

Universidad Internacional para el Desarrollo Sostenible



Facultad de Ciencias Médicas
Medicina Veterinaria y Zootecnia

TESIS DE INVESTIGACIÓN

**Evaluación del efecto del ambiente controlado sobre parámetros productivos
y reproductivos de cerdas lactantes**

Autores:

Br. Reyna Isabel Obando Rocha

Br. Freddy Humberto Villavicencio Morales

Asesor:

MSc. Arlin Omar Rodríguez Mendoza, M.Sc.

Juigalpa, Chontales, 2026

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	i
ÍNDICE DE GRÁFICOS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CARTA DEL TUTOR.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III. ANTECEDENTES.....	5
IV. JUSTIFICACIÓN	6
V. OBJETIVOS.....	7
VI. MARCO TEÓRICO	8
6.1 Descripción de la línea genética TN70	8
6.1.1 Criterios básicos de alimentación de las hembras	8
6.1.2 Manejo de la condición corporal	9
6.2 Clima para la hembra en maternidad.....	9
6.3 Estrés por calor y alternativas de manejo	10
6.4 Objetivos de producción de hembras TN70.....	10
6.5 Líneas genéticas paternas utilizadas para producción de carne	11
6.5.1 TN-Traxx	11
6.5.2 TN Duroc	11
6.5.3 TN Rex.....	11

VII.	HIPOTESIS	12
VIII.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	13
7.1	Descripción del lugar de estudio	13
7.1.1	Población animal de la granja y muestra	13
7.1.2	Instalaciones.....	13
7.1.3	Manejo reproductivo.....	14
7.1.4	Manejo de la cerda gestante.....	14
7.1.5	Manejo de la cerda al parto.....	15
7.1.6	Manejo de la cerda lactante.....	15
7.1.7	Manejo de los lechones.....	15
7.1.8	Manejo de los lechones previo al destete.....	16
7.1.9	Manejo de la cerda al destete.....	16
7.2	Variables de estudio.....	16
7.3	Recolección de datos.....	17
7.4	Análisis estadístico.....	17
IX.	RESULTADOS	19
X.	DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.....	44
XI.	CONCLUSIONES.....	51
XII.	RECOMENDACIONES.....	52
XIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
XIV.	ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de producción de hembras TN70	10
Tabla 2. Manejo alimenticio de la cerda gestante	14
Tabla 3. Resultado de análisis de Varianza para número de crías por parto	19
Tabla 4. Separación de medias del ambiente en relación al NCP	20
Tabla 5. Separación de medias del número de verracos utilizados en relación NCP	20
Tabla 6. Separación de medias del número de partos en relación NCP	21
Tabla 7. Separación de medias de la interacción ambiente por número de verracos utilizados en relación a NCP	21
Tabla 8. Separación de medias de la interacción ambiente por número de partos en relación a NCP.....	22
Tabla 9. Separación de medias de la interacción número de verracos utilizados por número de partos en relacion a NCP	23
Tabla 10. Separación de medias de la interacción ambiente por número de verracos utilizados y número de partos en relación a NCP.....	24
Tabla 11. Resultado del análisis de varianza de peso al nacimiento	25
Tabla 12. Separación de medias del ambiente en relación a PN	26
Tabla 13. Separación de medias de numero de verracos utilizados en relación a PN	26
Tabla 14. Separación de medias de número de partos en relación a PN	27
Tabla 15. Separación de medias del sexo en relación a PN	27
Tabla 16. Separación del número de crías por parto en relación a PN.....	28
Tabla 17. Resultado del análisis de varianza de peso al destete.....	29
Tabla 18. Separación de medias de ambiente en relación a PD	30

Tabla 19. Separación de medias de numero de verracos utilizados en relación a PD.....	30
Tabla 20. Separación de medias de número de partos en relación PD.....	31
Tabla 21. Separación de medias de numero de crías por parto en relación a PD.....	31
Tabla 22. Separación de medias de la interacción ambiente por número de verracos utilizados en relación al PD.....	32
Tabla 23. Separación de medias de la interacción ambiente por número de partos en relación a PD	33
Tabla 24. Separación de medias de la interacción ambiente por número de crías por parto en relación al PD	34
Tabla 25. Resultado del análisis de varianza para peso al destete (incluido ambiente, días de lactancia y sexo).....	35
Tabla 26. Separación de medias del ambiente en relación a peso al destete	36
Tabla 27. Separación de medias de días de lactancia en relación a peso al destete	37
Tabla 28. Separación de medias de la interacción ambiente por días de lactancia en relación a peso al destete	37
Tabla 29. Resultado de análisis de la Varianza de ganancia media diaria.	38
Tabla 30. Separación de medias de la interacción por número de crías destetadas en relación a GMD	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Consumo diario de alimento de cerdas lactantes bajo ambiente controlado en relación con la oferta de alimento.....	40
Gráfico 2. Consumo diario de alimento de cerdas lactantes bajo ambiente normal en relación con la oferta de alimento.	41
Gráfico 3. Condición corporal promedio de las hembras en escala caliper de ambos ambientes.....	42
Gráfico 4. Relación parámetros climáticos (T y HR) versus sala de maternidad.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

1.Ubicación del lugar de estudio.....	57
2. Registro y pesaje de la cerda.....	57
3. Atención al parto.....	58
4. Manejo de lechones.....	58
5. Registro diario de temperatura y humedad relativa	59
6. Medición y registro de condición corporal de las cerdas con caliper	59

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Santísima Virgen, por guiarnos a lo largo de este camino, por brindarnos fortaleza, sabiduría y perseverancia para superar cada desafío y permitirnos culminar con éxito esta etapa tan importante de nuestra formación profesional.

A nuestros padres, quienes con su amor, sacrificio y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental de nuestras vidas. Gracias por motivarnos siempre a seguir adelante y por enseñarnos el valor del esfuerzo y la dedicación para alcanzar nuestras metas.

A nuestro tutor, M.Sc. Omar Rodríguez, por su orientación, dedicación y acompañamiento permanente durante el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos, experiencia, sugerencias y constante apoyo fueron fundamentales para la culminación satisfactoria de este trabajo, contribuyendo significativamente a nuestra formación académica y profesional.

Al Propietario de la unidad productiva por brindarnos la oportunidad de realizar este trabajo y a todo su equipo que nos colaboró durante el proceso.

Al PhD Cristóbal Roldán Corrales Briceño por su apoyo, orientación y generosa disposición para compartir sus conocimientos durante el desarrollo de nuestra tesis.

Al PhD. Álvaro Noguera y al PhD. Bryan Gustavo Mendieta Araica por sus valiosos aportes, orientación y apoyo académico brindados durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Sus conocimientos, observaciones y recomendaciones contribuyeron significativamente al fortalecimiento de la calidad científica y metodológica del presente estudio.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo primeramente a Dios y a la Santísima Virgen, quienes nos guiaron con su luz y nos dieron la fortaleza necesaria para no rendirnos y poder alcanzar esta meta tan importante en nuestras vidas.

A nuestros padres, por su amor, sus sacrificios y su apoyo incondicional, siendo siempre nuestra mayor inspiración para seguir adelante y luchar por nuestros sueños.

Asimismo, dedicamos este logro a todas las personas que contribuyeron y creyeron en nosotros durante el desarrollo de nuestra formación.

A nuestra alma mater, la Universidad Internacional para el Desarrollo Sostenible, por abrirnos sus puertas y brindarnos la oportunidad de formarnos profesionalmente. En sus aulas adquirimos los conocimientos, valores y experiencias que hoy nos permiten culminar con orgullo esta importante etapa de nuestras vidas.

A todos los docentes que formaron parte de nuestra formación académica, por compartir sus conocimientos, dedicación y compromiso con nuestra educación y crecimiento profesional.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del ambiente controlado y normal sobre parámetros productivos de cerdas lactantes de la línea genética TN70 desde el parto al destete (lactancia completa). Se evaluaron dos lotes de 23 cerdas cada uno. Los resultados mostraron un promedio de prolificidad para ambiente normal 13.65 ± 0.23 y para ambiente controlado 13 ± 0.24 crías, influenciado por diversos factores productivos y reproductivos. El peso al nacimiento (PN) estuvo influenciado principalmente por el número de parto 1.72 ± 0.05 en el parto 7, número de crías por parto (NCP) siendo superior el de cuatro con 2.14 ± 0.14 , el número de verracos utilizados (NVU) 1.56 ± 0.02 con dos y el sexo de los lechones machos con 1.54 ± 0.02 , observándose una tendencia a menores pesos en camadas más numerosas. El peso al destete (PD) en relación a número de crías por parto se cuantificó un valor de 7.81 ± 0.18 cuando la camada es de quince lechones, la interacción ambiente número de parto 8.09 ± 0.29 para ambiente controlado siendo el valor más alto, favoreciendo también número de crías por parto (NCP), días de lactancias en relación a PD siendo el más alto el de 27 días con 7.76 ± 0.21 kg, y el ambiente controlado con a los 26 días con 8.25 ± 0.19 . La ganancia media diaria (GMD) en ambiente controlado los resultados con 11 crías destetadas 0.26 ± 0.01 gramos fue el más alto día, siendo determinante en el comportamiento de los animales TN70.

Palabras claves: Ambiente, producción, reproducción.

ABSTRACT

The effect of controlled and normal environments on the productive parameters of lactating sows of the TN70 genetic line was evaluated from farrowing to weaning (complete lactation). Two groups of 23 sows each were evaluated. The results showed an average prolificacy of 13.65 ± 0.23 piglets for the normal environment and 13 ± 0.24 piglets for the controlled environment, influenced by various productive and reproductive factors. Birth weight (BW) was mainly influenced by parity (1.72 ± 0.05 in parity 7), number of piglets per litter (NPL), with four being the highest at 2.14 ± 0.14 , number of boars used (NVU) at 1.56 ± 0.02 with two, and the sex of the piglets (male) at 1.54 ± 0.02 , with a trend toward lower weights observed in larger litters. Weaning weight (WW) in relation to the number of piglets per litter was quantified at 7.81 ± 0.18 kg when the litter size was fifteen piglets. The interaction between environment and number of litters was 8.09 ± 0.29 kg for the controlled environment, which was the highest value, also favoring a higher number of piglets per litter (LPL). Days of lactation in relation to WW were also significant, with the highest weight at 27 days (7.76 ± 0.21 kg) and at 26 days (8.25 ± 0.19 kg) for the controlled environment. Average daily gain (ADG) in the controlled environment was 0.26 ± 0.01 grams, the highest on the day with 11 weaned piglets, and was a determining factor in the performance of the TN70 animals.

Keywords: Environment, production, reproduction.

CARTA DEL TUTOR

Por este medio hago constar que los bachilleres Reyna Isabel Obando Rocha y Freddy Humberto Villavicencio Morales han concluido satisfactoriamente su trabajo de tesis titulado **Evaluación del efecto del ambiente controlado sobre parámetros productivos y reproductivos de cerdas lactantes**. Habiendo cumplido cabalmente con los objetivos planteados en el mismo.

Durante el transcurso de la investigación los bachilleres Obando Rocha y Villavicencio Molares se caracterizaron por su responsabilidad, creatividad e independencia para realizar todas las actividades de campo, procesamiento, análisis e interpretación de los resultados.

En tal sentido, considero que este trabajo cumple con los requisitos necesarios para ser sometido a la consideración del comité evaluador para optar al grado de **Médico Veterinario y Zootecnista**.

Ing. Arlin Omar Rodríguez Mendoza, M.Sc.

I. INTRODUCCIÓN

América Latina es una región cultural, geográfica, política y económicamente diversa. La agricultura en América Latina se caracteriza por una notable diversidad de sistemas de producción, reflejando diversas zonas agroecológicas, tamaños de explotación y niveles tecnológicos. En la última década, la industria porcina creció un 30,6%, emergiendo como un gran contribuyente a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico en América Latina (Roppa *et al.*, 2024, p, 786).

Sin embargo, el calentamiento global representa uno de los retos más importantes para la producción animal en la actualidad, según el Intergovernmental Panel on Climate Change (2023, p,1) señaló que la quema de combustibles fósiles y el uso insostenible de la energía y de la tierra han provocado un aumento global de 1,1 °C por encima de los niveles preindustriales, generando impactos cada vez más peligrosos para la naturaleza y las actividades humanas. En las granjas porcinas ubicadas en zonas calurosas del país se han presentado desafíos importantes en la productividad de las cerdas lactantes. principalmente por las altas temperaturas y la humedad relativa que afectan directamente en la alimentación.

Las cerdas lactantes en climas calurosos reducen considerablemente el consumo de alimento (en algunos casos más del 50%), esto se debe a una base fisiológica ya que los procesos de ingestión, digestión y metabolización de los nutrientes del alimento requieren de gasto energético proveniente de las reservas corporales, transformada finalmente en energía térmica (calor) el cual es liberado al ambiente. (Sánchez, 2016) citado por (González, 2018, p, 7). Por lo tanto, un menor consumo de alimento en la cerda se traduce en menor producción de leche, desgaste corporal, baja eficiencia reproductiva en el siguiente ciclo, lechones destetados con pesos bajos.

