

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DE LA CRÍA PORCINA
EN CAMA PROFUNDA EN CONDICIONES INVERNALES DE LA
NORPATAGONIA”**



**Ingeniería
Agronómica
UNRN**

Alumna: BELLINI, Natalia M.

nbellini24@gmail.com

Directora: Vet. CARABELLA, Marina V.

mvcabella@unrn.edu.ar

Trabajo Final de Carrera – Año 2026

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Río Negro, por brindarme la oportunidad de formarme y convertirme en una profesional.

A mi directora de tesis, Marina Carabella, por transmitirme sus conocimientos, guiarme durante todo el proceso y acompañarme siempre con paciencia y dedicación.

A INTA–AUDEAS, por la beca de formación estudiantil que hizo posible el desarrollo de las actividades de este trabajo. A mi directora de beca, Maite Alder, quien me enseñó y compartió generosamente sus conocimientos en producción porcina, siendo una guía fundamental y un sostén permanente.

A la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior (EEAVI–INTA), especialmente al Módulo Demostrativo de Cerdos, por permitir la realización de este ensayo en sus instalaciones, y al grupo de Producción Animal y a los empleados de campo por su acompañamiento y colaboración en las tareas a lo largo de todo el proceso.

A Musi Saluj, por facilitar los datos meteorológicos del período de ensayo y la caracterización climática de la zona.

Al frigorífico FRIDEVI, por abrir sus puertas y permitir el seguimiento y la toma de datos en las reses faenadas.

A la señora López Beatriz, por colaborar con todo su conocimiento en el idioma inglés, para las traducciones necesarias, y su buena voluntad siempre.

A mi familia y amigos, por su apoyo constante, su motivación, su paciencia y su confianza incondicional.

Y a mis dos tesoros, Simón y Tomás, quienes, cada uno en su momento, fueron mi mayor inspiración y la fuerza que me impulsó a culminar esta etapa.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN:	9
1.1 Historia de la producción de cerdos 🐷	9
1.2 Contexto nacional e internacional de la producción de cerdos 🐷	11
1.3 Contexto provincial y regional 🐷	14
1.4 Características del sector 🐷	17
1.5 Descripción del Sistema de Cama Profunda 🐷	20
1.6 Descripción del Sistema Aire Libre 🐷	21
1.7 Requerimientos de la especie 🐷	21
1.7.1 Requerimientos ambientales 🐷	21
1.7.2 Requerimientos nutricionales:.....	28
1.7.3 Requerimientos comportamentales 🐷:	31
2. HIPOTESIS	33
3. OBJETIVOS	33
3.1 Objetivo general 🐷	33
3.2 Objetivos específicos 🐷	33
4. MATERIALES Y METODOS	33
4.1 Localización del ensayo 🐷	34
4.2 Diseño experimental 🐷	36
4.3 Manejo de los animales 🐷	38
4.4 Metodología de cálculos 🐷:	42
4.4.1 Cálculo de GDP 🐷	42
4.4.2 Cálculo de CA 🐷	43
4.4.3 Cálculo de EC 🐷	43
4.4.4 Cálculo de %magro 🐷	43
4.5 Análisis estadístico 🐷:	44
5. RESULTADOS y DISCUSION	44
5.1 Comportamiento productivo 🐷:	44
5.2 Composición de la canal 🐷:	52

6.	CONCLUSIONES.....	54
7.	BIBLIOGRAFIA.....	55
8.	WEB CONSULTADAS:	59

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N°1 Especies porcinas.....	9
Imagen N°2: Evolución Zootécnica.....	10
Imagen N°3: Informe de la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR) sobre el consumo de carne per cápita para el año 2024.....	13
Imagen N°4: Distribución geográfica de establecimientos porcinos en Patagonia Norte	17
Imagen N°5: Producción de cerdo tradicional.....	18
Imagen N°6. Producción de cerdo tradicional mejorado	19
Imagen N°7: Producción de cerdo empresarial.....	20
Imagen N°8: Factores que afectan el consumo de alimento.....	30
Imagen N° 9: Localización del sitio de ensayo.....	34
Imagen N°10: Condición de los corrales de ensayo al aire libre en días de lluvias intensas.	35
Imagen N°11: Vista aérea de la distribución espacial del ensayo	36
Imagen N°12: Instalaciones del ensayo al Aire Libre.....	37
Imagen N°13: Instalaciones del ensayo en Cama Profunda a) galpones modulares; b) vista interior de colchón de cama profunda.	37
Imagen N°14: Comederos tipo tolva en ambos tratamientos.....	38
Imagen N°15: Animales de ensayo en la maternidad.....	39
Imagen N°16: Destete y recría agrupados en túnel de cama profunda	39
Imagen N°17: Animales identificados individualmente y agrupados por tratamiento.	40
Imagen N°18: Pesaje individual de los animales	40
Imagen N°19: Arreo grupal de los animales de regreso a los piquetes.....	41
Imagen N°20: Última toma de datos, antes de la carga	41
Imagen N°21: Reces recién faenadas, colgadas en los rieles del circuito	42

INDICE DE GRAFICOS

INDICE DE CONTENIDOS	2
Grafico N°1: Principales productores de carne de cerdo	11
Grafico N°2 Principales destinos exportadores de carne de cerdo	12
Grafico N°3: Distribución de existencias porcinas, principales provincias año 2023	14
Grafico N°4: Estratificación de las Ups según cantidad de cerdas distribuidas por provincia – Marzo 2023	15
Gráfico N°5: Estratificación de las Ups según cantidad de cerdas en la provincia de Rio Negro	16
Gráfico N° 6: Diagrama metabólico. Representación de la relación entre la temperatura del aire, la producción y las pérdidas de calor para un cerdo de 60 kg con un consumo diario de energía (EM) de dos veces el mantenimiento. (Esmay, 1969).....	23
Gráfico N°7: Diferentes fases del cerdo en crecimiento	28
Grafico N° 8: Temperaturas y precipitaciones registradas durante el periodo de ensayo	35
Gráfico N° 9: Evolución del PV en kilos por semanas de vida	45
Gráfico N°10: Ganancia diaria de peso (GDP).....	46
Gráfico N°11: Dispersión de valores de GDP	47
Gráfico N°12: Días a faena (DF) medido en días de vida sobre la evolución del PV en kilos	48
Gráfico N°13: Consumo alimenticio	49
Gráfico N°14: Eficiencia de conversión.....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Escalas de temperaturas confort por categorías:	26
Tabla N°2: Distintos mecanismos fisiológicos que se activan en los homeotermos ante el descenso de la T° ambiental.	27
Tabla N°3: Distintos tipos de comportamiento de los cerdos	32
Tabla N°4: Valores medios de indicadores productivos	48
Tabla N°5: Valores de la composición de la canal	52

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo comparar el desempeño productivo de cerdos en etapa de terminación criados en dos sistemas de engorde: cama profunda (CP) y aire libre (AL), bajo las condiciones climáticas invernales de la Norpatagonia. El estudio se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior (INTA – Río Negro) durante el invierno de 2018, utilizando 18 cerdos híbridos Yorkshire x Pietrain, distribuidos de manera aleatoria en ambos sistemas.

A lo largo del ensayo se registraron variables productivas clave: peso vivo (PV), ganancia diaria de peso (GDP), consumo alimenticio (CA), eficiencia de conversión (EC) y días a faena (DF); además de parámetros de composición de la canal, como el porcentaje de carne magra (% magro). Los animales alojados en cama profunda mostraron un mejor desempeño general, manteniendo una curva de crecimiento más estable y cercana a la esperada en condiciones de confort térmico, mientras que los criados al aire libre presentaron pérdidas de peso iniciales y una marcada variabilidad atribuida al estrés por frío.

Los resultados demostraron diferencias significativas entre sistemas. El tratamiento CP registró menor consumo de alimento, mejor eficiencia de conversión y 28 días menos para alcanzar el peso de faena, en comparación con AL. El contenido de carne magra no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos, indicando que la modificación del ambiente no afectó negativamente la calidad de la canal.

En conclusión, el sistema de cama profunda se presenta como una alternativa eficiente y viable para mitigar los efectos ambientales invernales característicos de la Norpatagonia, permitiendo mejorar el rendimiento de los cerdos y optimizar el uso del alimento sin perjudicar la calidad de la canal. Este sistema constituye una herramienta productiva sustentable y adaptable a las condiciones de la región, especialmente para pequeños y medianos productores.

Palabras claves:

Cama profunda; engorde; eficiencia de conversión; ganancia diaria de peso; estrés por frío; Norpatagonia; bienestar animal; sistema al aire libre; composición de la canal.

ABSTRACT

“EVALUATION OF THE FEED CONVERSION EFFICIENCY OF DEEP-BED PIG FARMING UNDER WINTER CONDITIONS IN NORTHERN PATAGONIA”

The present study aimed to compare the productive performance of finishing pigs raised under two production systems: deep bedding (DB) and open-air paddocks (AL) during the winter conditions of Northern Patagonia. The trial was conducted at the Valle Inferior Experimental Station (INTA – Río Negro) in 2018, using 18 Yorkshire x Pietrain hybrid pigs, randomly assigned to both systems.

Throughout the finishing period, key productive variables were recorded: live weight (LW), average daily gain (ADG), feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR), and days to slaughter (DS), as well as carcass traits such as the percentage of lean meat. Pigs housed in the deep bedding system showed more stable growth curves and performance closer to that expected under thermal comfort conditions, while those raised outdoors exhibited initial weight loss and greater variability due to cold stress.

Significant differences were observed between systems. Deep bedding pigs had lower feed intake, better feed conversion, and required 28 fewer days to reach slaughter weight compared to open-air pigs. No statistical differences were found in lean meat percentage, indicating that environmental modification did not negatively affect carcass quality.

In conclusion, the deep bedding system proved to be an effective and viable strategy to mitigate harsh winter conditions in Northern Patagonia, enhancing productive performance and feed efficiency without compromising carcass composition. This system represents a sustainable and adaptable resource to improve pig production in the region, particularly for small and medium-scale producers.

