durante la etapa de destete durante 15 días, como se observa en la figura 1.



.Figura 1 Gráfica de los promedios de los pesos de los individuos durante un lapso de seis semanas con los diferentes tratamientos en lechones en la Granja Porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro donde M\_T1 y H\_T1= Se les suministro el BT con alimento iniciador a partir de los 7 días de nacidos y se les elimino hasta cumplir los 15 días del consumo. M\_T2 y H\_T2= Se les suministro el BT con alimento iniciador a partir de los 22 días de nacidos una vez estando en destete y se les retiro una vez cumpliendo 15 días de consumo. M\_T3 y H\_T3= No se les administro ninguna cantidad de BT

Este resultado supera los 8.647 kg obtenidos en estudios previos con un tratamiento similar, esto se debe a la eficacia del probiótico *Bacillus Toyonensis* el cual ayuda a la a la reducción de trastornos digestivos y controlar la presencia de bacterias patógenas, mejorando la digestibilidad de los nutrientes y favoreciendo una mayor absorción de proteínas y nutrientes en el intestino (Mccartney, 1992).

#### 4.2 Ancho del Lomo.

El análisis de medidas repetidas en el tiempo muestra que hay diferencia estadística significativa para el paso de las semanas en los tratamientos ( $F= 345.288$ , g.l.= 5,90,  $P < 0.00$ ), así como en la interacción semanas por tratamientos ( $F= 1.227$ , g.l.= 25,90,  $P < 0.239$ ). El T\_H2 en hembras fue el

mejor de los tratamientos para el desarrollo del ancho del lomo (47.6 cm), seguido por el T\_M3 y T\_H1 (46.9 y 42.3 cm), en el siguiente cuadro se muestra cada uno de los tratamientos respectivamente con las semanas del estudio, como se puede observar en el cuadro 3.

*Cuadro 3 Promedio de la condición  $\pm$  desviación estándar del ancho del lomo de cada tratamiento durante seis semanas.*

Tratamiento	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6
M_T1	30.25 $\pm$ 1.84b	37.025 $\pm$ 2.64a	38.25 $\pm$ 2.22a	40.1 $\pm$ 2.16a	45.07 $\pm$ 3.33ab	45.55 $\pm$ 3.19ab
M_T2	26.25 $\pm$ 2.90b	31.125 $\pm$ 3.29b	31.75 $\pm$ 2.77b	34.75 $\pm$ 1.84b	39.9 $\pm$ 3.65b	40.52 $\pm$ 3.41b
M_T3	30.12 $\pm$ 2.86b	33.7 $\pm$ 1.53ab	34.87 $\pm$ 1.10ab	37.92 $\pm$ 1.64ab	45 $\pm$ 1.60ab	45.9 $\pm$ 1.63ab
H_T1	29.12 $\pm$ 0.85	34.45 $\pm$ 1.02ab	36.82 $\pm$ 0.34a	37.60 $\pm$ 1.57ab	44.17 $\pm$ 1.57ab	45.25 $\pm$ 1.95ab
H_T2	30.25 $\pm$ 1.84	34.67 $\pm$ 1.68ab	36.12 $\pm$ 1.10a	40.32 $\pm$ 0.89a	47.50 $\pm$ 1.52a	47.92 $\pm$ 1.52a
H_T3	29.07 $\pm$ 0.53	33.90 $\pm$ 0.60ab	34.65 $\pm$ 1.73ab	37.27 $\pm$ 3.27ab	47.02 $\pm$ 1.37ab	44.70 $\pm$ 2.29ab

M\_T1 y H\_T1= Se les suministro el BT con alimento iniciador a partir de los 7 días de nacidos y se les elimino hasta cumplir los 15 días del consumo. M\_T2 y H\_T2= Se les suministro el BT con alimento iniciador a partir de los 22 días de nacidos una vez estando en destete y se les retiro una vez cumpliendo 15 días de consumo. M\_T3 y H\_T3= No se les administro ninguna cantidad. Las Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

El tratamiento dos en hembras el cual consistió en suministrar BT con alimento iniciador a partir de los 22 días de nacidos obtuvo mejores desarrollos del ancho del lomo con promedio de  $47.92 \pm 1.52$  cm, sin embargo, el tratamiento dos en machos fue el menor en el desarrollo del ancho de lomo con un promedio de  $40.52 \pm 3.41$ , como se puede observar en la figura 2.