Claramente el estrés calórico no solo afecta el bienestar animal sino también la productividad y la sostenibilidad de la granja, por lo que se vuelve una prioridad evaluar estrategias que resuelvan esta problemática de manera eficiente. El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del ambiente controlado sobre los parámetros productivos y reproductivos en cerdas lactantes de una granja comercial.

El presente documento de investigación está estructurado en catorce capítulos. En los primeros capítulos se presentan la introducción, el planteamiento del problema, los antecedentes, la justificación y los objetivos de la investigación. Posteriormente, se desarrolla el marco teórico, la hipótesis y el diseño metodológico. A continuación, se exponen los resultados obtenidos y su respectivo análisis. Finalmente, se presentan las conclusiones, las recomendaciones, la bibliografía consultada y los anexos que complementan el estudio.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La especie porcina es muy sensible al aumento de temperatura, ya que sólo pierde calor por conducción (revolcándose en superficies húmedas) o convección (movimientos de aire) y no por evaporación cutánea, ya que los cerdos no tienen casi glándulas sudoríparas. Su organismo responde en forma de taquipnea (evaporación respiratoria), incremento de la temperatura rectal ($> 39,8^{\circ}\text{C}$), disminución del consumo de alimento y de la velocidad de crecimiento (Leani, 2016, p,4).

Las cerdas de alta genética debido a su tendencia de alta productividad presentan notables riesgos en su productividad debido a altas tasas metabólicas. Según Topigs Norsvin citado por Chavez (2024.p, 1), las cerdas Topig TN-70 tienen una alta tasa de concepción, con un promedio de 93-95% de cerdas preñadas en cada ciclo reproductivo, su prolificidad tiene un promedio de 12 a 14 lechones por camada. Además, la eficiencia en la conversión de alimento de esta línea permite reducir los costos de producción y mejorar la rentabilidad para los productores porcinos. Sin embargo, estas características demandan mayores requerimientos metabólicos, y mayor producción de calor durante la lactancia y en ambientes tropicales donde su bienestar térmico se ve alterado, estas cerdas experimentan una reducción de su potencial productivo.

El lugar donde se realizó el presente trabajo presenta una condición climática muy particular, Granja Victoria Zambrano, ubicada en la comarca Zambrano, municipio de Tipitapa, departamento de Managua según la clasificación de Köppen (1928) modificado, se encuentra en un clima que se conoce como Sabana Tropical (Aw) (INETER 2010) citado por (Zamorio 2018, p, 23), se caracteriza una estación seca entre noviembre y abril en la cual se alcanzan los niveles máximos de temperatura de hasta 35°C , siendo estos meses donde se producen efectos negativos en el bienestar y en el rendimiento productivo de las cerdas lactantes TN70.

Por lo cual nos hacemos las siguientes interrogantes.

Pregunta general

¿Cuál es el efecto del ambiente controlado en comparación con el ambiente normal sobre los parámetros productivos y reproductivos de las cerdas lactantes en la granja porcina Victoria-Zambrano, y cómo contribuyen estos resultados a la generación de indicadores para la toma de decisiones?

Preguntas específicas

¿Existen diferencias en la prolificidad de las cerdas lactantes, medida por el número de crías por parto, entre el ambiente controlado y el ambiente normal?

¿Cómo varía el peso al nacimiento y el peso al destete de los lechones criados en ambiente controlado respecto a aquellos mantenidos en ambiente normal?

¿Existen diferencias en el consumo de alimento de las cerdas durante la lactancia entre el ambiente controlado y el ambiente normal?

¿Cómo difiere la condición corporal de las cerdas lactantes entre ambos ambientes y qué relación presenta con su estado nutricional y desempeño productivo?

¿Cuáles son las diferencias en los parámetros ambientales, temperatura (T) y humedad relativa (HR), entre el ambiente controlado y el ambiente normal, y cómo se relacionan con el nivel de confort de las cerdas lactantes?

¿Qué efecto tiene la interacción entre el tipo de ambiente (controlado y normal) y los días de lactancia sobre el peso al destete de los lechones?

III. ANTECEDENTES

El cambio climático está provocando un aumento progresivo de la temperatura en nuestro planeta, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas en el sector porcino, resultado de una reducción en la productividad, una mayor mortalidad y una alteración en el valor de la canal y en la calidad de la carne (Pardo, 2022, p. 17).

En la cerda provoca un balance energético negativo afectando su desempeño reproductivo al incrementar el intervalo celo posdestete o Intervalo destete – cubrición fértil (IDCF) , disminuir la tasa de gestación, tasa de partos, tamaño prolificidad, peso de la camada al nacimiento y peso al destete, muchas de las consecuencias negativas del estrés por calor (EC) parecen estar mediadas por la hiperpermeabilidad de la barrera intestinal, provocando cambios fisiológicos como el reparto de nutrientes hacia un sistema inmunológico activado y efectos adversos en los ovarios. Estos animales también tienen pulmones relativamente pequeños para el tamaño de su cuerpo, lo que les dificulta eliminar el exceso de calor interno a través de la respiración (Liu *et al.*, 2022) citado por (Altamirano, 2025, p, 3-4).

Las innovaciones tecnológicas como las salas de ambiente controlado son parte de las alternativas para reducir los efectos negativos provocados por estrés calórico. Según (Wiegert *et. al.* 2017) citado por Canul-Pech *et. al.* (2024, p, 105) los sistemas bajo ambiente controlado permiten usar herramientas, como ventiladores, extractores de aire, iluminación y refrigeración. Además, el sistema de pared húmeda reduce el calor por gravedad de agua en las paredes, la cual es liberada sobre paneles alveolados de celulosa o plástico instalados en entradas ventiladas. La función principal de estas paredes es el enfriamiento del aire y que éste sea enviado al interior de la nave y se obtenga una correcta circulación

Mediante una revisión sistemática de la literatura científica sobre la aplicación de ambientes controlados en sistemas de producción porcina ubicados en climas tropicales, se identificó que esta tecnología contribuye a reducir los efectos negativos del estrés calórico en los animales. Sin embargo, en la región existen escasos estudios que evalúen su impacto en condiciones comerciales. Por ello, en la presente investigación se evaluó el efecto del ambiente controlado sobre los parámetros productivos y reproductivos de cerdas lactantes en una granja porcina comercial.

IV. JUSTIFICACIÓN

La porcicultura moderna y el uso de líneas genéticas mejoradas demanda la implementación de estrategias de manejo que permitan mantener niveles de productividad eficientes especialmente en regiones de clima tropical, donde las elevadas temperaturas y la humedad relativa pueden afectar el desempeño de las cerdas lactantes y el crecimiento de sus camadas. En este contexto, el uso de sistemas de ambiente controlado constituye una alternativa utilizada en granjas comerciales para reducir los efectos del estrés térmico y favorecer las condiciones de bienestar durante la lactancia.

La presente investigación se justificó por la necesidad de generar información técnica sobre el comportamiento productivo de cerdas lactantes de la línea genética TN70 manejadas bajo ambiente controlado y ambiente convencional en una granja comercial. Mediante la evaluación de variables como la prolificidad, el peso al nacimiento, el peso al destete, el consumo de alimento y condición corporal de las cerdas, se obtuvo información que permitió describir el efecto de las condiciones de alojamiento sobre el desempeño productivo de los animales.

Los resultados obtenidos constituyen un aporte para la producción porcina en condiciones tropicales, al proporcionar información que puede servir de referencia para la adopción de prácticas de manejo orientadas a mejorar la eficiencia productiva y el crecimiento de las camadas, contribuyendo a la toma de decisiones en sistemas comerciales de producción porcina.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de ambiente controlado y ambiente normal sobre los parámetros productivos y reproductivos de cerdas lactantes en condición comercial.

5.2 Objetivos Específicos

- ✓ Conocer las diferencias a nivel de prolificidad entre las hembras con relación al número de crías por parto.
- ✓ Comparar el comportamiento del peso al nacimiento y al destete de los lechones en ambos ambientes.
- ✓ Medir el nivel de consumo de alimento de las hembras durante la lactancia en ambos ambientes.
- ✓ Clasificar la condición corporal de las hembras, como indicador de su estado nutricional y desempeño productivo.
- ✓ Determinar parámetros ambientales (T, HR) de la granja, basado en el nivel de confort de los animales.
- ✓ Evaluar el efecto de la interacción entre cada ambiente y los días de lactancia sobre el peso al destete de los lechones.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 Descripción de la línea genética TN70

Digna representante de las líneas maternas es la línea TN70 (Topigs Norsvin) combina lo mejor de dos mundos; La línea Z de Topigs, y la línea Landrace de Norsvin. La TN70 brinda al mercado una contribución genética única para producir eficientemente y con gran rendimiento de carne magra. Provee una productividad superior, tanto en total de nacidos como en número de destetados, al mismo tiempo que alcanza excelentes pesos al destete. Presenta una estructura excepcional, incluyendo gran calidad de línea mamaria. Equilibrio único: Prolificidad, eficiencia y productividad. (Álvarez y Sáenz,2019)

6.1.1 Criterios básicos de alimentación de las hembras

El suministro de nutrientes, en la forma de aminoácidos y energía, debe ser diseñado para optimizar la capacidad reproductiva y para mantener una condición física óptima (las reservas corporales) durante toda la vida productiva de las hembras.

La dieta recomendada para las hembras:

- Dieta de flushing: desde el destete hasta la inseminación para estimular el desarrollo de ovocitos.
- Dieta de gestación 1: recuperación y mantenimiento o dieta para hembras de mayor número de partos (menor relación de aminoácidos-energía). Utilizada tras la inseminación hasta el día 85 de gestación o para hembras de mayor número de partos.
- Dieta de gestación 2: dieta de último periodo de para mejorar el peso de los lechones al nacer o para el desarrollo de animales jóvenes. Va desde el día 85 al 110 del período de gestación o alimentar a hembras durante su primer parto.
- Dieta de transición: dieta utilizada durante el período de transición entre la gestación y la lactación (desde el día 110 del período de gestación hasta 2 o 3 días tras el parto).

- Dieta de lactación: para maximizar la ingesta de alimento y la producción de leche durante la lactación. Se utiliza durante todo el período de lactación. (Topigs Norsvin, 2023, p. 32).

El objetivo principal del programa de alimentación para la TN70 es maximizar la producción de leche sin aumentar las pérdidas sustanciales en la condición corporal que pudieran afectar al rendimiento reproductivo posterior. (Topigs Norsvin, 2023, p. 45).

Los episodios de rechazo del pienso deben minimizarse durante los primeros 8 días de lactación; por lo tanto, la curva de alimentación recomendada es moderadamente conservadora al principio. Al aumentar lentamente la ración de alimento en la primera parte de la lactación, la ingesta total de alimento aumenta durante la lactación completa. Se deben maximizar los niveles de alimentación a partir del día 8. (Topigs Norsvin, 2023, p. 49).

6.1.2 Manejo de la condición corporal

La medición y el monitoreo de la condición corporal en cada estado de producción de la cerda es importante, para ello existen varios métodos entre ellos la visualización, la palpación y se ha introducido una herramienta más precisa y objetiva llamada el Caliper. (Porcinews, 2025). Este dispositivo consiste en una pinza que mide el ángulo desde la apófisis espinosa hasta la apófisis transversal del lomo de una cerda. La premisa detrás del caliper es que, a medida que una cerda pierde peso, grasa y músculo, su espalda se vuelve más angular, independientemente de la fase de su ciclo reproductivo.

Estas mediciones fueron estadísticamente comprobadas y fijadas con valores numéricos de 1 a 29 puntos caliper. Para las mediciones menores o iguales a 11 son catalogados como animales flacos, mediciones de 12 a 15, son animales en condición normal, y por último para valores iguales o mayores a 16 son por definición animales gordos (Knauer & Baitinger, 2015) citado por (Sánchez y Saldarriaga, 2022, p.13)

6.2 Clima para la hembra en maternidad

El entorno, y más específicamente la temperatura, pueden explicar la mayor parte de la variación en el consumo de alimento y el rendimiento de las cerdas durante la lactación. La zona

termo neutra es el rango de temperatura en el que las cerdas se sienten cómodas y no requieren un aporte energético adicional o reducido para mantener la temperatura corporal., está entre 16-22 °C. (Topigs Norsvin,2023, p. 51).

6.3 Estrés por calor y alternativas de manejo

El estrés por calor puede tener un gran impacto en el rendimiento de las cerdas. Si la temperatura en la maternidad supera los 25 °C, esto puede conducir a un menor consumo de alimento, una menor producción de leche, mayores pérdidas de peso corporal, menores pesos al destete y un desempeño reproductivo deficiente. Para reducir el estrés por calor en las cerdas se emplean diversos sistemas de enfriamiento, entre los que destacan la refrigeración evaporativa mediante paneles húmedos o nebulización, el enfriamiento por goteo, los aspersores y los ventiladores, los cuales ayudan a disipar el calor corporal y mejorar el confort térmico de los animales. (Topigs Norsvin,2023).

6.4 Objetivos de producción de hembras TN70

Tabla 1.*Objetivos de producción de hembras TN70*

Nacidos totales:	> 17 lechones
Nacidos vivos:	> 16 lechones
Nacido muerto:	< 8%
Mortalidad predestete:	< 11%
Peso al nacimiento:	> 1.3 kg
Peso del lechón a las 3 semanas:	> 6.5 kg
Destetados por camada:	> 14 lechones
Tasa de parto:	> 90%

Fuente (Topigs Norsvin,2023, p. 7).