Key words:

Deep bedding; pig production; finishing pigs; feed conversion efficiency; average daily gain; cold stress; Northern Patagonia; animal welfare; outdoor system; carcass composition.

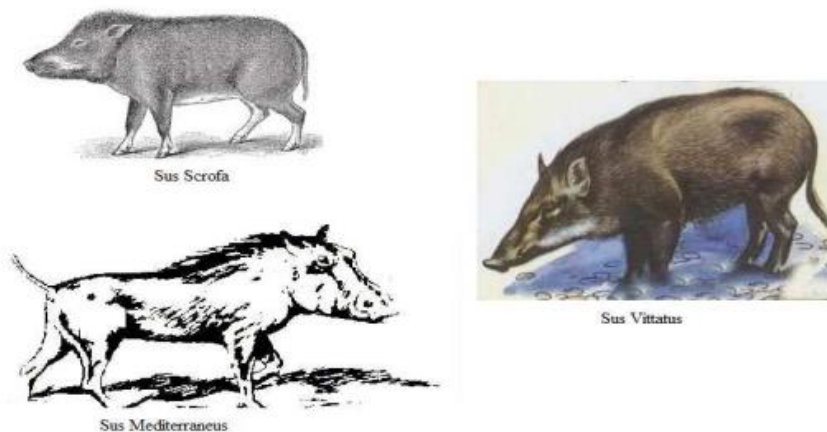
1. INTRODUCCIÓN:

1.1 Historia de la producción de cerdos 🐷

El cerdo es un animal omnívoro, de naturaleza precoz y prolífica, de ciclo reproductivo no mayor a 4 meses. Se adapta fácilmente a diferentes climas, ambientes y formas de crianza; posee gran capacidad para convertir el alimento en carne, con buena conversión alimenticia. Todas estas características hacen que la especie tenga un potencial productivo de excelencia.

La carne del cerdo moderno comparada con sus ancestros es la que mayores cambios genéticos ha obtenido durante la historia. Las actuales razas de los cerdos domésticos se derivaron de tres especies (Imagen N°1): *Sus scrofa*, que es el cerdo europeo; *Sus mediterraneus* o jabalí mediterráneo; y *Sus vittatus*, que es el cerdo salvaje del este y sudeste de Asia (Jurado, 2008, p.14-16).

Imagen N°1 Especies porcinas



Fuente: www.planet-mammiferes.org

Gallardo Salazar (2014) sostiene que las especies de jabalíes, que aún viven en los bosques alimentándose de pequeños animales, tubérculos, frutos, pastos nativos, tienen colmillos para su defensa y buena velocidad para huir de animales mayores; unos cuartos musculosos, cuerpo corto y un tren anterior musculoso que le dan rapidez de movimiento y agilidad, y su cabeza es pesada e insertada firmemente para golpear a sus enemigos. El cerdo original vivió en forma sedentaria alrededor de los pueblos y posteriormente el hombre lo confinó y empezó a alimentarlo.

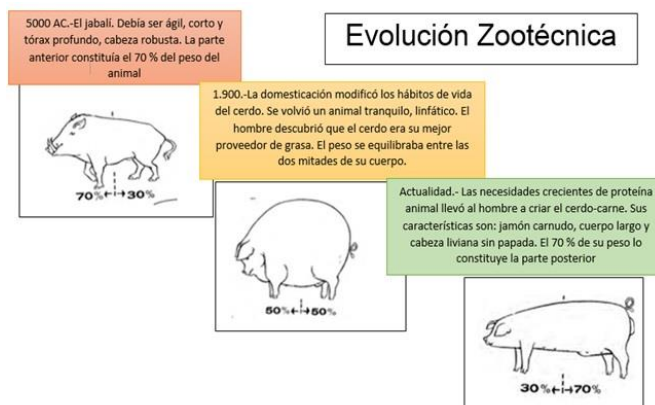
En el continente americano, la especie porcina fue introducida por los conquistadores españoles, en un principio para su utilización como grasa animal y no tanto como carne para consumo humano. Hacia fines del siglo XVI, la producción porcina se encontraba en casi todas las poblaciones de América colonizadas por los españoles. Esta excelente proliferación fue debido a la gran variedad de recursos alimenticios presentes en el continente (Gallardo Salazar, 2014, p.11).

En este sentido, la especie porcina a través del tiempo ha tenido la capacidad de adaptarse al territorio, creando mecanismos de autodefensa contra las condiciones ambientales adversas: intemperie, cambios climáticos, alimentación deficiente. Esto ha generado en la especie, características como: resistencia a enfermedades, instinto rebuscador, formas de aprovechamiento de toda clase de recursos alimenticios, mecanismos fisiológicos para la transformación de forrajes; factores que fueron altamente ventajosas para su explotación por parte de la familia rural (Gallardo Salazar, 2014, p.11).

Con el transcurso del tiempo, de la mano del hombre, la especie porcina ha sufrido grandes modificaciones morfológicas y fisiológicas, llamada evolución zootécnica, adaptándose tanto al lugar donde vive, como así también a las necesidades de la especie humana. Hacia inicios del siglo XX se requería en mayor medida un cerdo con gran contenido graso, por lo que se producía un animal de 125 -140 Kg, en un tiempo de producción de 12 a 18 meses con una base alimenticia de alto contenido de carbohidratos o energía.

Con el paso del tiempo, hacia la década del 30', debido al gran desarrollo de la industria de grasas y aceites, la grasa de cerdo por su costo fue reemplazada paulatinamente por la grasa vegetal, ya que ésta última es posible de producir en mayor cantidad y en menor tiempo (Imagen N°2).

Imagen N°2: Evolución Zootécnica



Fuente: Elaboración propia con datos de MANUAL DE PORCINOS- 3º año ciclo básico agrario.

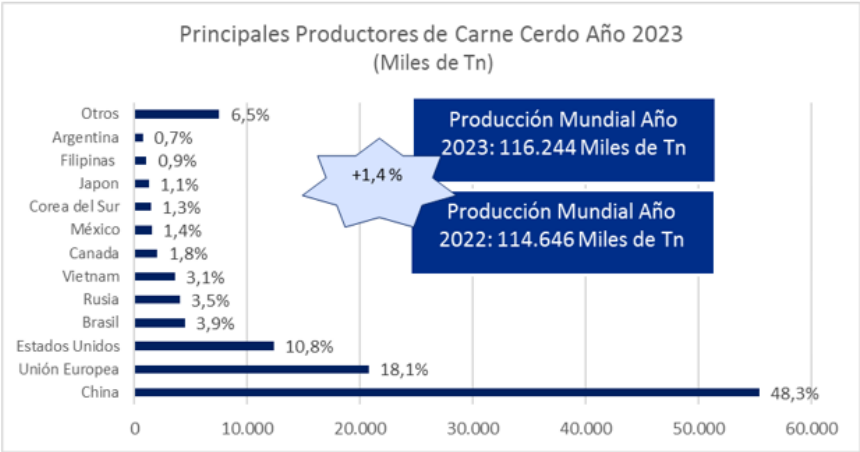
Debido a la tendencia hacia los cuidados de la salud, para contrarrestar los prejuicios de las personas hacia la carne porcina por su contenido de grasa, se ha logrado reducir en gran medida el contenido de la misma mediante mejoramiento genético, alimentación balanceada y modificaciones en instalaciones y manejo. De esta manera se consigue posicionarse en el mercado como una de las carnes más magras disponible para el consumo humano. En la actualidad, el cerdo se considera una de las carnes más consumidas en el mundo. A su vez esta especie es la más eficiente en la producción pecuaria ya que deja poco desperdicio, pues todo es aprovechable: carne, hueso, intestinos, piel, pelos, sangre, etc.

1.2 Contexto nacional e internacional de la producción de cerdos 🐷

Como se mencionó anteriormente, la producción de cerdos a nivel mundial es una de las más importantes, debido a su alta conversión de alimento, su rápido crecimiento y una alta adaptabilidad a los diferentes sistemas de producción.

Según los datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) para abril 2024, se produjeron en el mundo 116.244 millones de toneladas de carne porcina. El principal productor es la República Popular China con el 48,3% del total mundial, le siguen en orden de importancia la Unión Europea (UE) con el 18,1% y Estados Unidos con un 10,8%. La producción argentina representa sólo el 0,7% del total mundial.

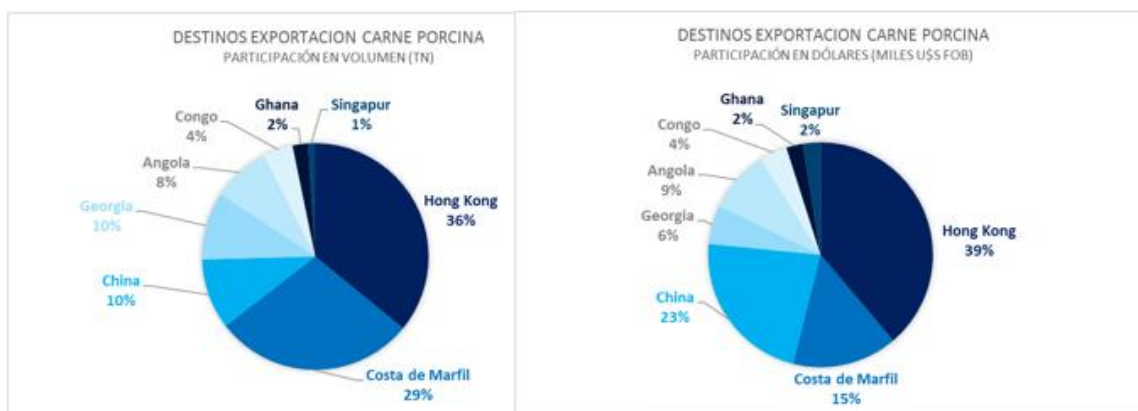
Grafico N°1: Principales productores de carne de cerdo



Fuente: Área Porcinos de la Dirección de Porcinos, Aves y Animales de granja con datos de la USDA

A nivel nacional, los principales destinos de las exportaciones son Hong Kong, Costa de Marfil, China, Georgia y Angola, que en conjunto concentran el 90% del total exportado. Por otro lado, las principales importaciones provienen de Brasil, que aporta el 85% del volumen total, seguido por Dinamarca con una participación del 4,2%

Grafico N°2 Principales destinos exportadores de carne de cerdo



Fuente: Área Porcinos de la Dirección de Porcinos, Aves y Animales de granja con datos de INDEC

En términos de consumo per cápita, en el año 2024 Argentina se consolidó como el segundo país con mayor consumo promedio de carne a nivel mundial, alcanzando los 115 kilogramos por habitante. El primer lugar fue ocupado por Estados Unidos, con 120 kg per cápita, mientras que Australia se ubicó en la tercera posición con 105 kg por habitante (Imagen N°3).