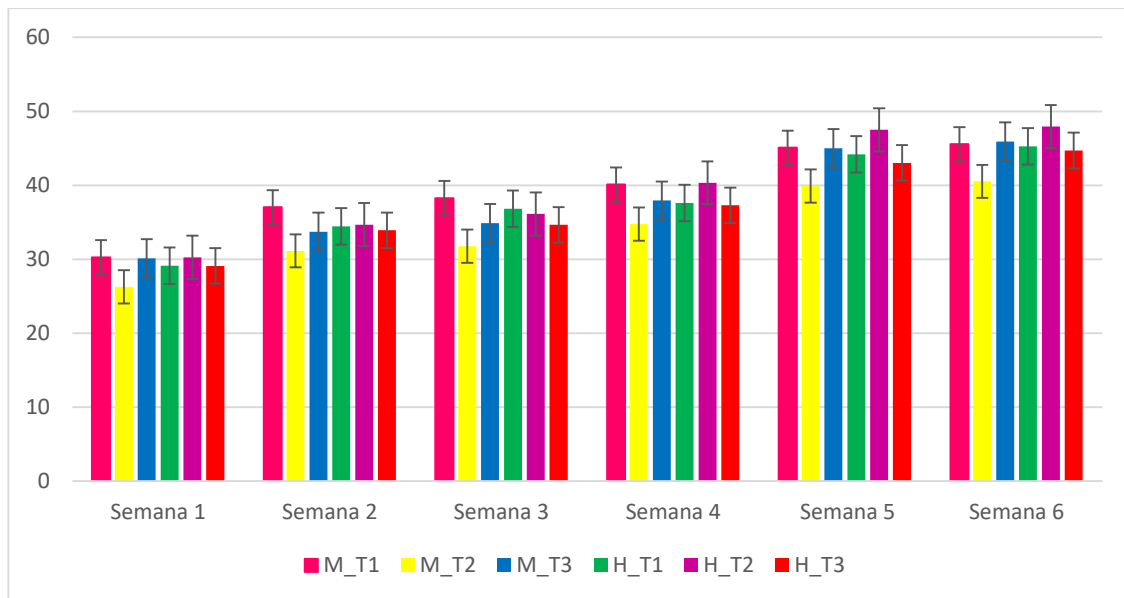


Figura 2 Gráfica de los promedios de la ganancia del ancho del lomo de los individuos durante un lapso de seis semanas con los diferentes tratamientos en lechones en la Granja Porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. M\_T1 y H\_T1= Se les suministro el Toyocerin con alimento iniciador a partir de los 7 días de nacidos y se les eliminó hasta cumplir los 15 días del consumo. M\_T2 y H\_T2= Se les suministró el BT con alimento iniciador a partir de los 22 días de nacidos una vez estando en destete y se les retiro una vez cumpliendo 15 días de consumo. M\_T3 y H\_T3= No se les administro ninguna cantidad de BT.

No se encontró literatura específica sobre la utilización de BT para medir el ancho del lomo en lechones, sin embargo, en esta investigación, tal como se ilustra en la figura 2, lo cual se atribuye a que el probiótico *Bacillus toyonensis* lleva a reducir los trastornos digestivos y presencia de bacterias patógenas, mejorando el aprovechamiento del alimento (Mccartney, 1992). Además, *Bacillus Toyonensis* ayuda a equilibrar la microbiota intestinal, favoreciendo a los microorganismos beneficiosos, evitando el estrés y problemas gastrointestinales en los cerdos (FAO & OMS, 2010) . El tratamiento H\_T2 es el más recomendado, ya que mostró mejores resultados en ganancia de peso y el ancho del lomo, también ayudó a reducir enfermedades digestivas durante el destete, favoreciendo el desarrollo de los lechones.

## V Conclusión.

La suplementación con *Bacillus Toyonensis* en la alimentación de lechones durante las etapas de pre-inicio y destete demuestra ser una estrategia eficaz para optimizar su crecimiento y desarrollo de los animales. El uso de este probiótico nos demostró que ayuda a la estabilidad gastrointestinal, reduciendo el impacto de los factores de estrés los cuales están asociados con el destete y así mismo logran prevenir trastornos digestivos como la diarrea, la cual puede afectar de manera negativa la salud y el rendimiento de los animales. Por ende, se recomienda la inclusión de *Bacillus toyonensis* en dietas Preiniciadoras en hembras como una alternativa viable para poder promover un crecimiento saludable y sostenible en lechones, especialmente durante las fases críticas de su desarrollo.