6.5 Líneas genéticas paternas utilizadas para producción de carne

6.5.1 *TN-Traxx*

Es el resultado del cruce de Duroc con Pietrain. El macho TN Traxx es un finalizador cruzado que combina un alto rendimiento de piezas y una canal bien conformada con un crecimiento mayor al habitual comparado con machos Pietrain puros. El TN Traxx mantiene una buena capacidad de ingesta incluso a temperaturas elevadas, siendo también una elección excelente para la producción eficiente de carne magra en zonas con periodos de altas temperaturas. (Topigs Norsvin, 2017, p,1).

6.5.2 *TN Duroc*

El verraco de raza TN- Duroc, es naturalmente robusto y eficiente. Entre sus beneficios: Resultado en cebo (índice de conversión y crecimiento), rusticidad (supervivencia desde el nacimiento hasta el mercado), calidad de la carne (rendimiento de panceta y jamón, grasa intramuscular y color). (Topigs Norsvin,2024, p. 1-2).

6.5.3 *TN Rex*

El TN Rex, un verraco terminal híbrido concebido para responder a las exigencias de una producción porcina eficiente y robusta en condiciones de clima moderado a cálido. Fruto de la combinación estratégica de dos de las líneas más destacadas de la compañía, el TN Rex reúne la capacidad de crecimiento rápido y la línea magra del Large White, con la potencia muscular y la eficiencia del Piétrain. (Topigs Norsvin,2025, párr. 1).

VII. HIPOTESIS

Ho. El ambiente controlado no tendrá efecto significativo sobre los parámetros productivos y reproductivos en cerdas lactantes.

Ha. El ambiente controlado tendrá efecto significativo sobre los parámetros productivos y reproductivos en cerdas lactantes.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 Descripción del lugar de estudio

El estudio es de tipo experimental, transversal comparativo. Se realizó en periodo continuo de dos meses (noviembre y diciembre), del 2025. Considerando indicadores productivos y reproductivos respectivamente. Granja porcina Victoria-Zambrano ubicada en la comarca Zambrano municipio de Tipitapa a 3 km del área urbana, a una altura de 50 msnm, de clima tropical caracterizada por temperaturas desde 22°C hasta 35°C. Esta unidad productiva se dedica a la cría, recría y engorde de cerdos destinados a la comercialización en matadero.

7.1.1 Población animal de la granja y muestra

La granja opera con 450 cerdas reproductoras de la línea TN70. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. La muestra fue de 46 hembras, 23 en ambiente normal y 23 en ambiente controlado, existiendo una diferencia entre ambos manejos con relación a temperatura y humedad relativa respectivamente.

7.1.2 Instalaciones

Cuenta con capacidad instalada de 2 Galpones de gestación con capacidad de hasta 180 cerdas por galpón, 4 galpones de maternidad cada uno con capacidad de 24 cunas, un área de 150 m² y un espacio vital de 6.22 m², una sala de ambiente controlado con capacidad de 24 cerdas, un área de 150 m² y un espacio vital de 6.22 m², esta sala cuenta con capacidad instalada de alta tecnología; cuatro extractores cuya función es eliminar gases, polvo y metano proveniente de los residuos sólidos y líquidos segregados por los animales, tres coolers de distintos tamaños como sistema de enfriamiento evaporativo fabricados con papel kraft, además de cinco cortinas dobles o ventanas que permiten un mayor control de la entrada de aire, luz y temperatura. Cada uno de ellos contribuye de manera efectiva a bajar la temperatura en las instalaciones contribuyendo aun mayor confort en los animales.

7.1.3 Manejo reproductivo

El ciclo de producción en la granja empieza con el manejo reproductivo, que se basa en un programa de inseminación artificial, aplicado a las hembras de remplazo que han alcanzado su peso y edad para la reproducción y las hembras provenientes del destete son incorporadas al área de gestación donde se monitorea el celo dado que ocurra en un rango de 3 a 5 días posterior al destete, la hembra que no entra en ese período de tiempo es descartada hasta el siguiente ciclo. Mediante la estimulación con el verraco y la detección de signos como edema y enrojecimiento vulvar, inmovilidad, se confirma el celo y se procede a inseminar tomando las medidas higiénicas adecuadas con dosis seminales provenientes del centro genético previamente evaluadas en concentración, viabilidad, y motilidad espermática; se aplican de 2 a 3 inseminaciones por celo en intervalos de 12 horas priorizando las horas más frescas del día. Una vez confirmada su preñez es añadida en registros de gestación.

7.1.4 Manejo de la cerda gestante

Las cerdas son manejadas con un programa de alimentación para hembras gestadas que consiste en un alimento balanceado comercial con el 13% de proteína cruda, 3% de grasa cruda, 10% de fibra cruda, 3,100 Kcal/kg, calcio y minerales en las siguientes raciones:

Tabla 2. *Manejo alimenticio de la cerda gestante*

Categoría	0 a 35 días	36 días-85 días	86 días-112 días
Primeriza	2.0 kg	2.3 kg	2.7 kg
Flaca	2.7 kg	2.7 kg	3.0 kg
Normal	2.5 kg	2.3 kg	3.0 kg
Gorda	2.0 kg	2.3 kg	2.7 kg

Fuente: Propia

El consumo de agua es continuo y ad libitum, mediante bebederos tipo chupete. Los dos últimos días antes del parto se suministran 2.7 kg de alimento de lactancia para ayudar a promover la producción de leche y hacer la transición de este. De manera rutinaria se observa los comportamientos de la cerda, condición corporal, estado de salud y se lleva un registro detallado

de su productividad, que luego es ingresado al programa de registro de la granja, mediante el cual se identifican todas las cerdas próximas al parto.

7.1.5 Manejo de la cerda al parto

Las cerdas próximas al parto se trasladan a la sala de maternidad, 2 días antes del parto previamente lavadas y desinfectadas, donde se atiende su parto sea de día o de noche, se registra el peso y sexo de los lechones, hora de nacimiento, se realiza la desinfección y ligadura del ombligo, secado con talco para disminuir la pérdida de calor, se asegura la lámpara de calor para protegerlo del frío y que amamante para obtener su calostro y mejorar la supervivencia neonatal.

7.1.6 Manejo de la cerda lactante

El manejo general de alimentación de la hembra está definido por un plan alimenticio que consiste en; el primer día después del parto se empieza con una ración de 1.81 kg, día quinto 6.8 kg y para el día 10 hasta el destete se homogeniza a 11.33 kg, sin embargo, en los días intermedios las raciones se ajustan en consideración al tamaño de la camada. Se suministra un concentrado comercial para lactancia, que posee 19% de proteína cruda, 6% de grasa cruda, 7% de fibra cruda, 3,200 Kcal/kg calcio y minerales. Se distribuye la ración en horarios de 1 am, 6 am, 3 pm, 8 pm, para la recién parida, y en horario de 1 am, 2 am, 6 am, 7 am, 3 pm, 4 pm, 8 pm, a partir del día quinto. El agua se ofrece a libre consumo en bebedero tipo chupete. De manera rutinaria se monitorea el estado general de la cerda, evaluando su consumo de alimento, condición corporal, comportamiento y estado de la ubre, con el fin de detectar oportunamente signos de mastitis, metritis o agalactia.

7.1.7 Manejo de los lechones

Al día uno se aplica un antibiótico como preventivo ante las diarreas, al día tres se hace el descolmillado, castración y descole, y aplicación de hierro.

En la segunda semana de vida se le ofrece al lechón cantidades poco significativas de un alimento comercial para lechones con el objetivo de que vaya aprendiendo a comer, y al llegar el día del destete enfrente mejor la nueva dieta que le será ofrecida para su crecimiento.

7.1.8 Manejo de los lechones previo al destete

El destete se realiza de manera planificada con el objetivo de reducir el estrés tanto en la cerda como en los lechones y preparar a ambos para la siguiente etapa productiva. El destete se lleva a cabo a una edad establecida según el sistema de producción de la granja que dura 21 a 27 días, separando a los lechones de la cerda, estos son pesados en una báscula, se les aplica su protocolo sanitario correspondiente, y son trasladados a áreas destinadas para la etapa de inicio, previamente limpias y desinfectadas.

7.1.9 Manejo de la cerda al destete.

Al momento del destete se realiza una evaluación general de su condición corporal con herramienta calíper, es pesada en una báscula, se evalúa el estado de la ubre y salud reproductiva. Las cerdas son trasladadas al área vacía, donde se ajusta la alimentación de acuerdo con su condición corporal y peso y se implementan prácticas de manejo orientadas a la recuperación corporal y a la estimulación del retorno al celo. Todas las actividades y observaciones realizadas durante el destete son registradas, lo que permite evaluar el desempeño productivo y sanitario del sistema y facilita la toma de decisiones para el siguiente ciclo reproductivo.

Las altas temperaturas reducen la condición corporal de las cerdas, lo que hace necesario implementar dietas especiales y protocolos hormonales para sincronizar el celo y permitir la recuperación del peso adecuado antes de la fecundación. Si bien estas medidas mejoran la eficiencia reproductiva, también incrementan los costos de producción y afectan la rentabilidad

7.2 Variables de estudio

Variables independientes: Tipo de ambiente (controlado vs. normal).AC vs ANC

Variables dependientes: Peso al nacimiento (PN) y al destete de los lechones (PD), consumo de alimento de las cerdas (CA), condición corporal (CC).

Variables controladas: Línea genética de las cerdas (LGC), tipo de alimentación (A), y manejo (M), días de lactancias (DL).

7.3 Recolección de datos

La información colectada para la presente evaluación estuvo determinada según los indicadores o variables de interés, considerando registros físicos y digitales mediante seguimiento *in situ* continuo de la muestra animal en un periodo de dos meses, revisando de manera detallada el registro de datos y posibles errores existentes, utilizando:

Ficha de registro de datos: Información de cada cerda y su camada (número de identificación, fecha de parto, número de lechones, peso, entre otros).

El peso al nacimiento y al destete fue medido con báscula digital

Hoja de observación: Para registrar el consumo de alimento, condición corporal.

La condición corporal fue evaluada mediante la herramienta caliper desde el parto al destete, semanalmente.

La colecta de datos se realizó tomando en cuenta las condiciones de manejo de la granja (comercial), sistema en el cual el manejo de las hembras se basa en mantenerlas en ambiente normal desde la cubrición hasta los 112 días, posteriormente las hembras fueron separadas a salas de maternidad específicas con ambiente controlado (lote 1) y no controlado (lote 2) respectivamente, hasta el destete efectivo de los lechones.

7.4 Análisis estadístico

La información fue colectada inicialmente en formatos prediseñados en físico, y hojas electrónicas EXCEL posteriormente importadas a IBM SPSS, versión 27.0.1 para el análisis. Software de análisis estadístico InfoStat Versión 2020 para un análisis más detallado.

Para la evaluación, se utilizó estadística descriptiva, como:

- 1) Análisis descriptivos; medias, mínimos, máximos, frecuencias y porcentajes, error estándar, coeficiente de variación, regresión, que permitieron una descripción básica, sobre el efecto del ambiente controlado o no sobre el comportamiento productivos de los animales.
- 2) Análisis con un enfoque cuantitativo y cualitativo de los predictores establecidos (condición corporal/ CC).

3) La prueba de comparación múltiple de Tukey se aplicó como análisis posterior al ANOVA en aquellas variables donde se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Su utilización permitió identificar específicamente entre cuáles medias existían dichas diferencias, de esta manera, se logró una interpretación más precisa y confiable del efecto de los factores evaluados sobre las variables de estudio.

Para el análisis de datos se utilizó un modelo aditivo lineal (MAL) tipo fijo, tomando en cuenta la información colectada en la granja, lo que permitió evaluar el efecto de los ambientes controlados y no controlados.

$$Y_{ijkl} = \mu + TA_i + L_j + A_k + \beta (X_i - \bar{X}) + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = cualquier observación de la variable de interés (peso al nacimiento, peso al destete, consumo de alimento, condición corporal)

μ = media general de cualquiera de las variables en estudio.

TA_i = efecto fijo del i-esimo tipo de ambiente.

L_j = efecto fijo del j-esima línea genética

A_k = efecto fijo del k-esimo tipo de alimento

$\beta (X_i - \bar{X})$ = covariables números de partos (P), duración de la lactancia (L), tamaño de la camada (C).

ϵ_{ijkl} = error aleatorio con media igual a cero y varianza del error.

IX. RESULTADOS

Una vez realizado los análisis de datos para las variables propuestas se presentan los siguientes resultados de la presente investigación, para los ambientes controlado y no controlado respectivamente.

8.1 Número de crías por parto (NCP), con relación a ambiente, número de verracos utilizados, número de partos e interacciones.