A pesar de esta elevada ingesta total, puede observarse que dentro de la estructura del consumo argentino la carne porcina representa el menor porcentaje en comparación con las carnes aviar y bovina.

Imagen N°3: Informe de la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR) sobre el consumo de carne per cápita para el año 2024.



Fuente: <https://infopork.com/2025/01/argentina-segunda-en-el-ranking-mundial-de-consumo-de-carne-por-habitante>

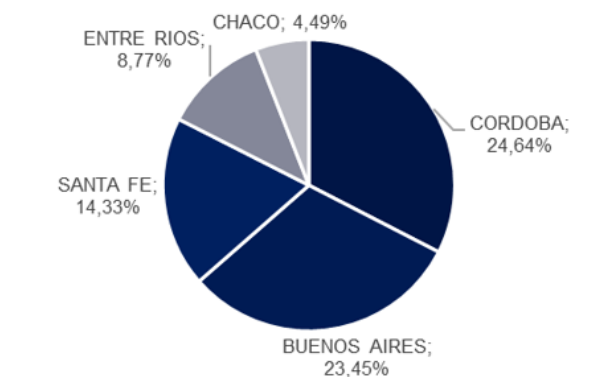
Por otra parte, a nivel mundial la carne porcina continúa siendo la de mayor consumo, alcanzando en 2024 un volumen de 114,6 millones de toneladas, según datos del United States Department of Agriculture (USDA). Aunque Argentina duplicó su consumo per cápita de carne de cerdo en los últimos doce años, el país aún se encuentra lejos de los primeros puestos del ranking internacional. En 2024, el consumo promedio fue de 17,7 kg por habitante, lo que ubicó a Argentina en la posición número 19.

La producción porcina en la Argentina actualmente se caracteriza por una alta tecnificación en el estrato empresarial, mientras que los pequeños productores mantienen una importante brecha productiva y tecnológica (Brunori, 2012).

1.3 Contexto provincial y regional 🗺️

A partir de los datos brindados por el Sistema Integrado de Gestión de Sanidad Animal (SIGSA) del Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA), las existencias porcinas en Argentina en el año 2023 fueron 5.887.401 cabezas (7,5 % más respecto al año 2022), donde el 75 % de las mismas se distribuyeron entre las provincias de Córdoba, Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y Chaco.

Grafico N°3: Distribución de existencias porcinas, principales provincias año 2023



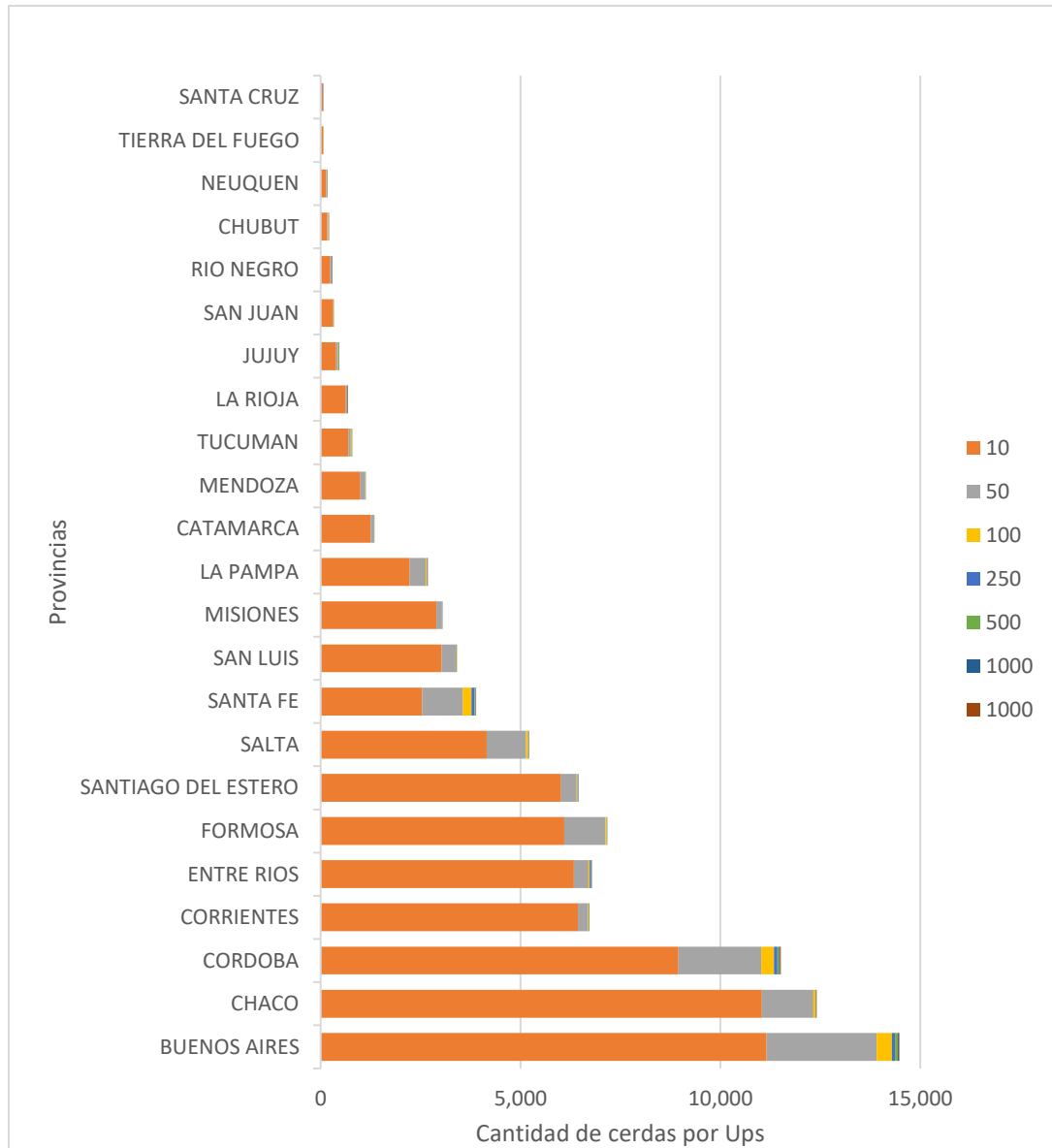
Fuente: Área Porcinos de la Dirección de Porcinos, Aves y Animales de Granja con datos de SIGSA – SENASA

Esta producción se centra en las provincias donde la materia prima para la fabricación de alimentos es más accesible, lo que hace que se abaraten los costos de producción, ya que el 60% de los mismos se adjudica al alimento.

Otro aspecto que caracteriza a la producción porcina es su estratificación en cuanto al tipo de productores o unidades productivas que existen en las distintas provincias. Si se analizan las unidades productivas (UPs) según el número de cerdas, de acuerdo con los datos de SIGSA, el 90 % de las UPs tienen entre 1 a 50 cerdas (87.291 UPs), mientras que sólo el 0,1 % (139 UPs) posee más de 500 cerdas.

En el gráfico a continuación, que presenta la distribución provincial de dicha estratificación, se puede observar como Rio Negro y todas las provincias que conforman la región Patagónica, tienen una baja participación del 1.05% en la producción de cerdos a nivel nacional (Grafico N°4).

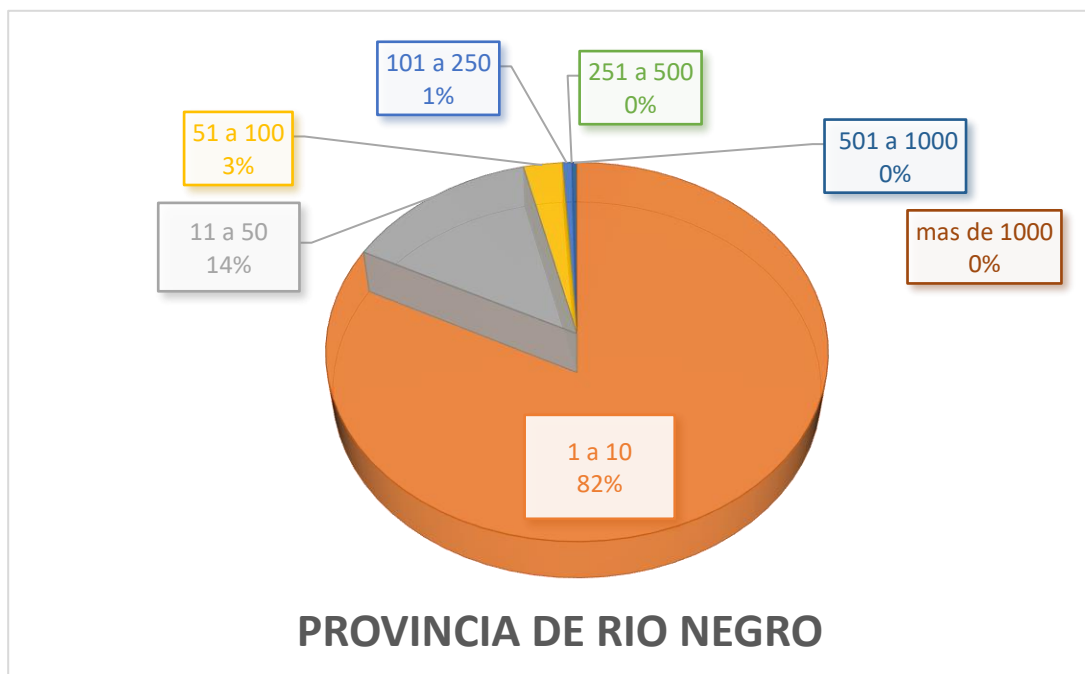
Grafico N°4: Estratificación de las Ups según cantidad de cerdas distribuidas por provincia – Marzo 2023



Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Porcino 2023

Así mismo, de los datos del SIGSA se puede visualizar en el siguiente Grafico N°5 que en Rio Negro, al igual que en todas las provincias, las UPs de mayor presencia son las más pequeñas, que poseen entre 1 y 10 madres, con el 82% del total. Le siguen con un 14% las UPs de entre 11 y 50 madres y las restantes categorías de UPs son insignificantes o inexistentes para la provincia.