## V.I Literatura Citada

- Alonso, M.-S., & Ramirez, N. (2007). Piglet survival in early lactation. *w. J Anim Vet Adv*, 76-78.
- Argote, G. V. (2010). "Efecto de La Dieta Y Edad Del Destete Sobre La Fisiología Digestiva Del Lechón". *Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca*, 32-41.
- ARQUIMEA. (31 de 07 de 2022). Obtenido de <https://www.arquimea.com/es/blog/suplementos-alimenticios-dieta-animal/>
- Bautista Marin, E., & Hijuitl, T. .. (2023). Asociacion entre el destete, la salud intestinal de lechones destetados y el consumo de dietas con probioticos y concentrados de proteina de papa. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, págs. 115-137. Obtenido de <https://doi.org/10.53588/alpa.310201>
- Blanch. (2010). Avances en la utilización de toyoi en Complementaria y compatibilidad. 1-4.
- Cabrera, R., & Jungst, S. W. (2010). *Impact of lactation length and piglet weaning weight on long-term growth and viability of progeny* *Journal of Animal Science*.
- Caicedo, W., & Chinque, D. V. (2022). *Aditivos Fitobioticos*, 1-13.
- Carriño. (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*. Obtenido de 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.
- Castillo, L. (1984). *Principales razas porcinas y cruzamientos*.
- Contreras, J., & Calderon, A. (2015). *La nutrición del lechón en relación con los puntos críticos en el destete*. DSM Nutritional Products Iberia S.A.
- Cuellar, J. (2022). *Importancia de la etapa de destete en lechones y estrategia de manejo*. *Veterinaria Digital*. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-de-la-etapa-de-destete-en-los-lechones-y-estrategias-de-manejo/>. Recuperado el 20 de septiembre 2014.
- Day, J. (2002). The separate and interactive effects of handling and environmental enrichment on the behaviour and welfare of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 177-192.
- de Lange, C. F., & J. Pluske, J. G. (2010). "Strategic Use of Feed Ingredients and Feed Additives to Stimulate Gut Health and Development in Young Pigs.". 134(1-3):124–34. Retrieved.
- Douet, W. M., & Hartsock, T. (1995). Effects of castration within 24 hours after birth or at 10 days of age on pre- and post-weaning performance in boars. *The Professional Animal Scientist* 11, 230-232.
- Duran Gimenez, R. (1990). *Aspectos fisiológicos de destete en el lechón*. *Trouw Iberica, S,A,9*. Obtenido de [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_mg/mg\\_1990\\_10\\_90\\_27\\_36.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_mg/mg_1990_10_90_27_36.pdf). Recuperado el 10 de septiembre 2024.
- Escalante Lozada, A. (2001). ). El potencial de la manipulación de la flora intestinal por medios dietéticos sobre la salud humana. *Enfermedades Infecciosas y Microbiológicas*, 106-114.

- FAO & OMS. (1-4 de 09 de 2010). Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/382476b3-4d54-4175-803f-2f26f3526256/content>. Recuperado el 10 de agosto 2024.
- FAO. (1-4 de 09 de 2010). Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/382476b3-4d54-4175-803f-2f26f3526256/content>. Recuperado el 10 de agosto 2024.
- FAO. (21 de 04 de 2021). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf>. Recuperado el 10 de agosto 2014.
- Farm Animal Welfare Education Center. (2023). Obtenido de <https://www.veterinariargentina.com/revista/2012/12/centro-de-educacion-en-bienestar-de-animales-de-produccion-fawec-farm-animal-welfare-education-centre/>. Recuperado el 11 de septiembre 2024.
- FAWEC. (2013). Obtenido de Farm Animal Welfare Education Centre: <http://www.fawec.org/download/Efecto-castracion-del-ganadoporcino.pdf>
- Google Maps. (26 de 08 de 2024). Obtenido de Google Maps: [https://www.google.com/maps/@25.3529771,-101.0372382,15z?hl=es&entry=tту&g\\_ep=EgoyMDI0MDgyMy4wKXMDSoASAFQAw%3D%3D](https://www.google.com/maps/@25.3529771,-101.0372382,15z?hl=es&entry=tту&g_ep=EgoyMDI0MDgyMy4wKXMDSoASAFQAw%3D%3D) Recuperado el 26 de agosto 2024.
- INAES. (13 de 04 de 2018). Obtenido de <https://www.gob.mx/inaes/articulos/porcicultura-una-actividad-milenaria?idiom=es>. Recuperado el 20 de octubre 2024.
- INTA, y., & INATC. (2010). *Manejo sanitario eficiente de los cerdos*. Obtenido de [www.fao.org](http://www.fao.org).
- INTAGRI. (2019). *Sistemas de producción porcina Serie Ganadera Artículos Técnicos INTAGRI*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/sistemas-de-produccion-porcina#:~:text=En América Latina%2C la industria,y artesanal o de traspatio>. Recuperado el 15 de noviembre 2024
- Jonh, C. W. (2015). Probióticos en cerdos Resultados contradictorios. *Biosalud*, 14 (1), 81-90.
- Lilly, & Stillwell. (1965). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224499000278>. Recuperado el 20 de noviembre 2024.
- MAIN RG, D. S. (2004). Factores estresantes en lechones.
- Mayoral Garcia, G. (2018). *Porcicultura en México a través del tiempo*. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/porcicultura-en-mexico-a-traves-del-tiempo/>. Recuperado el 10 de diciembre 2024.
- Mccartney, E. (1992). *Bacillus toyoi : La biorregulación rentable*.
- McGlone, J., & M, H. (1988). Local and general anesthetic effects on behavior and performance of two- and seven-week old castrated and uncastrated piglets. *ournal of Animal Science* 66, 3049-3058.
- Miranda, J. D., & Hidalgo, L. (2017). *Efecto de dos preparados probioticos sobre los parametros productivos y reductivos en diarreas en cerdos pre y post destete* . Obtenido de APORTE SANTAGUINO: <https://doi.org/10.32911/as.2017.v10.n1.190>