Tabla 3. Resultado de análisis de Varianza para número de crías por parto

F. V	S.C	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1840.49	21	87.64	7.58	<0.0001
AMB	14.73	1	14.73	1.27	0.2595
NVU	84.54	1	84.54	7.32	0.0071
NP	575.97	7	82.28	7.12	<0.0001
AMB*NVU	209.68	1	209.68	18.14	<0.0001
AMB*NP	178.02	5	35.60	3.08	0.0094
NVU*NP	268.89	4	67.22	5.82	0.0001
AMB*NVU*NP	508.66	2	254.33	22.01	<0.0001
Error	6078.67	526	11.56		
Total	7919.16	547			

AMB: ambiente, NVU: número de verracos utilizados, NP: número de partos.

El análisis de varianza (tabla 3) para la variable número de crías por parto presentó alto nivel de significancia en cuanto al número de partos, interacción entre ambiente y numero de verracos utilizados, interacción entre ambiente y número de partos, interacción entre número de verracos utilizados y número de partos, e interacción entre ambiente, numero de verracos utilizados, y número de parto. No se encontró significancia con respecto al ambiente (0.2595).

Tabla 4. *Separación de medias del ambiente en relación al NCP*

AMB	Medias	N	E.E
N	13.65	266	0.23 A
C	13.00	282	0.24 B

N: no controlado C: controlado

En la tabla 4, de separación de medias Tukey ($P < 0.05$), se muestra que las cerdas mantenidas en ambiente normal presentaron una media de 13.65 crías por parto, mientras que las alojadas en ambiente controlado registraron 13 crías por parto, con una diferencia de 0.65 lechones entre ambos lotes, estadísticamente no significativa.

Tabla 5. *Separación de medias del número de verracos utilizados en relación NCP*

NVU	Medias	N	E.E
2	14.24	217	0.24 A
1	12.64	331	0.23 B

Separación de medias Tukey ($P < 0.05$) en la tabla 5, muestra el número de verracos utilizados con respecto al número de crías por parto, donde la utilización de dos verracos obtuvo una media de 14.24 lechones mayor que la de un solo verraco que registró una media de 12.64 lechones, observándose una diferencia de 1.60 lechones entre ambas dosis. Lo que sugiere que la mayor utilización de verracos da como resultado mayor prolificidad de las hembras.

Tabla 6. *Separación de medias del número de partos en relación NCP*

NP	Medias	n	E.E
1	15.01	122	0.36 A
6	14.83	43	0.57 AB
3	14.14	99	0.36 AB
4	13.44	75	0.44 AB
7	13.08	26	0.67 ABC
8	13.00	13	0.95 ABC
2	12.61	91	0.38 BC
5	10.87	79	0.49 C

El número de partos tuvo una alta influencia sobre el número de crías por parto, tal y como lo muestra la tabla 6 de separación de medias, donde las cerdas de primer parto tuvieron una media de 15 lechones, y la de quinto parto una media de 10.87 lechones, observándose una diferencia de 4.14 lechones entre ambos grupos. Asimismo, la presencia de grupos intermedios sugiere que la respuesta reproductiva no siguió una tendencia estrictamente lineal entre paridades, sino que estuvo influenciada por la interacción de diversos factores biológicos y de manejo propios del sistema de producción evaluado.

Tabla 7. *Separación de medias de la interacción ambiente por número de verracos utilizados en relación a NCP*

AMB	NVU	Medias	n	E. E
N	2	15.27	75	0.40 A
C	2	13.72	142	0.30 B
N	1	12.95	191	0.28 BC
C	1	12.28	140	0.38 C

La separación de medias (tabla 7) de la interacción entre ambiente y numero de verracos utilizados con respecto al número de crías por parto, muestra significancia estadística; utilizando dos verracos se obtuvo una media de 15.27 crías por parto en el ambiente normal y 13.73 crías promedio en el ambiente controlado, y con la utilización de un solo verraco se obtuvieron promedios de 12.95 crías para el ambiente normal y 12.28 para el ambiente controlado.

Tabla 8. *Separación de medias de la interacción ambiente por número de partos en relación a NCP*

AMB	NP	Medias	n	E. E
N	8	Sd	0	SdA
C	7	Sd	0	sd B
C	6	16.67	30	0.63 C
N	1	16.18	82	0.65 CD
C	3	14.50	69	0.44 CDE
N	4	14.08	24	0.70 CDE
C	1	13.84	40	0.56 CDE
N	3	13.43	30	0.63 DE
C	4	13.12	51	0.57 E
N	7	13.08	26	0.67 E
C	8	13.00	13	0.95 E
N	6	13.00	13	0.95 E
N	2	12.66	43	0.58 E
N	5	12.59	48	0.50 E
C	2	12.56	48	0.50 E
C	5	9.15	31	0.84 F

En la tabla 8 de separación de medias se muestra la interacción entre ambiente y número de partos, con respecto al número de crías por parto, donde se encontraron diferencias significativas, que reflejan la distribución de animales entre lotes, ya que el tamaño de la camada

se ve influenciada por diversos factores durante la gestación. Los mayores promedios se registraron en las cerdas de sexto parto mantenidas en ambiente controlado (16.67 crías) y en las de primer parto bajo ambiente normal (16.18 crías), mientras que el menor valor se observó en las cerdas de quinto parto del ambiente controlado (9.15 crías).

Tabla 9. *Separación de medias de la interacción número de verracos utilizados por número de partos en relacion a NCP*

NVU	NP	Medias	n	E.E
2	7	Sd	0	sd A
2	8	Sd	0	sd B
2	6	16.67	30	0.63 C
2	1	15.84	44	0.52 CD
1	3	14.58	77	0.40 CDE
1	1	14.18	78	0.49 CDEF
1	4	14.16	63	0.45 CDEF
2	2	13.86	58	0.45 CDEF
2	5	13.39	51	0.48 DEF
2	3	13.27	22	0.73 DEF
1	7	13.08	26	0.67 DEF
1	8	13.00	13	0.95 DEF
1	6	13.00	13	0.95 DEF
2	4	12.00	12	0.99 EF
1	2	11.36	33	0.62 FG
1	5	8.35	28	0.85 G

En la tabla 9 de separación de medias se muestra la interacción entre número de verracos utilizados y número de partos con significancia estadística, donde los mayores promedios se observaron en las cerdas de sexto parto inseminadas con dosis provenientes de dos verracos (16.67

crías) y en las de primer parto bajo la misma condición (15.84 crías), mientras que el menor valor se registró en las cerdas de quinto parto inseminadas con un solo verraco (8.35 crías).

Tabla 10. Separación de medias de la interacción ambiente por número de verracos utilizados y número de partos en relación a NCP

AMB	NVU	NP	Medias	n	E.E
N	2	3	Sd	0	sd A
N	1	8	Sd	0	sd B
C	2	8	Sd	0	sd C
C	2	7	Sd	0	sd D
N	2	8	Sd	0	sd E
N	2	7	Sd	0	sd F
N	2	6	Sd	0	sd G
N	2	4	Sd	0	sd H
C	1	6	Sd	0	sd I
C	1	7	Sd	0	sd J
N	2	1	19.00	19	0.79 K
C	2	6	16.67	30	0.63 KL
C	1	3	15.72	47	0.50 KLM
C	1	1	15.00	15	0.89 KLMN
C	2	2	14.41	27	0.66 LMNO
C	1	4	14.23	39	0.55LMNO
N	1	4	14.08	24	0.70LMNO
N	2	5	13.48	25	0.69LMNO
N	1	3	13.43	30	0.63LMNO
N	1	1	13.37	63	0.43LMNO
N	2	2	13.32	31	0.62LMNO
C	2	5	13.31	26	0.67LMNO
C	2	3	13.27	22	0.73LMNO
N	1	7	13.08	26	0.67LMNO

C	1	8	13.00	13	0.95LMNO
N	1	6	13.00	13	0.95LMNO
C	2	1	12.68	25	0.69 LMNO
N	1	2	12.00	12	0.99 MNO
C	2	4	12.00	12	0.99 MNO
N	1	5	11.70	23	0.72 NO
C	1	2	10.71	21	0.75 O
C	1	5	5.00	5	1.53 P

La interacción entre ambiente, número de verracos utilizados y número de partos influyó significativamente sobre el número de crías por parto, tal y como lo muestra la separación de medias Tukey ($P < 0.05$) en la tabla 10; estos resultados evidencian que la prolificidad varió entre las distintas combinaciones evaluadas; sin embargo, debido a que el tamaño de la camada se determina durante la gestación, es probable que las diferencias observadas estén asociadas principalmente a la paridad de las cerdas y a factores reproductivos propios de los verracos utilizados.

8.2 Peso al nacimiento (PN), con relación a ambiente, número de verracos utilizados, número de partos, sexo, número de crías por parto y sus interacciones.

Tabla 11. Resultado del análisis de varianza de peso al nacimiento

F. V	S.C	<u>Gl</u>	CM	F	p-valor
Modelo	30.78	41	0.75	10.46	<0.0001
AMB	0.35	1	0.35	4.87	0.0278
NVU	1.14	1	1.14	15.90	0.0001
NP	5.79	7	0.83	11.53	<0.0001
S	1.02	1	1.02	14.16	0.0002
NCP	15.83	17	0.93	12.98	<0.0001
AMB*NVU	0.70	1	0.70	9.82	0.0018

AMB*NP	4.31	5	0.86	12.02	<0.0001
AMB*NCP	1.64	8	0.20	2.85	0.0041
ERROR	36.31	506	0.07		
TOTAL	67.08	547			

AMB: ambiente, NVU: número de verracos utilizados, NP: número de partos, NCP: número de crías por parto.

Los resultados del análisis de varianza para la variable peso al nacimiento (Tabla 11) presenta nivel de significancia con relación a; número de verracos utilizados, número de partos, número de crías por parto, y la interacción entre ambiente por número de parto. Así mismo se encontraron niveles de significancia estadística para las variables; sexo (0.0002), interacción entre ambiente y número de verracos utilizados (0.0018), y la interacción entre ambiente y número de crías por parto (0.0041) respectivamente.

Tabla 12. Separación de medias del ambiente en relación a PN

AMB	Medias	N	E.E.	
C	1.53	282	0.02	A
N	1.47	266	0.02	B

Según la separación de medias Tukey ($P < 0.05$) (tabla 12) refleja diferencias entre los ambientes controlado y no controlado, lo que indica valores de 1.53 kg y 1.47 kg en promedio. Con una diferencia de 0.06 kg entre ambos lotes, siendo mayor los pesos del ambiente controlado.

Tabla 13. Separación de medias de número de verracos utilizados en relación a PN

NVU	Medias	N	E.E.	
2	1.56	217	0.02	A
1	1.45	331	0.02	B

La comparación de medias (Tabla13) mostró diferencias significativas en el peso al nacimiento de los lechones según el número de verracos utilizados en la dosis de inseminación. Las dosis elaboradas con dos verracos presentaron un peso promedio al nacimiento de 1.56 kg, superior al obtenido con dosis provenientes de un solo verraco (1.45 kg).

Tabla 14. *Separación de medias de número de partos en relación a PN*

NP	Medias	N	E. E	
7	1.72	26	0.05	A
5	1.59	79	0.03	A
2	1.50	91	0.03	B
1	1.48	122	0.03	B
4	1.47	75	0.04	B
3	1.43	99	0.03	B
6	1.43	43	0.04	B
8	1.23	13	0.08	C

La comparación de medias (Tabla 14) evidenció diferencias significativas en el peso al nacimiento de los lechones según el número de parto de la cerda. Los mayores pesos se registraron en las cerdas de séptimo y quinto parto, con promedios de 1.72 y 1.59 kg, respectivamente, mientras que el menor peso se observó en las cerdas de octavo parto (1.23 kg).

Tabla 15. *Separación de medias del sexo en relación a PN*

S	Medias	N	E. E	
M	1.54	282	0.02	A
H	1.46	266	0.02	B

Si se considera la separación de medias Tukey ($P < 0.05$) del peso con relación al sexo de los lechones (Tabla 15), mostró diferencias palpables siendo los machos con pesos mayores con respecto a la hembra, con una diferencia de 0.08 kg.

Tabla 16. *Separación del número de crías por parto en relación a PN*

NCP	Medias	N	E. E
4	2.14	4	0.14 A
8	1.83	8	0.10 A B
5	1.81	10	0.09 B
6	1.68	10	0.10 B C
11	1.65	44	0.04 BCD
9	1.58	18	0.06 BCDE
14	1.58	67	0.04 BCDE
10	1.54	30	0.05 BCDE
17	1.48	51	0.04CDE
7	1.45	21	0.06 C D E F
15	1.44	75	0.03CDEF
12	1.40	48	0.04CDEF
13	1.38	39	0.04CDEF
16	1.35	45	0.04DEF
18	1.29	18	0.06EFG
20	1.27	20	0.06 EFG
19	1.13	19	0.06FG
21	0.98	21	0.06G

La comparación de medias (Tabla 16) mostró diferencias significativas en el peso al nacimiento de los lechones según el número de crías por parto. El mayor peso promedio se registró en las camadas de cuatro crías (2.14 kg), seguido por las de ocho y cinco crías (1.83 y 1.81 kg, respectivamente), mientras que el menor peso se observó en las camadas de veintiuna crías (0.98

kg). La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) evidenció diferencias estadísticas entre los distintos tamaños de camada, observándose una tendencia a la disminución del peso al nacimiento conforme aumentó el número de crías por parto.