Gráfico N°5: Estratificación de las Ups según cantidad de cerdas en la provincia de Río Negro.



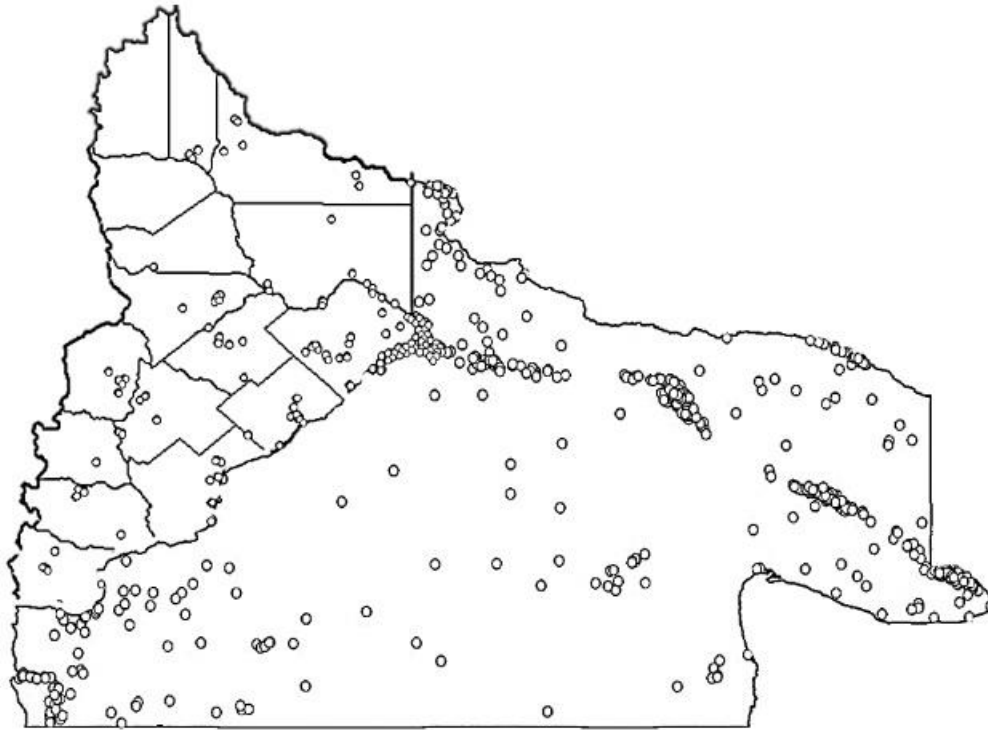
Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Porcino 2023-

El stock de animales registrados por SENASA en la provincia de Río Negro para el año 2023 alcanzó las 28.519 cabezas, distribuidas en 318 UPs. De un total de 3.834 madres declaradas, aproximadamente un 14% se encuentran en establecimientos que se reconocen como “productores porcinos”, que tienen entre 10 a 50 madres (variando según la venta estacional) y realizan terminación de escaso porcentaje de capones y discontinuados en el tiempo. Sólo algunos casos aislados superan esta cantidad de madres (3% UPs). Las restantes cerdas (82%) están distribuidas en productores familiares que tienen grupos de 3 a 5 madres como producción alternativa para consumo o venta directa, en condiciones marginales (SENASA, 2023).

Al igual que ese 82% de las UPs que se encuentran registradas, se estima que existe otro tanto de establecimientos no registrados de similares características con una producción porcina marginal. Para este estrato la importancia de esta producción radica en que generalmente son habitantes rurales o de áreas periurbanas que su fuente de ingreso económico depende de actividades de granja intensivas para autoconsumo o venta de excedentes tales como huerta, aves y cerdos. Ello justifica la distribución geográfica (Imagen N°4), ya que la gran mayoría de los establecimientos se encuentran concentrados en las zonas de valles bajo riego y cinturones periurbanos de los núcleos poblacionales, y en escasa proporción en pequeños valles o mallines de la estepa rionegrina. Esta situación se refleja en el

partido de Adolfo Alsina donde la predominancia del estrato productivo de 1 a 10 madres es del 99% de las UPs registradas (Alder y Gilardi, 2018).

Imagen N°4: Distribución geográfica de establecimientos porcinos en Patagonia Norte



Fuente: SENASA, Dirección de Control de Gestión y Programas Especiales, Dirección Nacional de Sanidad Animal –SIGSA.

1.4 Características del sector 🇦🇷

Una forma de clasificación del eslabón primario de la cadena de producción porcina, como se mencionó anteriormente, es en base al número de madres que integran una unidad productiva.

Otra forma de clasificación, es por tipo de producto logrado. Así existen: establecimientos productores de genética (cabañas); granjas de cría, recría e invernada (ciclo completo); y los invernadores que acopian lechones para engordarlos y terminarlos como capones.

Una tercera forma de clasificación es en base a la tecnificación del sistema de producción utilizado. Argentina posee una gran heterogeneidad de establecimientos productivos, donde coexisten: tenedores de cerdos, pequeños y medianos

productores tradicionales escasamente tecnificados, y grandes granjas comerciales altamente tecnificadas. De acuerdo a esta clasificación se pueden citar 3 sistemas (ONCCA, 2011, p.7-8):

➤ **Tradicional a campo:**

Se trata en mayor medida de una producción de autoconsumo y venta de excedentes, generalmente en forma de chacinados, ventas de lechones en forma particular (mercados informales), y comercialización de capones por medio de intermediarios. Las instalaciones son precarias, con corrales a campo de alambrados o materiales reciclados (palets) en la mayoría de los casos de superficies insuficientes para la especie, lo que impacta sobre la degradación del suelo de los mismos. En cuanto a la alimentación, regularmente se utiliza maíz entero o molido, aunque debido al incremento en el precio interno, derivado del alza de precios del mercado internacional, este insumo hace cada vez menos rentable éste tipo de producción. La mano de obra utilizada es la familiar y generalmente se logra una producción anual de entre 10 a 12 lechones por madre y cuenta con no más de 10 madres.

Imagen N°5: Producción de cerdo tradicional



Fuente: www.razasporcinas.com

➤ **Tradicional mejorado:**

En este caso, la producción es realizada en forma completa a campo; o bien, aparece como opción, en alguna de sus etapas, el confinamiento. La utilización de tecnología se da en forma parcial, a través del mejoramiento genético, la utilización de alimentos balanceados, o instalaciones mejoradas para las etapas de parición con el uso de parideras móviles, y gestación y recría con los sistemas de cama profunda. La comercialización se efectúa a través de intermediarios o en forma

directa a frigoríficos. Con respecto a la producción anual alcanza un promedio de 14 a 16 lechones por madre. En este sistema de producción se utiliza mano de obra familiar y en algunos casos aparece como opción la incorporación de mano de obra asalariada, con bajo nivel de calificación. La cantidad de madres que se manejan en este tipo de explotaciones va entre 11 y 50 madres.

Imagen N°6. Producción de cerdo tradicional mejorado



Fuente: www.razasporcinas.com

➤ **Empresarial:**

Son granjas empresariales que realizan su producción bajo cubierta, esto es en galpones altamente tecnificados con sistemas de alimentación balanceada por ración, manejo sanitario estricto, uso de material genético y asistencia técnica permanente. El personal que se desempeña está afectado de forma permanente y directa a la actividad. Con respecto a la producción anual, se obtienen en promedio superior a 20 lechones por madre, siendo su comercialización directa a frigorífico o con propios puntos de venta al consumidor. En este tipo de explotaciones netamente intensivas se cuenta con un número de madres mayor a 50.

Imagen N°7: Producción de cerdo empresarial



Fuente: www.razasporcinas.com

1.5. Descripción del Sistema de Cama Profunda 🐷

El sistema de cama profunda (CP) es una alternativa viable en la producción porcina a pequeña escala que contribuye al incremento de la producción de carne de cerdo en países en desarrollo con un mínimo impacto ambiental (Wastell et al. 2001), y se define bajo el concepto de proveer al animal la habilidad de seleccionar y modificar su propio micro ambiente a través del material de la cama (Hill 2000).

Se trata de una alternativa de sistema confinado de bajo costo, para animales en crecimiento y/o en gestación. Se fundamenta en dar reparo en instalaciones de fácil armado cuya estructura principal es de caño, hierro o madera, cubiertas con distintos tipos de materiales, tanto en paredes como en techo, y complementando el manejo del ambiente con la provisión de abundante cama de material seco absorbente que brinda confort al animal (Alder, 2018).

Estas instalaciones han recibido el nombre genérico de invernáculos, túneles, sistemas de cama profunda, *deep bedding* o *hoop shelters*. Estos diseños poseen importantes ventajas entre las que se destacan los factores referidos al costo, medio ambiente y bienestar animal.