- Moberg, G., & Mench, J. (2000). *The Biology of Animal Stress*.
- Mota, D., Roldan, P. ..., & Perez, E. (2014). Stress factors in weaned piglet. *Veterinaria Mexico OA*, 45, 37-51. Obtenido de Veterinaria Mexico OA .
- Mota, R. D., & Martinez, B. (2012). Animal welfare in the newborn piglet. *Vet Med-Czech*, 38-49.
- Pedro, U. (2014). Manejo Nutricional de la diarrea post-destete. *CIAP*, 1-7.
- Pérez, R., & Lopez, M. E. (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.
- Pesado, F., & Rodriguez, E. (2023). *Los sistemas de producción porcino en México*.
- Pinheiro, M. &. (2007). Obtenido de <https://polipapers.upv.es/index.php/wrs/article/view/590>. Recuperado el 13 de diciembre 2024.
- Rodriguez, D. P. (2016). *Consideraciones sobre el destete en lechones*.
- Romero Alarcon, G. (Junio de 2024). Evaluación de Bacillus Toyonensis en la dieta de lechones en diferentes etapas de destete.
- Rubium. (2022a). *TOYOCERIN* . Ficha tecnica In Rubinum .
- SAGARPA. (2017). *Sistemas de produccion porcina*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-superior-de-apatzingan/programacion-movil/sistema-de-produccion-porcina/65861794>. Recuperado el dia 15 de noviembre 2024.
- Sanchez. (2004). *Fundamentos y tecnicas de los metodos de destete*.
- SENASICA . (2019). Obtenido de [https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2021/enero/An%C3%A1lisisSocioecon%C3%B3micoFPC\\_876a8d25-0d1b-4fa8-94e4-18d59e932257.pdf](https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2021/enero/An%C3%A1lisisSocioecon%C3%B3micoFPC_876a8d25-0d1b-4fa8-94e4-18d59e932257.pdf). Recuperado el 10 de agosto 2024.
- SENASICA. (03 de 02 de 2022). Obtenido de <https://www.gob.mx/senasica/articulos/porcino-lo-sabias-llega-el-instituto-mexicano-de-la-porcicultura#:~:text=la%20de%20ave,-,En%20M%C3%A9xico%2C%20existe%20un%20inventario%20superior%20a%20los%2018%20millones,ciento%20de%20la%20producci%C3%B3n%20nacional>. Recuperado el 10 de agosto 2024.
- Tércia, C. R., Gerardo, M. L., Konisgmar, E. G., & Araceli, A. (28 de Noviembre de 2011). Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo.
- Tercia, R. G. (2010). *Algunos factores fisiológicos y nutricionales que afectan la insidencia de diarreas postdestete en lechones*.
- Toyocerin en producción animal : la experiencia es un.* (2022b).
- Urriola, P. (2014). Obtenido de Manejo Nutricional de la diarrea post-destete.
- Vila. (2010). Obtenido de [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jpn.13454#:~:text=Describieron%20los%20probi%C3%B3ticos%20como%20microorganismos%20que%20ayudar%C3%ADan,el%20intestino%20\(Vila%20et%20al.%2C%202010%20\).&text=En%20el%20lumen%20del%20tracto%20gastrointestinal%2C](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jpn.13454#:~:text=Describieron%20los%20probi%C3%B3ticos%20como%20microorganismos%20que%20ayudar%C3%ADan,el%20intestino%20(Vila%20et%20al.%2C%202010%20).&text=En%20el%20lumen%20del%20tracto%20gastrointestinal%2C). Recuperado el 10 de agosto 2024.

Villarraga, C. (2019). *EVALUACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN CERDOS SUPLEMENTADOS CON BACILLUS CEREUS VARIEDAD TOYOI EN LA FASE DE PRECEBOS LUIS. Tesis de.*