8.3 Peso al destete (PD) con relación a ambiente, número de verracos utilizados, número de partos, número de crías por parto, peso al nacimiento y sus interacciones.

Tabla 17. Resultado del análisis de varianza de peso al destete.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	612.55	41	14.94	9.30	<0.0001	
AMB	221.00	1	221.00	137.58	<0.0001	
NVU	1.13	1	1.13	0.70	0.4018	
NP	138.36	7	19.77	12.30	<0.0001	
NCP	148.34	17	8.73	5.43	<0.0001	
PN	11.76	1	11.76	7.32	0.0071	0.84
AMB*NVU	9.23	1	9.23	5.74	0.0170	
AMB*NP	33.27	5	6.65	4.14	0.0011	
AMB*NCP	49.45	8	6.18	3.95	0.0002	
Error	645.76	402	1.61			
Total	1258.31	443				

AMB: ambiente, NVU: número de verracos utilizados, NP: número de partos, NCP: número de crías por parto, PN: peso al nacimiento.

El análisis de varianza para la variable peso al destete (Tabla 17) presentaron alto nivel de significancia en cuanto al ambiente, número de partos, numero de crías por parto. Así mismo se encontraron niveles de significancia estadística para peso al nacimiento (0.0071), interacción entre ambiente y número de verraco utilizado (0.0170), interacción entre ambiente y número de partos (0.0011) e interacción entre ambiente y numero de crías por parto (0.0002), y para número de

verracos utilizados (0.4018), no se encontró significancia estadística. La regresión de peso al nacimiento con respecto al peso al destete

Tabla 18. *Separación de medias de ambiente en relación a PD*

AMB	Medias	N	E.E.
C	7.16	213	0.10 A
N	5.82	231	0.09 B

De los ambientes controlado y no controlado la separación de medias Tukey ($P < 0.05$) (Tabla 18) muestra una superioridad de 7.16 kg de peso al destete en el controlado (Tabla 18) con respecto al ambiente normal 5.82 kg, demostrando una diferencia entre ambos de 1.34 kg representando un 23% más de peso a favor del ambiente controlado.

Tabla 19. *Separación de medias de numero de verracos utilizados en relación a PD*

NVU	Medias	N	E.E.
1	6.51	280	0.09 A
2	6.48	164	0.11 A

La comparación de medias indicó (Tabla 19) que el número de verracos utilizados en la dosis de inseminación no influyó significativamente sobre el peso al destete de los lechones. Las dosis provenientes de un verraco presentaron un peso promedio al destete de 6.51 kg, mientras que las elaboradas con dos verracos alcanzaron 6.48 kg.

Tabla 20. Separación de medias de número de partos en relación PD

NP	Medias	n	E.E.
3	7.50	76	0.17 A
5	6.52	67	0.17 B
2	6.42	78	0.15 B
1	6.40	103	0.13 B
8	6.32	13	0.36 B
4	6.17	51	0.20 B
7	5.94	26	0.26 B
6	5.81	30	0.24 B

En la separación de medias Tukey ($P < 0.05$) (Tabla 20), muestra que el número de partos influyó significativamente en el peso al destete de los lechones, las camadas provenientes del tercer parto registraron mejor peso promedio de 7.50 kg, seguido del parto número cinco con 6.52 kg, y el menor peso fue en el sexto parto con 5.81 kg promedio.

Tabla 21. Separación de medias de numero de crías por parto en relación a PD

NCP	Medias	n	E.E.
15	7.81	57	0.18 A
11	7.34	41	0.22 A B
17	7.23	35	0.22 A B
9	6.98	16	0.33 A B C
7	6.96	15	0.34 A B C
4	6.68	4	0.66 A B C D
6	6.48	10	0.47 A B C D
14	6.43	61	0.18 A B C D
20	6.29	9	0.43 A B C D

18	6.27	15	0.33 A B C D
16	6.22	36	0.22 A B C D
12	6.18	40	0.21 A B C D
10	6.02	30	0.24 B C D
5	5.98	9	0.44 B C D
19	5.51	11	0.40 C D
13	5.44	35	0.22 C D
8	5.39	8	0.46 C D
21	5.06	12	0.40 D

En la separación de medias Tukey ($P<0.05$) (Tabla 21) sobre número de crías por parto en relación al peso al destete, los resultados muestran que cuando el número de camadas es de 15 lechones el peso promedio es de 7.81 kg, seguido de camadas de 11 lechones con peso promedio de 7.34 kg, y camadas con 21 lechones de 5.06 kg respectivamente. Sin embargo, se observa que la cantidad de lechones varía en los distintos partos.

Tabla 22. Separación de medias de la interacción ambiente por número de verracos utilizados en relación al PD

AMB	NVU	Medias	n	E.E.
C	1	7.26	109	0.14 A
C	2	7.07	104	0.13 A
N	1	5.98	171	0.11 B
N	2	5.45	60	0.18 C

En la separación de medias Tukey ($P<0.05$) (Tabla 22) muestra la interacción entre el ambiente de alojamiento y el número de verracos utilizados sobre peso al destete, donde los mayores pesos se registraron en las camadas de ambiente controlado provenientes tanto de dosis de un verraco (7.26) como de 2 verracos (7.07), mientras que los lechones de ambiente normal

mostraron los menores pesos, especialmente cuando se utilizaron 2 verracos (5.45). Estos resultados sugieren que las condiciones ambientales tuvieron una mayor influencia sobre el crecimiento de los lechones que el número de verracos utilizados.

Tabla 23. Separación de medias de la interacción ambiente por número de partos en relación a PD

AMB	NP	Medias	n	E. E.	
C	7	Sd	0	sd	A
N	8	Sd	0	sd	B
C	5	8.09	25	0.29	C
C	3	8.03	50	0.19	C D
C	1	7.46	34	0.23	C D E
C	2	7.23	40	0.20	C D E
N	3	6.88	26	0.28	D E F
N	4	6.46	19	0.32	E F G
C	6	6.35	19	0.30	E F G
C	8	6.32	13	0.36	E F G
C	4	6.02	32	0.25	F G
N	7	5.94	26	0.26	F G H
N	2	5.61	38	0.23	G H
N	1	5.60	69	0.17	G H
N	5	5.34	42	0.21	G H
N	6	4.73	11	0.39	H

La interacción entre el ambiente y el número de parto (Tabla 23) mostró diferencias significativas sobre el peso al destete de los lechones. Los mayores pesos promedio se registraron en las cerdas de quinto y tercer parto mantenidas en ambiente controlado, con 8.09 y 8.03 kg, respectivamente, mientras que el menor peso se observó en las cerdas de sexto parto bajo ambiente normal (4.73 kg).

Tabla 24. Separación de medias de la interacción ambiente por número de crías por parto en relación al PD

AMB	NCP	Medias	N	E.E.	
C	18	Sd	0	sd	A
C	19	Sd	0	Sd	B
N	21	Sd	0	Sd	C
N	4	Sd	0	Sd	D
N	20	Sd	0	Sd	E
C	8	Sd	0	Sd	F G
C	9	8.50	9	0.43	G H
C	15	7.97	46	0.20	G H
C	11	7.96	21	0.29	G H
C	16	7.92	9	0.43	G H
C	5	7.68	4	0.65	G H
C	17	7.57	22	0.28	G H I
C	7	7.56	9	0.43	G H I
N	15	7.33	11	0.39	G H I J
C	14	7.22	11	0.40	G H I J K
C	6	7.19	6	0.53	G H I J K
C	4	6.68	4	0.66	G H I J K L
C	10	6.59	20	0.29	G H I J K L
N	17	6.55	13	0.36	G H I J K L
N	12	6.44	22	0.28	G H I J K L M
N	7	6.36	6	0.52	G H I J K L M
C	13	6.32	13	0.36	H I J K L M
C	20	6.29	9	0.43	H I J K L M
N	18	6.27	15	0.33	H I J K L M
N	14	6.16	50	0.19	H I J K L M
N	6	6.12	4	0.64	H I J K L M
N	11	6.10	20	0.29	H I J K L M

C	12	5.92	18	0.31	H I J K L M
N	19	5.51	11	0.40	I J K L M
N	9	5.46	7	0.49	I J K L M
N	8	5.39	8	0.46	J K L M
N	16	5.38	27	0.25	J K L M
C	21	5.06	12	0.40	K L M
N	13	5.00	22	0.27	L M
N	10	4.87	10	0.41	L M
N	5	4.28	5	0.58	M

En la separación de medias Tukey ($P<0.05$) (Tabla 24) muestra la interacción entre ambiente y número de crías por parto, predominando en término de peso al destete 9 crías con 8.50 kg de peso al destete, seguido de 15 crías y 7.97 kg de peso al destete ambos de ambiente controlado. De manera general las medias superiores de los pesos al destete se encuentran en ambiente controlado, con una heterogeneidad en el número de crías por parto.

8.4 Peso al destete con relación al número de días de lactancia, interacción ambiente y número de días de lactancia.

Tabla 25. Resultado del análisis de varianza para peso al destete (incluido ambiente, días de lactancia y sexo)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	540.62	29	18.64	9.58	<0.0001
AMB	228.49	1	228.49	117.38	<0.0001
Días	209.23	9	23.25	11.94	<0.0001
Sexo	3.34	1	3.34	1.71	0.191
AMB*Días	44.05	4	11.01	5.66	0.0002
AMB*Sexo	4.45	1	4.45	2.29	0.1312
Días*Sexo	14.44	9	1.6	0.82	0.594
AMB*Días*Sexo	36.63	4	9.16	4.7	0.0010
Error	979.08	503	1.95		
<u>Total</u>	1519.7	532			

En el análisis de varianza (Tabla 25) se observa que el ambiente y los días de lactancia tuvieron un efecto significativo sobre el peso al destete de los lechones ($P < 0.0001$), lo que demuestra que ambas variables influyeron en el crecimiento de los animales durante la lactancia. Además, se encontró una interacción significativa entre ambiente y días de lactancia, indicando que el efecto del ambiente varió según la duración de la lactancia. También se observó una interacción significativa entre ambiente, días de lactancia y sexo, lo que sugiere que la respuesta del peso al destete estuvo influenciada por la combinación de estos factores. En contraste, el sexo por sí solo no afectó el peso al destete, ni tampoco las interacciones entre ambientes y sexo y días de lactancia y sexo.

Tabla 26. *Separación de medias del ambiente en relación a peso al destete*

AMB	Medias	n	E.E.
C	7.34	258	0.12 A
N	5.75	275	0.10 B

En la tabla 26 de separación de medias se muestra que el ambiente de alojamiento influyó significativamente sobre el peso al destete de los lechones ($P < 0.05$). Los lechones provenientes de cerdas mantenidas en ambiente controlado alcanzaron un mayor peso promedio de 7.34 kg, mientras que aquellos criados en ambiente normal registraron 5.75 kg, observándose una diferencia de 1.59 kg entre lotes.

Tabla 27. Separación de medias de días de lactancia en relación a peso al destete

Días L	Medias	n	E.E.
27	7.76	44	0.21 A
24	7.33	34	0.26 AB
26	7.22	69	0.21 AB
25	6.43	38	0.24 BC
23	6.36	53	0.24 BCD
21	6.35	133	0.13 BCD
22	5.99	110	0.13 CDE
19	5.25	12	0.47 DE
20	4.91	27	0.28 E
<u>17</u>	4.89	13	0.42 E

En la tabla 27, de separación de medias Tukey ($P < 0.05$) se observa que los días de lactancia influyeron significativamente sobre el peso al destete de los lechones. Los mayores pesos se obtuvieron con 27 días de lactancia (7.76 kg), seguidos por 24 y 26 días (7.33 y 7.22 kg, respectivamente), mientras que los menores pesos se registraron con 17, 19 y 20 días de lactancia, cuyos valores oscilaron entre 4.89 y 5.25 kg.

Tabla 28. Separación de medias de la interacción ambiente por días de lactancia en relación a peso al destete

AMB	Días L	Medias	n	E.E.
C	25	sd	0	sd A
N	27	sd	0	sd B
C	20	sd	0	sd C
C	19	sd	0	sd D
C	17	Sd	0	sd E
C	26	8.25	54	0.19 F
C	24	8.24	12	0.4 F
C	27	7.76	44	0.21 F G
C	23	7.11	12	0.43 FGH
C	21	6.55	85	0.15 GHI

N	25	6.43	38	0.24	GHI
N	24	6.41	22	0.31	GHI
N	26	6.19	15	0.37	HIJ
N	21	6.14	48	0.20	HIJ
C	22	6.09	51	0.20	HIJ
N	22	5.89	59	0.18	HIJ
N	23	5.61	41	0.22	IJ
N	19	5.25	12	0.47	IJ
N	20	4.91	27	0.28	J
<u>N</u>	17	4.89	13	0.42	J

La interacción entre el ambiente de alojamiento y los días de lactancia (Tabla 28) influyó significativamente sobre el peso al destete de los lechones ($P = 0.0002$), evidenciando que el efecto del ambiente dependió de la duración de la lactancia. Los mayores pesos al destete se obtuvieron en el ambiente controlado con 24, 26 y 27 días de lactancia, alcanzando promedios de 8.24, 8.25 y 7.76 kg, respectivamente. Al comparar un mismo período de lactancia, los lechones mantenidos durante 26 días en ambiente controlado alcanzaron un peso promedio de 8.25 kg, superior al observado en el ambiente normal para el mismo período (6.19 kg), lo que representa una diferencia de 2.06 kg a favor del ambiente controlado. Por otra parte, los menores pesos registrados con 17, 19 y 20 días de lactancia se denominan destetes tempranos, estos correspondieron principalmente a cerdas primíparas, en las cuales se redujo la duración de la lactancia con el propósito de preservar una adecuada condición corporal al destete y evitar un mayor desgaste fisiológico de las hembras.