El uso de cama en estos sistemas tiene como principal objetivo, reducir las pérdidas de calor de los animales. Como ventaja adicional, en determinadas zonas de la cama, por efecto de la fermentación existente, se producen focos de calor dentro de la instalación. Este aislamiento térmico y calor adicional, modifica la temperatura crítica inferior de los cerdos a valores próximos al confort térmico. Además, y teniendo en cuenta que el follaje de cobertura atempera la temperatura de las superficies, en climas templados o cálidos se considera un buen “buffer” de temperatura en comparación a superficies desnudas.

1.6. Descripción del Sistema Aire Libre 🐷

El sistema de engorde de cerdos al aire libre consiste en la cría y terminación de los animales en parcelas o piquetes a campo, donde tienen acceso directo al suelo y a las condiciones ambientales naturales. En este sistema se utilizan instalaciones simples, tales como refugios, comederos y bebederos, que permiten satisfacer los requerimientos productivos de los animales. Este modelo productivo presenta menores requerimientos de inversión en infraestructura y se adapta especialmente a sistemas extensivos o semi-intensivos, aunque requiere un adecuado manejo de la carga animal, el suelo y los aspectos sanitarios (Brunori.J, 2013).

1.7. Requerimientos de la especie 🐷

En la explotación del cerdo es de gran importancia conocer el ciclo de producción porcina y sus requerimientos específicos, ya que el manejo de estas etapas, al igual que de todo el sistema de producción del cerdo desde el momento de su nacimiento hasta que es llevado al mercado, determinan los beneficios o pérdidas de tipo económico.

1.7.1 Requerimientos ambientales 🐷

El ambiente se refiere tanto al clima como a las condiciones ambientales que se generen en las instalaciones de producción. Comprende la temperatura, el sol, la humedad y el aire (calidad y cantidad) que predominan sobre una región y en un

ámbito productivo. Los animales, en un planteo productivo, no pueden sustraerse a la acción ambiental de estos factores que influyen sobre su piel, desarrollo y crecimiento. Una buena regulación del ambiente es un factor determinante en el éxito de la producción.

Los factores que componen el “ambiente” según describen Bond y Kelly, pueden separarse, por una cuestión de conveniencia, en físicos, sociales y termales. Los factores “físicos” se refieren a aspectos como espacio, luz, sonido, presión atmosférica e instalaciones en general. Los factores “sociales” son el tamaño de grupos, ordenes de dominancia y otros aspectos del comportamiento animal. Los factores “termales” se refieren a temperaturas del aire, humedad relativa, corrientes de aire y radiación (Bond y Kelly, 1960).

Por su parte, los animales pueden clasificarse en dos grandes grupos generales: en poiquilotermos o de sangre fría y en homeotermos o de sangre caliente, entre estos últimos se encuentran todos los mamíferos de granja y las aves. Los animales homeotermos mantienen una temperatura corporal relativamente constante mediante estrategias de generación o disipación de energía.

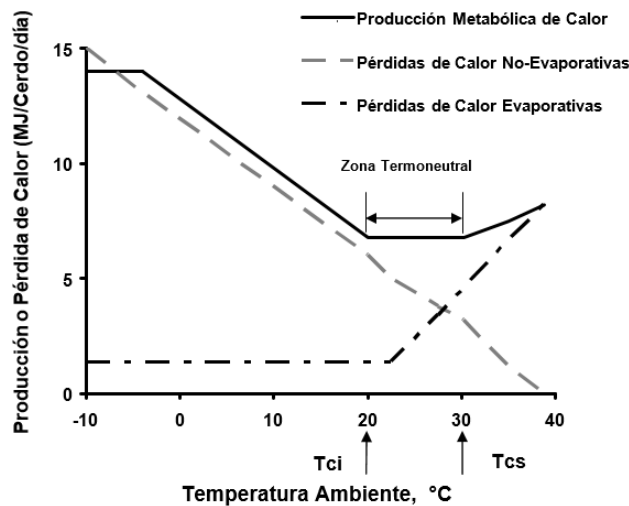
Los homeotermos poseen un sistema termorregulador que mantiene un ambiente interno estable (homeóstasis) mediante la conversión de la energía de los alimentos en calor. El calor se genera por el metabolismo oxidativo de las proteínas, grasas y carbohidratos. Todos los procesos metabólicos generan una cantidad sustancial de calor, que es retenido dentro del cuerpo por capas aislantes de grasa, plumas o pelos. Los intercambios de calor son regulados de forma tal que, en un período dado de tiempo, el calor producido dentro del cuerpo sea igual a la cantidad de calor perdido (equilibrio térmico), permitiendo así el mantenimiento de una temperatura corporal constante.

En ambientes donde la temperatura externa es inferior a la corporal, los animales pueden reducir la pérdida de calor o *termólisis* mediante diferentes estrategias: disminución de la circulación de la piel; maximización de la aislación térmica mediante cambios en la cobertura corporal (pelos, plumas o piel); minimizando la pérdida de calor evaporativo (manteniéndose secos); o minimización del área corporal expuesta al ambiente externo agrupándose con otros animales o buscando protección del viento en lugares reparados. La producción de calor o *termogénesis* es regulada mediante mecanismos como: cambios en el tono muscular; tiritar o temblar; y la secreción de las glándulas endocrinas que incrementan la producción metabólica de calor. Los homeotermos regulan su temperatura corporal a través del Sistema Nervioso Autónomo, una parte del sistema nervioso encargada de regular funciones metabólicas involuntarias.

El calor producido puede tener varios orígenes, tales como: procesos metabólicos vitales (respiración, circulación); ingestión y digestión de los alimentos; y la actividad muscular. A su vez pueden adquirir calor de fuentes externas como la radiación solar o equipos de generación de calor. Cuando los animales son mantenidos en un ambiente frío, pueden verse forzados a producir calor extra para mantener su temperatura corporal a un nivel constante.

Cuando el animal se encuentra en equilibrio con el ambiente o a temperatura de confort, la tasa de producción metabólica de calor es mínima e independiente de la temperatura del aire, con consumos de alimento y actividad física estables. Este nivel de producción de calor es denominado Tasa Metabólica en Reposo (Mtn) y se dan en un rango de temperaturas ambientales denominada *Zona Termoneutral* (Grafico N°6), delimitada por la *Temperatura crítica inferior* (Tci) y la *Temperatura crítica superior* (Tcs). Dentro de esta zona la tasa metabólica es mínima y el animal puede mantener su homeotermia mediante compensaciones “físicas” como alteración del flujo de sangre periférica, pilo erección o cambios de postura (Esmay, 1969).

Gráfico N° 6: Diagrama metabólico. Representación de la relación entre la temperatura del aire, la producción y las pérdidas de calor para un cerdo de 60 kg con un consumo diario de energía (EM) de dos veces el mantenimiento.



Fuente: Esmay, 1969

La Temperatura crítica inferior (Tci) se podría definir como la temperatura del aire por debajo de la cual el animal debe incrementar su producción metabólica de calor para mantener el equilibrio térmico. Bajo estas condiciones, la producción de calor se hace cada vez más dependiente de la temperatura del aire. En condiciones

ambientales por debajo de la T_{ci} , los animales deben incrementar su tasa metabólica por encima del valor de “reposo”, para balancear la tasa o ritmo de pérdida de calor hacia los alrededores. Por ello, el conocimiento de los valores de T_{ci} es fundamental ya que, mantener los animales dentro de la zona termoneutral asegura que el proceso de producción sea eficiente. En cambio, si no se garantiza esta termoneutralidad en épocas de bajas temperaturas, el animal estará derivando energía del alimento para la producción de calor termoregulatorio. Por ejemplo, en los cerdos en crecimiento alimentados a discreción o *ad libitum* mediante comederos automáticos, aumenta el consumo voluntario cuando la temperatura ambiental se encuentre por debajo de la T_{ci} . La ganancia de peso no cambia respecto a la termoneutralidad ya que una parte de la energía será empleada solo para mantener la termoneutralidad y no para funciones de producción, de manera que empeorará la conversión del alimento. De igual manera, si el alimento fuera restringido en cantidades diarias fijas por debajo del apetito o consumo voluntario, se afectará el aumento diario de peso, y en consecuencia la conversión del alimento.

Así mismo, las temperaturas críticas dependerán del agrupamiento de los cerdos. Los valores mencionados en la literatura corresponden mayormente a cerdos alojados individualmente. Los animales pueden modificar su ambiente térmico mediante “cooperación social”, por ejemplo, apretujándose unos con otros, disminuyendo la superficie expuesta y de esta forma la pérdida de calor.

El grado de estrés por frío está influenciado por muchos factores, como la temperatura, el viento, la humedad y los reparos. La *temperatura efectiva*, es la suma de todos los efectos ambientales sobre el animal y está definida como el efecto total de calentamiento o enfriamiento del ambiente. A pesar de que el termómetro puede indicar, por ejemplo, una temperatura de 4 °C, la temperatura efectiva puede estar varios grados por debajo o por encima. Por ejemplo, la lluvia y el viento reducen la aislación térmica de la capa de pelos, incrementan la pérdida de calor convectivo y disminuyen por lo tanto la temperatura efectiva. Por el contrario, una cama de paja genera un mayor aislamiento con una disminución de la pérdida de calor convectivo y en consecuencia un aumento de la temperatura efectiva.

La pérdida de calor hacia el ambiente externo se realiza mediante dos rutas o formas principales: en primer lugar por la transferencia no-evaporativa de calor hacia el aire y superficies adyacentes al animal mediante radiación, convección y/o conducción; en segundo lugar mediante la transferencia de calor evaporativo, asociado con la pérdida de vapor de agua desde la superficie corporal y el sistema respiratorio (Wathes y Charles, 1994).