8.5 Ganancia media diaria (GMD) en relación con el ambiente, número de parto, número de crías destetadas y sus interacciones.

Tabla 29. Resultado de análisis de la Varianza de ganancia media diaria.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.71	35	0.02	7.00	<0.0001
AMB	0.23	1	0.23	79.91	<0.0001
NP	0.15	7	0.02	7.35	<0.0001
NCD	0.06	7	0.01	3.06	0.0038
AMB*NP	0.06	5	0.01	4.31	0.0008
AMB*NCD	0.05	5	0.01	3.66	0.0030

NP*NCD	0.15	10	0.02	5.26	<0.0001
Error	1.18	409	2.9E-03		
Total	1.89	444			

El análisis de varianza para la ganancia media diaria (GMD) (Tabla 29) mostró diferencias altamente significativas ($P<0.0001$) para el ambiente de alojamiento, el número de parto, el número de crías destetadas y para las interacciones entre ambiente y número de parto, ambiente y número de crías destetadas e interacción entre número de parto y número de crías destetadas.

Tabla 30. Separación de medias de la interacción por número de crías destetadas en relación a GMD

AMB	NCD	Medias	N	E.E.	
C	6	sd	0	sd	A
C	11	0.26	69	0.01	B
C	15	0.26	6	0.02	B
C	10	0.26	35	0.01	BC
C	12	0.24	64	0.01	BC
C	13	0.23	13	0.02	BC
C	9	0.23	22	0.01	BC
C	14	0.23	4	0.03	BC
N	6	0.22	6	0.02	BC
N	11	0.22	44	0.01	BC
N	12	0.21	61	0.01	BC
N	9	0.19	9	0.02	BC
N	13	0.19	32	0.01	BC
N	14	0.19	42	0.01	C
N	10	0.19	12	0.02	C
N	15	0.18	26	0.01	C

En la tabla 30 de la separación de medias Tukey ($P<0.05$) para la interacción entre ambiente de alojamiento y número de lechones destetados mostró diferencias significativas en la ganancia media diaria (GMD) de los lechones. Los mayores valores se registraron en el ambiente controlado, destacando las camadas de 11, 15 y 10 lechones destetados, con ganancias medias diarias de 0.26 kg, mientras que las camadas de 12, 13, 9 y 14 lechones presentaron valores entre 0.23 y 0.24 kg.

Por el contrario, en el ambiente normal las ganancias medias diarias fueron inferiores, observándose valores de 0.22 kg en las camadas de 6 y 11 lechones destetados, 0.21 kg en las de

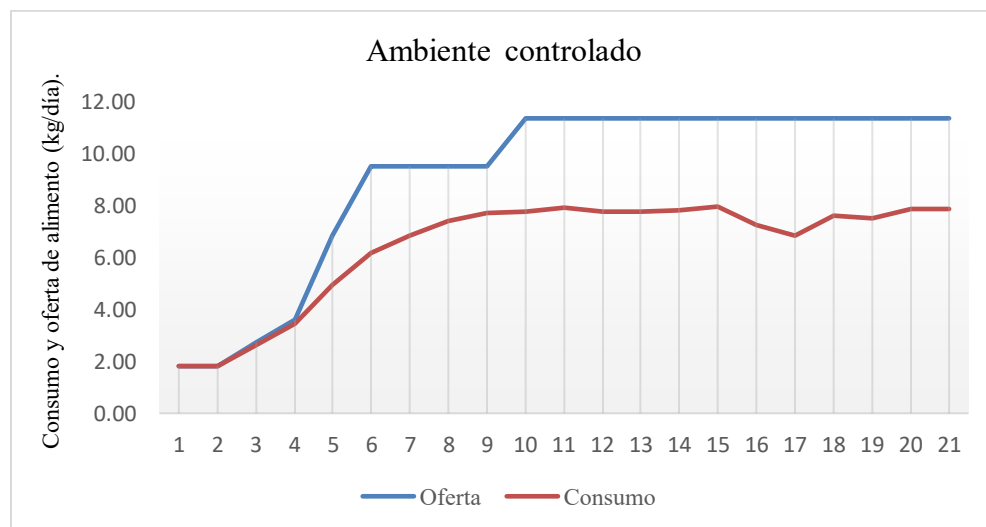
12 lechones, y los menores promedios en las camadas de 15, 14, 13, 10 y 9 lechones destetados, con valores comprendidos entre 0.18 y 0.19 kg.

8.6 Consumo de alimento de cerdas durante la lactancia por lote

En el grafico 1 se muestra el consumo diario de las cerdas bajo ambiente controlado, en un promedio de días de lactancia, con respecto a la oferta, donde los primeros días se ofrecieron menores cantidades de comida desde 1.81 kg hasta 9.50 kg, debido a la adaptación fisiológica que debe tener la cerda, hasta alcanzar 11.33 kg a partir del día 10 hasta el día del destete, con promedios de 21 días.

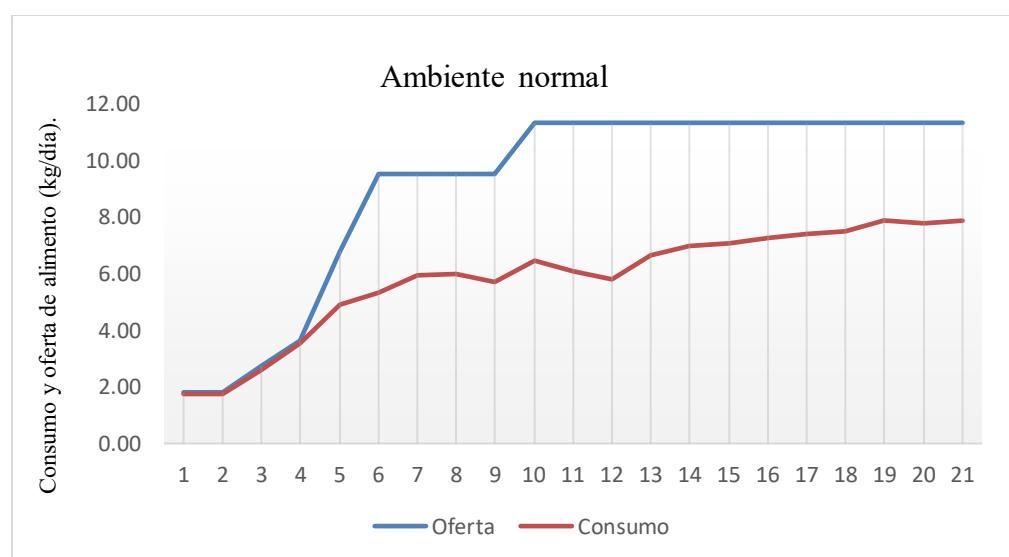
La diferencia constante entre la oferta y el consumo evidencia que las cerdas no consumieron la totalidad del alimento suministrado, especialmente a partir del décimo día, cuando la oferta superó los 11 kg diarios mientras que el consumo permaneció cercano a 7.8 kg. No obstante, el ambiente controlado permitió mantener un consumo relativamente estable durante la mayor parte del periodo de lactancia, condición que probablemente favoreció una adecuada producción de leche y, en consecuencia, el mejor desempeño productivo de los lechones observado al destete.

Gráfico 1. Consumo diario de alimento de cerdas lactantes bajo ambiente controlado en relación con la oferta de alimento.



En el grafico 2 se muestra el consumo diario de las cerdas bajo ambiente normal, en un promedio de días de lactancia, con respecto a la oferta, donde los primeros días se ofrecieron menores cantidades de comida desde 1.81 kg hasta 9.50 kg, debido a la adaptación fisiológica que debe tener la cerda, hasta alcanzar 11.33 kg a partir del día 10 hasta el día del destete, con promedios de 21 días. Sin embargo, al igual que en el ambiente controlado, las cerdas no consumieron la totalidad del alimento ofrecido, observándose una diferencia constante entre la oferta y el consumo, especialmente a partir del décimo día, cuando la oferta permaneció por encima de 11 kg diarios mientras que el consumo osciló entre 6.0 y 7.8 kg.

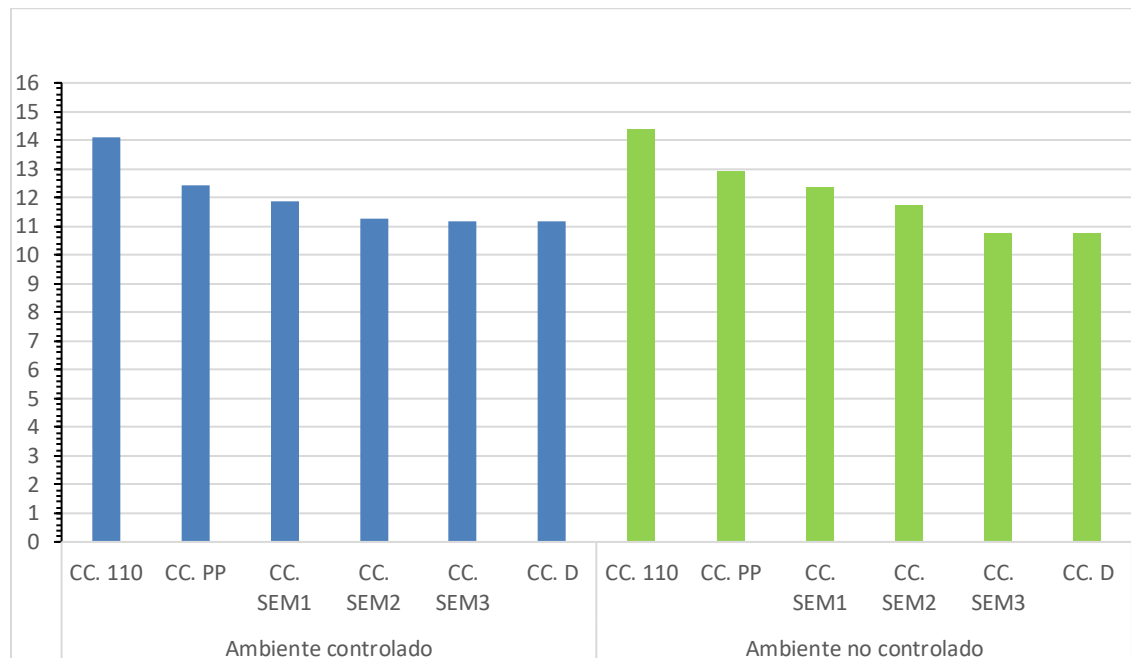
Gráfico 2. Consumo diario de alimento de cerdas lactantes bajo ambiente normal en relación con la oferta de alimento.



8.7 Condición corporal según ambos ambientes.

En el grafico 3 se muestra el promedio del comportamiento de la condición corporal de las cerdas en escala caliper desde los 110 días de gestación hasta el destete. Las cerdas alojadas en ambiente controlado presentaron una reducción de 14,0 mm posparto a 11,1 mm al destete, mientras que las cerdas en ambiente no controlado disminuyeron de 14,4 mm en posparto a 10,7 mm. al destete. Aunque ambos grupos experimentaron pérdidas de condición corporal durante la lactancia, y se mantuvieron en un rango aceptable, las cerdas del ambiente controlado conservaron mayores reservas corporales al final del período de evaluación

Gráfico 3. Condición corporal promedio de las hembras en escala caliper de ambos ambientes

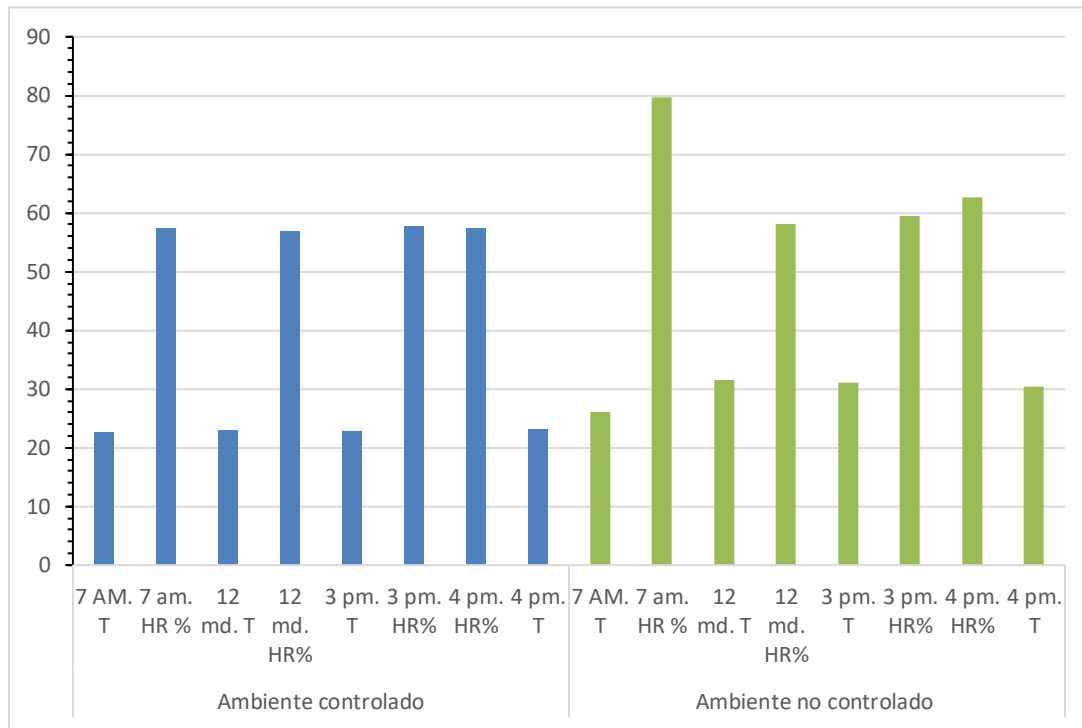


Codificación: CC 110: condición corporal a 110 días de gestación, CC PP: condición corporal postparto, CC SEM1: condición corporal-semana uno, CC SEM2: condición corporal-semana dos, CC SEM 3: condición corporal-semana tres, CCD: condición corporal al destete

8.8 Factores climáticos

El grafico 4 presenta los valores promedio de temperatura ambiental (T) y humedad relativa (HR%) registrados a las 7:00 a.m., 12:00 m.d., 3:00 p.m. y 4:00 p.m. de ambiente controlado y ambiente no controlado. La temperatura y la humedad relativa variaron según el tipo de alojamiento. En el ambiente controlado, la temperatura se mantuvo estable entre 22 y 23 °C, mientras que la humedad relativa osciló entre 56 y 58 %. En el ambiente no controlado, la temperatura aumentó progresivamente desde 26 °C a las 7:00 a.m. hasta aproximadamente 31–32 °C durante las horas de mayor calor, mientras que la humedad relativa disminuyó de 80 % a valores cercanos a 58–63 %.

Gráfico 4. *Relación parámetros climáticos (T y HR) versus sala de maternidad*



X. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El promedio de lechones bajo las diferentes condiciones ambientales osciló entre 13.65 para el ambiente normal y 13.00 para el ambiente controlado. Aunque ambos lotes presentaron valores similares, el promedio obtenido fue de inferior al potencial productivo reportado para la línea genética TN70. En este sentido, Topigs Norsvin (2016) indica que esta línea puede alcanzar promedios cercanos a 17 lechones nacidos totales por camada bajo condiciones óptimas de producción.

De acuerdo con Rosa Guerra (2024), diferencias en la tasa de ovulación, fertilización, supervivencia embrionaria y fetal, así como aspectos relacionados con el manejo reproductivo durante la detección del celo y la inseminación artificial, pueden limitar la expresión del potencial genético de las hembras. Así mismo Mellado *et al.* (2018), en un estudio con cerdas manejadas bajo condiciones subtropicales de México, encontraron que las altas temperaturas afectan principalmente la fertilidad y algunos parámetros reproductivos estacionales, mientras que el tamaño de la camada depende en mayor medida de la interacción entre el manejo reproductivo y las características fisiológicas de las hembras. Por lo tanto, este parámetro fue influenciado por características productivas y reproductivas de cada hembra.

Por otra parte, el número de verracos utilizados presentó un efecto significativo sobre la prolificidad, observándose una ventaja de 1.60 lechones por camada cuando se utilizaron dosis provenientes de dos verracos respecto a un solo verraco. Estos resultados sugieren que la utilización de más de un macho pudo incrementar las probabilidades de fecundación de un mayor número de ovocitos, aunque también es probable que existan diferencias individuales en la calidad seminal y fertilidad de los reproductores utilizados. En este sentido, Compagnoni *et al.* (2019) indican que la sincronización entre la inseminación y la ovulación constituye uno de los principales factores que determinan el tamaño final de la camada.

El número de partos también mostró una influencia significativa sobre el número de crías por parto. Aunque las cerdas de primer parto presentaron los mayores promedios y las de quinto parto los menores valores, el comportamiento observado no siguió la tendencia estándar de que a medida avanza el número de partos, aumenta en número de crías. Una característica la línea TN70 es su hiperprolificidad, como resultado de la selección genética, lo que la hace más productiva, sin

embargo, esto depende las condiciones ambientales y de manejo de la unidad de producción, siendo la primera un desafío en climas tropicales y el aumento del calentamiento global. Por lo tanto, llevar a cabo una estrategia de manejo específica para cada línea genética es fundamental para obtener el máximo rendimiento genético de la cerda hiperprolífica. Solo así se podrán obtener camadas numerosas y homogéneas, con buenos pesos al nacimiento. (Salvador Cros *et al* 2022, p. 18). Dichas estrategias deben adaptarse según las necesidades de cada etapa productiva de la cerda.

Según Crespo y Gadea (2020), el peso al nacimiento constituye un indicador importante del desempeño productivo de los lechones, debido a su influencia sobre el crecimiento, la supervivencia y los resultados productivos alcanzados en las etapas posteriores de su desarrollo.

En la presente evaluación, esta variable presentó diferencias significativas en función del número de verracos utilizados, número de partos, tamaño de la camada, sexo de los lechones y algunas interacciones entre ambiente y factores reproductivos. Debido a que todas las cerdas permanecieron bajo las mismas condiciones ambientales durante la gestación, el peso al nacimiento fue considerado una variable inicial de referencia para comparar ambos lotes. En concordancia con Campos *et al.* (2012), el crecimiento fetal depende principalmente de la nutrición materna, la eficiencia placentaria, el desarrollo uterino y el número de fetos presentes durante la gestación, factores que determinan la disponibilidad de nutrientes para cada lechón.

Así mismos estudios recientes indican que el peso al nacimiento representa uno de los principales predictores de supervivencia y productividad en líneas hiperprolíficas modernas. Crespo y Gadea (2020, p.181) encontraron que el peso al nacimiento determinó la tasa de supervivencia del animal a lo largo de todo el periodo de producción, desde el nacimiento hasta el final del cebo. Así los animales con peso al nacimiento inferior a 0,80 kg presentaron tasas de mortalidad superiores al 50 % y llegaron a alcanzar niveles del 74 % para pesos menores a 0,70 kg.

La comparación entre ambientes mostró promedios de peso al nacimiento de 1.53 kg para el ambiente controlado y 1.47 kg para el ambiente normal, diferencias que se asocian a factores productivos y reproductivos de los progenitores y al manejo correspondiente. Así mismo el efecto significativo del número de verracos utilizados sobre el peso al nacimiento sugiere que las características genéticas paternas pudieron contribuir parcialmente a la variabilidad observada. Sin

embargo, Farmery Edwards (2020) señalan que el peso al nacer tiene una heredabilidad baja por lo que es un carácter muy sensible a los factores ambientales.

En relación al sexo de los lechones, los machos presentaron un peso promedio superior en 0.08 kg con relación a las hembras. Los fetos hembra son más vulnerables al estrés nutricional de la cerda y tienden a crecer más lentamente que los machos cuando hay hacinamiento uterino como consecuencia del aumento del tamaño de la camada (Milligan, Fraser y Kramer, 2002) citado por Salvador Cros *et. al.* (2022).

El número de partos también influyó significativamente sobre el peso al nacimiento, observándose mayores pesos en las cerdas de quinto y séptimo parto. Este comportamiento puede explicarse por la mayor madurez fisiológica y reproductiva alcanzada por las hembras adultas. Las cerdas jóvenes tienen mayor proporción de lechones de bajo peso, y estos a su vez tienen un peso inferior que los lechones más ligeros de cerdas con más partos debido a su inmadurez fisiológica (Piñeiro y Lisboa, 2013).

Debido a que el número de partos sobre el número de crías no siguió un esquema estándar, el peso al nacimiento se vio afectado por el tamaño de la camada. Las camadas con menor número de lechones presentaron los mayores pesos individuales, mientras que las camadas numerosas registraron pesos considerablemente inferiores, alcanzando el menor promedio en las camadas de veintiún lechones. Un elevado número de fetos por cuerno uterino conlleva una reducción del flujo sanguíneo uterino por feto, lo que explica por qué los lechones de camadas grandes tienen pesos más ligeros al nacimiento (Père y Etienne, 2000).

Esto también coinciden con lo planteado por Salvador Cros *et al* (2022) que describe los factores que determinan el peso al nacimiento de los lechones en líneas prolíficas entre ellos tamaño de la camada, capacidad uterina y eficiencia placentaria, posición dentro del útero, raza y genotipo, número de parto de la cerda, condición corporal y espesor de la grasa dorsal, desarrollo folicular y tasa ovulatoria, edad de la cerda a la primera cubrición, estrés materno, sexo del lechón y alimentación.

Los resultados obtenidos con respecto al peso al destete demuestran que el ambiente controlado favoreció significativamente el peso al destete, registrándose un promedio de 7.16 kg frente a 5.82 kg en el ambiente normal, equivalente a una diferencia de 1.34 kg (23 %). Este comportamiento sugiere que la reducción del estrés térmico durante la lactancia permitió un mejor

desempeño productivo de las cerdas y, en consecuencia, un mayor crecimiento de los lechones. Estos resultados son similares a los reportados por Johnson (2022), quienes encontraron que el uso de almohadillas de enfriamiento controladas electrónicamente en cerdas lactantes sometidas a estrés por calor mejoró el crecimiento de las camadas y aumentó el peso al destete de los lechones, efecto que los autores atribuyeron a un incremento indirecto en la producción de leche y a una mejor capacidad de las cerdas para disipar el calor corporal.

El tamaño de la camada también presentó una influencia importante sobre el peso al destete. Las camadas de quince lechones alcanzaron un promedio de 7.81 kg, mientras que las de veintiún lechones registraron únicamente 5.06 kg. Este bajo peso puede estar asociado a que las hembras con mayor número de crías al parto obtienen lechones con bajos pesos al nacimiento, lo cual es una limitante para el peso al destete, a pesar de que el exceso de crías de la madre se ajustó a otra madre con menos crías para homogenizar las camadas, y lograr una distribución correcta de los lechones.

Esto concuerda con lo mencionado por Top Gan (2021) la cerda hiperprolífica se enfrenta a un doble problema: el originado por la merma de algunas de sus características (menor rusticidad, capacidad uterina, mayores requerimientos nutricionales...) y la problemática derivada de la gran camada que genera. A todo esto, se le tiene que sumar el factor manejo, que supone un coste económico extra para sacar adelante a la cerda y su camada con éxito.

Al comparar períodos similares de lactancia, el ambiente controlado mostró consistentemente mayores pesos al destete; por ejemplo, a los 26 días los lechones alcanzaron 8.25 kg en ambiente controlado frente a 6.19 kg en ambiente normal. Estos resultados evidencian que el ambiente controlado favoreció el crecimiento de los lechones durante la lactancia, efecto que fue más evidente cuando la duración de la lactancia fue mayor.

Por otra parte, los menores pesos registrados con 17, 19 y 20 días de lactancia se denominan destetes tempranos, estos correspondieron principalmente a cerdas primíparas, en las cuales se redujo la duración de la lactancia con el propósito de preservar una adecuada condición corporal al destete y evitar un mayor desgaste fisiológico de las hembras.

Los mayores pesos al destete se obtuvieron en el ambiente controlado con 24, 26 y 27 días de lactancia, alcanzando promedios de 8.24, 8.25 y 7.76 kg, evidenciando que en las camadas con

lactancias más largas el ambiente controlado tiene un mayor efecto. Esto coincide con López-Vergé *et al.* (2019) quienes realizaron un estudio similar en condiciones comerciales, donde el destete suele realizarse en un día fijo para todas las cerdas del mismo lote de parto, y las camadas presentan diferencias en los días de lactancia, dependiendo de la fecha de parto. Dichos autores encontraron que el destete a 25,5 días, equivalente a 7 kg de peso corporal, además de tener un efecto significativo sobre el peso al destete de los lechones, conforme aumentaban los días de lactación obtenían mejores ganancias de peso a los 165 días, en comparación a destetes más tempranos, destacando la importancia del tiempo de permanencia con la madre para el crecimiento durante la lactancia.

Los resultados obtenidos indican que la ganancia media diaria de los lechones estuvo influenciada por la interacción entre el ambiente de alojamiento y el número de lechones destetados. Las camadas mantenidas en ambiente controlado presentaron las mayores ganancias de peso diarias, incluso cuando el número de lechones destetados fue elevado, mientras que en ambiente normal las ganancias fueron inferiores, especialmente en las camadas más numerosas. Este comportamiento sugiere que las condiciones de confort térmico durante la lactancia favorecieron un mejor crecimiento de los lechones, probablemente al contribuir a un mejor aprovechamiento del consumo de alimento por parte de la cerda y, por consiguiente, a una mejor disponibilidad de leche para la camada.

Kobek-Kjeldager *et al.*, (2021) encontraron que el aumento del tamaño de la camada en hembras hiperprolíficas disminuye la ganancia media diaria de los lechones durante la lactancia, debido a la mayor competencia por la leche materna y los recursos disponibles dentro de la camada.