La radiación es el intercambio de calor entre dos objetos que no están en contacto, el calor fluye desde el objeto más caliente al más frío. Por el contrario, la convección es el flujo o transferencia de calor mediante el movimiento del aire o del agua. Se debe a la redistribución de moléculas dentro del fluido en cuestión. En los animales la transferencia de calor por convección ocurre entre la superficie externa del cuerpo y el aire que lo rodea. Su magnitud depende de dos factores: la diferencia de temperaturas entre la superficie del animal y el aire; y la aislación térmica provista por la capa límite de aire alrededor del cuerpo. La conducción es el flujo o transferencia de calor entre un animal y cualquier superficie, particularmente el piso, con la que esté en contacto. A diferencia de la convección aquí no existe translocación relativa de moléculas. Las moléculas más calientes imparten energía cinética a las moléculas más frías mediante contacto directo.

Por ejemplo, un animal parado al sol, en un día claro de invierno, recibe calor solar mediante radiación. De igual manera bajo confinamiento un animal puede perder calor por radiación, cuando las temperaturas de las paredes y del techo sean más bajas que la temperatura del animal. Sin embargo, las bajas velocidades del aire, típicas del ambiente de los edificios de confinamiento, la tasa de pérdida de calor por intercambio de radiación es tan importante como la convección, especialmente para grandes animales. Consecuentemente, la convección es dominante a altas velocidades del viento y a eso se debe la ventaja ambiental que proporcionan los reparos o barreras para viento. Por el contrario, las velocidades del aire deben ser bajas, para que el calentamiento infrarrojo sea efectivo.

Entre los homeotermos de granja, el cerdo es un animal muy rústico con gran capacidad de adaptación al ambiente que, en condiciones climáticas favorables puede manifestar todo su potencial productivo. Tienen una temperatura corporal de 39°C, con una pequeña variación diaria (diurna) de unos pocos grados, decreciendo usualmente en la mañana temprano y aumentando hacia el anochecer (Cunningham y Acker, 2000). En general prefiere climas templados que favorecen su termorregulación, donde las temperaturas medias anuales oscilan en los 16 a 22°C cercanas a su zona de confort (Tabla N°1), con mínimas no menores a 5°C y máximas inferiores a los 32°C, con valores de humedad relativa medios entre el 55 y el 75%, ya que con una humedad inferior al 30%, el sistema respiratorio puede deshidratarse y los cerdos volverse más vulnerables a los gérmenes.

Tabla N°1: Escalas de temperaturas confort por categorías:

Categoría	Escala de Temperatura de confort
Paridera (cerdas)	16 a 21 °C
Lechigada (descanso)	27 a 32 °C
Lactancia (cerdas)	15 a 18 °C
Lechones	15 a 24 °C
Recría	18 a 21 °C

Fuera de esos límites ambientales recomendados la especie requiere de protecciones planificadas por el hombre. Instalaciones inadecuadas pueden afectar la temperatura efectiva y transformar un buen clima de la región en un ambiente productivo inapropiado que en la práctica esto implica que los cerdos se encuentren por debajo de la Tci con un aumento de la generación de calor termoregulatorio. En la tabla a continuación pueden observarse los mecanismos mediante los cuales los cerdos se adaptan a temperaturas ambientales en descenso (Tabla N°2).

Tabla N°2: Distintos mecanismos fisiológicos que se activan en los homeotermos ante el descenso de la T° ambiental.

Temperaturas Ambientales En Descenso.	
Reducción de la pérdida de calor mediante	Incremento en la producción de calor mediante:
1. Vasoconstricción periférica.	1. Incrementando el consumo del alimento. (Mayor ingesta de energía, incremento calórico de la digestión).
1 Incremento de la aislación corporal (mediante aumento de la cobertura adiposa, incrementando la capa de pelo: Mayor densidad y pelos más largos. Pilo erección	2. Incrementando la actividad física. Temblor involuntario en condiciones extremas de frío.
2 Búsqueda de protección o cobertura del viento, lluvia, nieve, etc.	3. Búsqueda de la exposición a la radiación solar.
3 Reducción del área superficial. Mediante cambios de postura corporal agrupándose estrechamente con otros animales.	

Elaboración propia con datos del “Sitio Argentino de Producción Animal”

En cerdos en crecimiento confinados y alimentados *ad libitum*, las corrientes de aire en invierno pueden afectar la eficiencia de conversión del alimento al incrementar las pérdidas de calor en los alojamientos. En la práctica estas corrientes de aire tienen a menudo una temperatura más baja que el aire de los corrales, aumentando la pérdida de calor.

Los animales que permanecen de pie pierden pequeñas cantidades de calor por conducción debido a que el área de contacto con el piso es muy pequeña. Sin embargo, la pérdida de calor conductivo puede ser significativa para un animal echado, cuando el piso está constituido por materiales que sean relativamente buenos conductores como: concreto, chapas de hierro perforadas, alambre tejido, usados en los sistemas de confinamiento. Un cerdo echado sobre un piso frío de listones de concretos (“Slats”) pierde calor por conducción hacia el piso. Por el contrario, se produce un efecto positivo de la “cama de paja o viruta de madera” debido en gran parte al efecto aislante que disminuye la pérdida de calor por

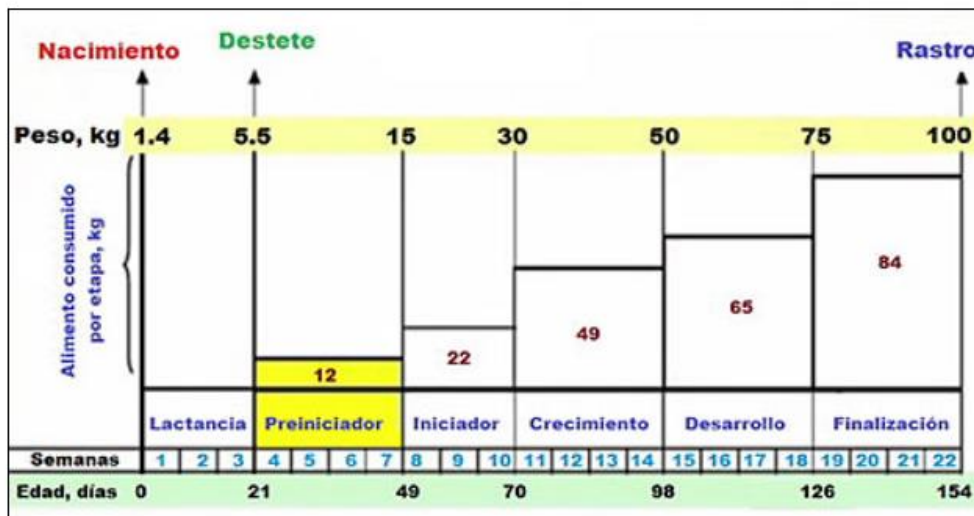
conducción, y adicionalmente crea una especie de “microclima”, que disminuye la pérdida de calor por convección.

A su vez el ambiente tiene gran impacto sobre la sanidad porcina, ya que todo factor estresante induce a una baja en los anticuerpos exponiendo al animal a diversas enfermedades. Por otro lado, ambientes contaminados (barros) pueden tener mayor carga patógena.

1.7.2 Requerimientos nutricionales:

La alimentación representa entre 65 – 70 % de los costos de producción de un cerdo. El engorde representa más del 70% de este porcentaje, por esta razón se debe realizar una nutrición de precisión en función de los requerimientos nutricionales fraccionada en tres o más etapas o fases importantes: Crecimiento, desarrollo y terminación (Gráfico N°7).

Gráfico N°7: Diferentes fases del cerdo en crecimiento



Fuente: Raúl Águila, 2010

Las dietas se deben formular balanceadas: con la incorporación de ingredientes que garanticen la inocuidad, trazabilidad, bienestar animal y que sean amigable con el medioambiente; que contengan los nutrientes necesarios y en las cantidades correctas, en función de cada etapa fisiológica, peso, edad, sexo, el potencial genético y la temperatura del medioambiente; y diseñadas mediante el concepto de proteína ideal “sin déficit ni exceso” de aminoácidos esenciales (AA), a partir de los datos aportados por los laboratorios de análisis de calidad para la menor excreción de nitrógenos y fósforos.

Como mencionó Paulino (2016 a), el patrón de deposición tanto de tejido magro como de grasa que determina el potencial productivo del animal es regulado por la genética. Sin embargo, la tasa de *ganancia diaria de peso* (GDP) es condicionada por el programa de nutrición. Los genotipos magros tienen un mayor requerimiento proteico debido al volumen de AA que se utiliza en la síntesis de proteínas para el crecimiento del tejido muscular. La ingesta diaria de AA debe ser adecuada y en la proporción correcta para promover la deposición de proteína. Un equilibrio inadecuado en la cantidad de AA es una limitante para la GDP.

Como se mencionó anteriormente, los AA deben incorporarse mediante el concepto de proteína ideal. *Proteína ideal* se define como aquella que proporciona el equilibrio exacto de AA esenciales necesarios para un rendimiento óptimo y un crecimiento máximo para cada categoría. Dado que la *lisina* es el principal AA limitante para el crecimiento, el requisito para cada AA esencial se expresa como porcentaje en relación a la lisina.