Asimismo, los resultados sugieren que el incremento en el número de lechones destetados puede limitar la ganancia individual de peso debido a una mayor competencia por el amamantamiento; sin embargo, bajo ambiente controlado este efecto fue menos marcado, permitiendo mantener ganancias medias diarias superiores en comparación con el ambiente normal.

En ambos ambientes evaluados se observó que el consumo promedio de alimento de las cerdas no alcanzó la cantidad máxima ofrecida durante la mayor parte del período de lactancia, manteniéndose una diferencia constante entre la oferta y el consumo, especialmente a partir del décimo día, cuando la oferta permaneció en 11.33 kg diarios. A pesar de ello, las cerdas alojadas

en ambiente controlado presentaron un consumo más uniforme durante la lactancia, manteniendo valores cercanos a 7.8 kg diarios con ligeras variaciones hacia la fase final del período. En contraste, las cerdas mantenidas en ambiente normal evidenciaron mayores fluctuaciones en el consumo, principalmente entre los días 9 y 13 de lactancia, aunque posteriormente mostraron una recuperación progresiva hasta el destete. En términos generales, el ambiente controlado presentó un patrón de consumo más estable, mientras que el ambiente normal mostró una mayor variabilidad en la ingestión diaria de alimento durante la evaluación, que estuvo influenciada por diversos factores, entre ellos tamaño de la camada, número de partos de la cerdas, temperatura y humedad., esto coincide con lo planteado por Brito *et al.*, (2020) quienes encontraron que el estrés térmico asociado a las altas temperaturas en ambientes tropicales reduce el consumo voluntario de alimento de las cerdas, comprometiendo su desempeño productivo y la disponibilidad de nutrientes para la producción de leche, lo que puede afectar el crecimiento de la camada durante la lactancia.

Las cerdas alojadas en ambiente controlado presentaron un promedio de reducción en escala caliper de 14,0 mm posparto a 11,1 mm al destete, mientras que las cerdas en ambiente no controlado disminuyeron de 14,4 mm posparto a 10,7 mm al destete. Para las mediciones menores o iguales a 11 son catalogados como animales flacos, mediciones de 12 a 15, son animales en condición normal, y por último para valores iguales o mayores a 16 son por definición animales gordos (Knauer & Baitinger, 2015) citado por (Sánchez y Saldarriaga, 2022, p,13). Sin embargo, debido a la variación en el número de partos de las hembras en ambos lotes, las hembras primerizas fueron quienes experimentaron el mayor desgaste de condición corporal, y más aún las de ambiente normal. Las cerdas primíparas presentan una mayor movilización de reservas corporales durante la lactancia debido a que, además de producir leche para la camada, aún continúan su propio crecimiento corporal, lo que las hace más susceptibles a pérdidas de condición corporal y a requerir estrategias de manejo que reduzcan su desgaste (Cervantes *et al.*, 2019).

La temperatura y la humedad relativa variaron según el tipo de alojamiento. En el ambiente controlado, la temperatura se mantuvo estable entre 22 y 23 °C, mientras que la humedad relativa osciló entre 56 y 58 %. En el ambiente no controlado, la temperatura aumentó progresivamente desde 26 °C a las 7:00 a.m. hasta aproximadamente 31–32 °C durante las horas de mayor calor, mientras que la humedad relativa disminuyó de 80 % a valores cercanos a 58–63 %. Estos

resultados evidencian que las temperaturas superiores a 30 °C observadas en el ambiente no controlado sugieren la presencia de estrés calórico mientras que el sistema ambiente controlado permitió mantener un microclima más estable y favorable para las cerdas durante todo el período de evaluación.

XI. CONCLUSIONES

La prolificidad de las hembras evaluadas mediante el número de crías por parto fue similar entre los lotes estudiados, con un promedio de 13.32 crías por parto, para ambos ambientes.

El peso al nacimiento estuvo influenciado principalmente por factores reproductivos como el número de parto, el tamaño de la camada, y el sexo de los lechones. Los mejores pesos al destete de los lechones se obtuvieron en ambiente controlado.

El ambiente controlado favoreció un mejor patrón de consumo de alimento durante la lactancia, presentando menor variabilidad con respecto al ambiente normal.

Los parámetros de ambiente evaluados evidenciaron que el ambiente controlado ofreció condiciones de temperatura y humedad relativa más favorables para el confort de las cerdas, con respecto al ambiente normal, al mantener valores estables dentro de rangos recomendados para la especie.

El ambiente controlado permitió obtener mayores pesos al destete que el ambiente normal, especialmente cuando la lactancia se prolongó hasta 24–26 días, evidenciando que el confort térmico durante esta etapa favorece el crecimiento de los lechones y mejora su desempeño productivo bajo condiciones tropicales.

XII. RECOMENDACIONES

Estandarización del ambiente controlado y no controlado sobre el periodo gestación-parto-destete para obtener resultados más completos de acuerdo con el ciclo reproductivo.

Homogenizar los lotes de hembras de acuerdo con el número de parto y camada permitiendo realizar una caracterización de su comportamiento productivo y reproductivo.

Realizar un plan de alimentación sujeto a un régimen controlado que permita estandarizar lo ofertado, de acuerdo con los requerimientos de la cerda en su etapa de lactancia.

Se recomienda implementar un seguimiento nutricional y de la condición corporal de las cerdas de primer parto durante la lactancia, reduciendo el riesgo de presentar el síndrome del segundo parto.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, J. L., y Sáenz, H. (2019). Influencia genética paterna en el crecimiento y desarrollo de cerdos cruzados LANDRACE–TOPIGS TEMPO vs. LANDRACE–PIETRAIN [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León]. Repositorio Institucional UNAN-León.

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7673/1/244204.pdf>

Altamirano Fernández C.A(2025). Variaciones reproductivas en cerdas debidas al estrés calórico. [Tesis de Grado]. BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA. Disponible en: <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/20250207130100-6449-TL.pdf>

Brito, A. A., Silva, R. B., Bueno, J. P. R., Nascimento, F. G. O., Moraes, C. A., & Nascimento, M. R. B. M. (2020). Occurrence of heat waves and the prediction of feed intake of sows raised in a tropical environment. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49, e20190038. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190038>

Canul-Pech JB, Noh-Cuxim GI, Ek-Mex JE, Alzina-López A. 2024. Importancia del estrés calórico bajo un ambiente controlado para cerdos macho (verracos) en el trópico. *Bioagrociencias* 18 (1): 103-110. DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6256>

Cervantes, M. A., Garcia, M. R., Keel, B. N., Oliver, W. T., Wells, J. E., & Rempel, L. A. (2019). PSI-16: Sow parity structure and body condition measurements throughout lactation and relationship to piglet growth. *Journal of Animal Science*, 97(Suppl. 2), 250–251. <https://doi.org/10.1093/jas/skz122.441>

Chavez.B. G (2024). Parámetros reproductivos en cerdas de la línea topig tn-70 en el centro de aprendizaje porcino de la unag.[Tesis de grado.Universidad nacional de agricultura]. Recuperado de: https://amanglana.unag.edu.hn/jspui/bitstream/123456789/843/1/Informe_final_20A0375.pdf

Crespo, S., & Gadea, J. (2020). Relación entre el peso al nacimiento de los lechones y los parámetros productivos y económicos. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 117(2), 173–190. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.022>

Farmer, C. y Edwards, S.A. (2020). The suckling and weaned piglet. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. DOI: 10.3920/978-90-8686-894-0

González Carrillo, M. A. (2018). Evaluación de tres protocolos de alimentación en cerdas postparto bajo condiciones climáticas de El Asintal, Retalhuleu. Trabajo de graduación.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Guatemala. 41 pág.

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8573/1/Tesis%20M.V.%20Maria%20A%20Gonz%C3%A1lez%20Carrillo.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (20 de marzo 2023). La acción climática urgente puede garantizar un futuro habitable para todos [Comunicado de prensa]. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/press/IPCC_AR6_SYR_PressRelease_es.pdf

Kobek-Kjeldager, C., Moustsen, V. A., Pedersen, L. J., & Theil, P. K. (2021). Impact of litter size, supplementary milk replacer and housing on the body composition of piglets from hyper-prolific sows at weaning. *Animal*, 15(1), 100007. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100007>

Leani C.G. (2016). Evaluación de la infertilidad estacional en la cerda. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. Recuperado de: <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/infertilidad%20estacional%20LEANI%20UNICEN.pdf>

Mellado, M., Gaytán, L., Macías-Cruz, U., Avendaño, L., Meza-Herrera, C., Lozano, E. A., Rodríguez, Á., & Mellado, J. (2018). Effect of climate and insemination technique on reproductive performance of gilts and sows in a subtropical zone of Mexico. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 50(1), 27–34. <https://doi.org/10.4067/S0719-81322018000100106>

Johnson, J. S., Jansen, T. L., Galvin, M., Field, T. C., Graham, J. R., Stwalley, R. M., & Schinckel, A. P. (2022). Las almohadillas de refrigeración controladas electrónicamente pueden mejorar el rendimiento del crecimiento de la camada y las medidas indirectas de la producción de leche en cerdas lactantes sometidas a estrés térmico. *Revista de ciencias animales*, 100(2), skab371. <https://doi.org/10.1093/jas/skab371>.

Pardo Domínguez, Z. (2022). Efectos fisiológicos y productivos del estrés por calor en el cerdo ibérico y posibles estrategias nutricionales para mitigarlo. Tesis Doctoral. Granada, España. 344 pág.

<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/80008/82074.pdf?sequence=4&isAllowed=>

Père, M.C. y Etienne, M. (2000). Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. *Reprod. Nutr. Dev.*, 40(4), pp. 369-382. DOI: 10.1051/rnd:2000105.

Piñeiro, C. y Lisboa, M. (2013). Lechones de bajo peso y de cerdas jóvenes; una peligrosa mezcla. Universo porcino. Disponible en: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Lechones%20de%20bajo%20peso%20y%20de%20cerdas%20jovenes.pdf> [Consultado: 06/06/2026].

Porcinews. (2025). Caliper: optimizando la condición corporal de las cerdas. <https://porcinews.com/caliper-optimizando-la-condicion-corporal-de-las-cerdas/>

Roppa, L., Duarte, M. E., & Kim, S. W. (2024). Pig production in Latin America. *Animal Bioscience*, 37(4), 786–793.

Rosa Guerra, A. E. (2024). Parámetros reproductivos en el área de maternidad en la granja porcina Bella Vista, Siguatepeque, Comayagua, Honduras (Práctica Profesional Supervisada para optar al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras.

Saldarriaga Ossa, D. C., & Sánchez Rojas, I. D. (2022). Efecto de la condición corporal en primerizas y los resultados productivos del segundo ciclo en tres granjas porcícolas de Antioquia [Trabajo de especialización, Unilasallista Corporación Universitaria]. Repositorio Institucional Unilasallista. <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/2672f264-a74d-4d3a-b60a-ebba6cf72c29/content>

Salvador Cros, C. (2022). Factores de variabilidad del peso en lechones de cerdas hiperprolíficas [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Zaragoza]. Repositorio Institucional de Documentos de la Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/117776/files/>

Topigs Norsvin. (2023). Manual de alimentación TN70. Recomendaciones de alimentación y manejo de la TN70. Nederland. Versión Global. 63 pág. <https://topignorsvin.es/wp-content/uploads/sites/14/2024/09/Recomendaciones-Alimentacion-y-Manejo-TN70-Nov-2023.pdf>

Zamorio Aburto M. A (2018) Evaluación de la migración de contaminantes desde el Lago Xolotlán hacia el Lago Cocibolca. [Tesis de maestría Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua] Repositorio UNAN Managua. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/11010/1/1783.pdf>

Topigs Norsvin. (2017). TN Traxx [Catálogo técnico PDF]. Disponible en: https://www.3tres3.com/3tres3_common/pdf_usu/150155/tn-traxx.pdf?s=300

Topigs Norsvin. (2024, septiembre). TN Duroc [Catálogo técnico PDF]. Disponible en: https://topignorsvin.es/wp-content/uploads/sites/14/2024/09/Topigs-Norsvin-Product-leaflets_TN-Duroc_ES-1.pdf

Topigs Norsvin. (2025, 16 de septiembre). TN Rex: El verraco híbrido de Topigs Norsvin que une eficiencia, calidad y adaptación al calor. Disponible en: <https://topignorsvin.es/news/tn-rex-el-verraco-hibrido-de-topigs-norsvin-que-une-eficiencia-calidad-y-adaptacion-al-calor/>

Wu, G., Bazer, F.W., Wallace, J.M. y Spencer, T.E. (2006). Board-invited review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. Journal of Animal Science, 84(9), pp. 2316-2337. DOI: 10.2527/jas.2006-

XIV. ANEXOS



Anexo 1. *Ubicación del lugar de estudio*

Fuente: (Google Earth, 2025)



Anexo 2. Registro y pesaje de la cerda



Anexo 3. *Atención al parto*



Anexo 4. *Manejo de lechones*



Anexo 5. *Registro diario de temperatura y humedad relativa*



Anexo 6. *Medición y registro de condición corporal de las cerdas con caliper*