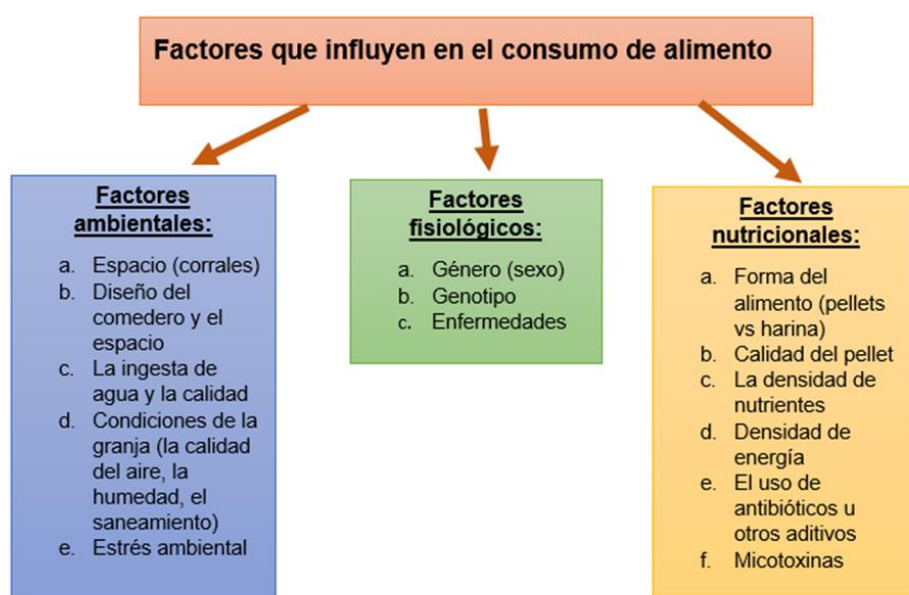
La deposición de proteínas de todo el cuerpo se ve directamente afectada por la concentración de AA y el contenido de energía de la dieta. El consumo de energía debe ser adecuado para cubrir los requerimientos de mantenimiento y del crecimiento. La máxima deposición de proteína sólo se puede lograr siempre que la dieta sea suficiente en AA y energía. Por lo tanto, la mejora de genotipos para deposición de proteínas requiere una ingesta de lisina superior para maximizar su potencial genético de crecimiento magro.

Cualquier restricción de la ingesta de energía será un obstáculo para lograr la máxima deposición de proteína. La energía es el nutriente más voluminoso en la dieta (aproximadamente el 70% del alimento). El consumo de energía puede ser reducido debido a las restricciones en el consumo de alimento o, debido a que la capacidad del intestino puede limitar la capacidad del cerdo para consumir suficiente alimento para satisfacer las demandas de energía de genotipos magros. Cualquier limitación o reducción del consumo de alimento reducirá el consumo de energía y AA. Esto tendrá un efecto directo sobre el crecimiento del animal y reducirá directamente el potencial de ganancia magra. La acumulación de proteínas óptima sólo se producirá si la ingesta de energía es suficiente.

La *eficiencia de conversión alimenticia* (EC), cantidad de alimento consumido por unidad de peso de animal producido, está directamente relacionada con la ingesta de energía diaria. Como mencionó Paulino, la eficiencia de deposición proteica es dependiente de la energía. Está documentado que existe una relación lineal entre ingesta diaria de energía y la mejora de la EC. Sin embargo, un exceso de cualquiera de los AA y/o de energía resultará en un aumento de la deposición de grasas en el cuerpo. Por lo tanto, el suministro dietético de AA y de energía debe estar en el equilibrio correcto para garantizar una tasa eficiente y económica de crecimiento.

El consumo de alimento es el factor más significativo que hará determinar si los cerdos en crecimiento alcanzan un rendimiento óptimo (Parsi *et al*, 2007). El consumo voluntario en los cerdos es regulado por varios factores que pueden aumentar o disminuir la ingesta total. Si el consumo de alimento se limita, el animal no logra la deposición de proteínas máxima, y como resultado la GDP será limitada, por ello es esencial controlar los factores que afectan el consumo de alimento. Los factores mencionados pueden clasificarse en: ambientales, aquellos que describen las condiciones ambientales en las que vive al animal; fisiológicos, intrínsecos del animal, y nutricionales, que son específicos de la dieta (Imagen N° 8).

Imagen N°8: Factores que afectan el consumo de alimento



Elaboración propia con datos del "Sitio Argentino de Producción Animal"

Un requerimiento nutricional muchas veces descuidado es el abastecimiento de agua. La provisión de agua resulta esencial para una producción, por ello es que debe estar disponible de forma continua, limpia y fresca y por eso es conveniente usar bebederos de tipo automático. En el caso de los cerdos pueden utilizarse bebederos tipo chupete, que se deben instalar de forma tal que se puedan mover para variar su altura con el crecimiento, para que el animal tome agua con la cabeza ligeramente extendida hacia arriba. Los cerdos, comen grandes cantidades de alimento seco por lo que sus necesidades de agua son voluminosas, aproximadamente entre dos a tres veces el consumo de alimento.

1.7.3 Requerimientos comportamentales

La expresión del comportamiento de los cerdos incluye una variedad de acciones, posturas y sonidos que reflejan sus estados emocionales, necesidades y reacciones ante el entorno. Los cerdos son animales inteligentes y sociales, por lo que su comportamiento puede ser complejo. En la siguiente tabla N° 3 se detallan algunos de los comportamientos más comunes de los cerdos:

Tabla N°3: Distintos tipos de comportamiento de los cerdos

Categoría de comportamiento	Tipo de conducta	Descripción
Comportamientos sociales	Interacción social	Los cerdos viven en grupos y establecen jerarquías sociales. Dentro del grupo pueden observarse interacciones afiliativas (contacto, frotamiento) y también conductas agonísticas durante el establecimiento de dominancia.
	Juego social	Estas interacciones favorecen el desarrollo social, como persecuciones, empujones o simulación de peleas.
Comportamientos alimenticios	Escarbar (Hozar)	Los cerdos utilizan el hocico para remover el suelo en búsqueda de alimento, lo que constituye un comportamiento exploratorio natural asociado a la alimentación.
	Alimentación grupal	Los mismos suelen alimentarse en presencia de otros individuos, lo que puede generar competencia.
Comportamientos de exploración	Exploración del ambiente	Los cerdos son animales curiosos que investigan su entorno utilizando principalmente el olfato y el contacto con el hocico.
Comportamientos de comunicación	Vocalizaciones	Los cerdos emiten diversos sonidos (gruñidos, chillidos o ladridos) que expresan estados emocionales o sirven para comunicarse con otros individuos.
Comportamientos de descanso	Reposo y sueño	Los cerdos pasan una parte importante del día descansando, generalmente acostados y en contacto con otros individuos.
Comportamientos de termorregulación e higiene	Revolcarse en barro	Los cerdos se revuelcan en barro para regular su temperatura corporal y proteger la piel frente a insectos o parásitos

Fuente: Adaptado de Merck Veterinary Manual sobre comportamiento porcino.

2. HIPOTESIS

El sistema de cama profunda mejora la eficiencia de conversión en la cría porcina durante el invierno en la Norpatagonia, aumentando la ganancia diaria de peso y reduciendo el tiempo necesario para alcanzar el peso de faena en comparación con el sistema al aire libre.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general 🐷

Comparar sistemas de engorde de cerdos en etapa de terminación en cama profunda vs piquetes a campo al aire libre en condiciones climáticas invernales para la Norpatagonia.

3.2 Objetivos específicos 🐷

1. Evaluar el efecto del ambiente durante los meses invernales sobre la ganancia de peso de los cerdos durante el periodo de terminación.
2. Calcular la eficiencia de conversión promedio que se obtenga en cada sistema de producción.
3. Comparar el impacto del ambiente sobre la eficiencia de conversión en ambos sistemas.
4. Comparar el tiempo total requerido para alcanzar el peso de faena (días a faena) entre ambos sistemas.
5. Destacar la etapa de terminación como la más afectada por las condiciones ambientales adversas alterando el comportamiento productivo.
6. Determinar el consumo de alimento requerido para llegar a terminación en ambos sistemas (Cama profunda vs Aire Libre)
7. Evaluar la calidad de la canal en frigorífico tanto el % magro como espesor de grasa en ambos sistemas.

4. MATERIALES Y METODOS

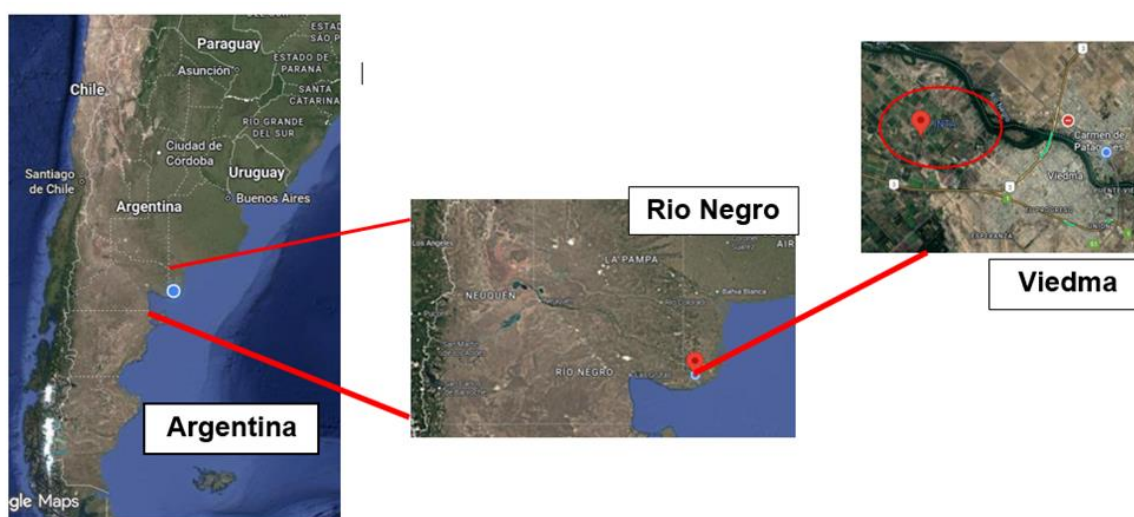
El ensayo realizado para el presente trabajo se llevó a cabo durante el periodo de desarrollo-terminación de porcinos, desde el inicio de la etapa de desarrollo con 35 kg de peso vivo hasta alcanzar el peso de faena con un promedio de 100 kg de peso vivo, coincidiendo este periodo con la época invernal de la Norpatagonia. Para la

realización del ensayo se utilizaron 18 cerdos híbridos terminales (madre Yorkshire x padre terminal Pietrain).

4.1 Localización del ensayo 🗺️

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior del Río Negro (Convenio Provincia de Río Negro - INTA) en adelante EEAVI, ubicada en zona de valle de río (4 msnm, 40° 48' S y 63° 05' O). El valle de Viedma, por sus condiciones térmicas, se incluye en el clima templado, donde los inviernos son fríos y los veranos cálidos, con cuatro estaciones perfectamente definidas (Imagen N°9). De acuerdo con los registros históricos la temperatura media anual varía de 14° a 16°C, la amplitud térmica media entre 13° y 15°C, y la amplitud absoluta, entre 52° y 56°C. El viento se hace presente en esta región durante todo el año, con velocidades que van desde un rango moderado a muy fuertes. La precipitación media es de 391,2 mm, con una distribución casi homogénea a lo largo del año. El período de heladas, en términos generales, se extiende de mayo a octubre (Berasategui, 2002).

Imagen N° 9: Localización del sitio de ensayo



El ensayo se llevó a cabo durante la temporada invernal del año 2018 (10 de mayo al 28 de agosto: total 110 días). En el periodo experimental las temperaturas promedio fueron: media 7,6°C; mínima 2,1°C; y máxima 13,6°C (Estación meteorológica EEAVI). Durante el periodo de ensayo todos los registros de temperaturas medias y mínimas se mantuvieron por debajo de la temperatura crítica inferior ($T_{ci}=15\text{ °C}$ según Hacker et al., 1973), con 37 días con temperaturas máximas que alcanzaron por pocas horas el rango de confort y 30 días con temperaturas bajo cero (Grafico N°8). Las precipitaciones se registraron en 33 días

con un acumulado de 137mm y la humedad relativa media del 80,6% (Imagen N° 10). Los vientos en este periodo fueron regulares, con una velocidad media de 5.8 km/h y ráfagas máximas de hasta 51.5 km/h (Musi Saluj, 2023).

Grafico N° 8: Temperaturas y precipitaciones registradas durante el periodo de ensayo

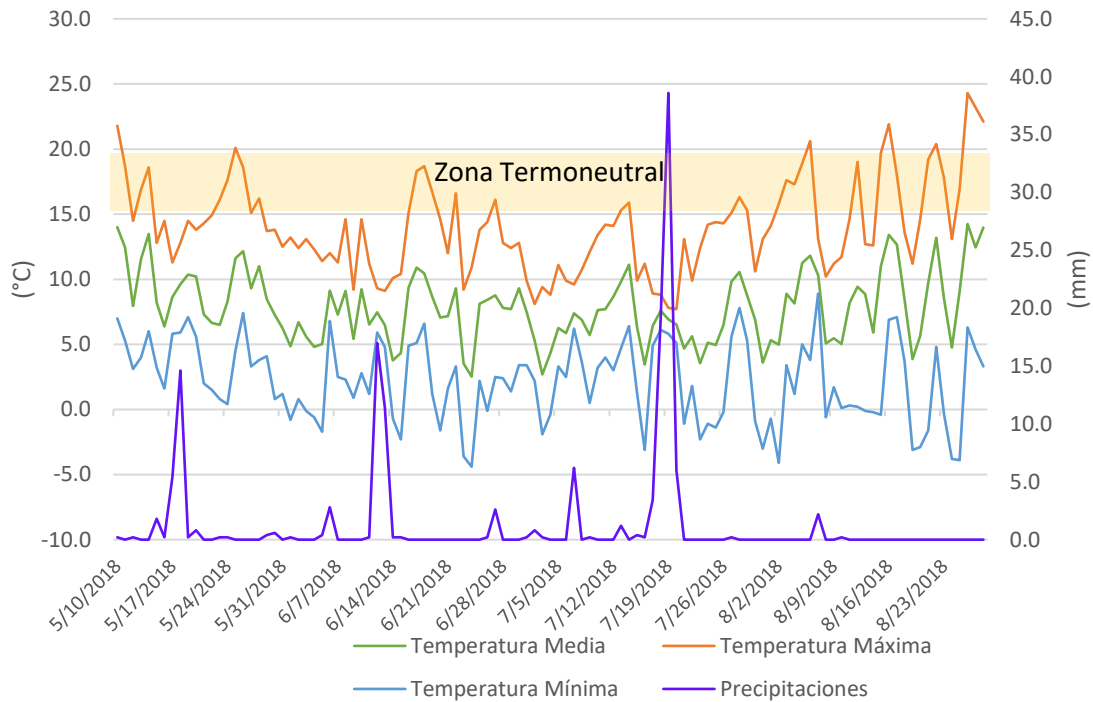


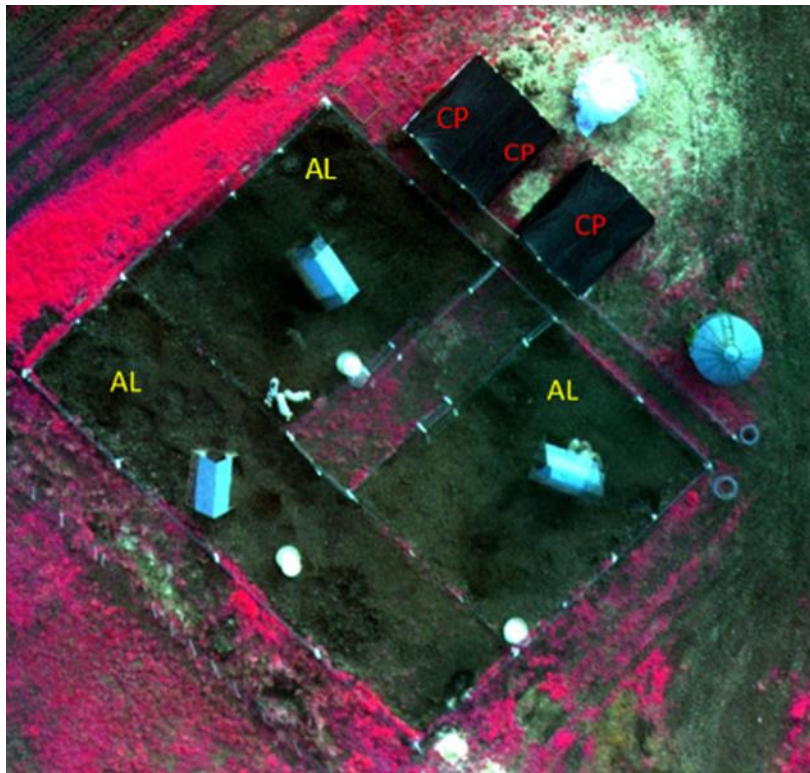
Imagen N° 10: Condición de los corrales de ensayo al aire libre en días de lluvias intensas.



4.2. Diseño experimental 🗺️

El diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) se realizó con 2 tratamientos que combinaron dos situaciones ambientales: confinamiento en túnel de cama profunda (CP) y piquetes a campo al aire libre (AL), con 3 repeticiones por tratamiento de 3 animales en cada una. Los animales fueron asignados en forma aleatoria a cada uno de los tratamientos (Imagen N° 11).

Imagen N°11: Vista aérea de la distribución espacial del ensayo



Referencias: CP: Cama Profunda; AL: Aire Libre

Los piquetes de campo contaban con instalaciones mínimas sin cobertura vegetal, de 29 m²/animal con un refugio de 1 m²/animal. Se confeccionaron con alambre de tipo chanchero en cada uno de sus laterales y una puerta de ingreso general más una puerta de ingreso individual para cada piquete. Los bebederos eran de tipo chupete para evitar pérdidas y los comederos eran tipo tolva con tapa para evitar el deterioro por lluvia como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Imagen N°12: Instalaciones del ensayo al Aire Libre



Por otro lado, se contó con túneles de cama profunda modular, construido en estructura de madera y cobertura plástica, con 2,7 m²/animal de superficie con orientación N-S y el aporte de material de cama a razón de 1 kg de rastrojo de cebada por kg de animal vivo producido (Imagen N°13).

Imagen N° 13: Instalaciones del ensayo en Cama Profunda a) galpones modulares; b) vista interior de colchón de cama profunda.



En ambos tratamientos, el suministro de alimento se realizó *ad libitum* utilizando comederos tipo tolva de tamaño recomendado para la categoría y cantidad de animales utilizados por tratamiento. En el sistema al aire libre, los comederos disponían de tapa con el fin de proteger el alimento de la exposición directa a las condiciones climáticas (Imagen N°14). El alimento balanceado peleteado fue

adquirido en un único lote para cada tipo, de categoría *desarrollo* de 35 a 60 kg de peso vivo y categoría *terminación* desde los 60 kg hasta la faena. El alimento suministrado a cada lote tanto de CP como de AL, se pesó inicialmente; luego semanalmente se realizaban pesadas del remanente. En las últimas semanas se sumó el alimento agregado a mitad de la semana cuando fue necesario reabastecer las tolvas. El abastecimiento de agua en ambos tratamientos, se realizó mediante bebedero tipo chupete.

Imagen N° 14: Comedores tipo tolva en ambos tratamientos



4.3. Manejo de los animales 🐷

Los animales utilizados pertenecían a un lote que nacieron todos al mismo día (22/02/2018) en jaulas de parición con cama profunda. Al 3^{er} día del nacimiento se les aplicó dosis de hierro, y a los 10 días de vida se les realizó la castración y se los identificó individualmente para su posterior seguimiento (Imagen N° 15).

Imagen N° 15: Animales de ensayo en la maternidad



Los animales se destetaron a los 28 días de vida con 6,97 kg promedio, y hasta los 35 kg de peso vivo (56 días de vida=inicio del ensayo) permanecieron agrupados en túnel de cama profunda con alimentación *ad libitum*. En este período fueron pesados cada 15 días para verificar su evolución (Imagen N°16).

Imagen N° 16: Destete y recría agrupados en túnel de cama profunda



Al momento del inicio del ensayo (10/05/2018) los animales fueron pesados individualmente y distribuidos al azar en los diferentes tratamientos en grupos de 3 individuos (Imagen N°17).

Imagen N° 17: Animales identificados individualmente y agrupados por tratamiento.



Durante todo el periodo de ensayo, semanalmente se realizaba el pesaje individual de todos los animales para el registro de *peso vivo* (PV). El registro del peso se realizaba en todos los lotes, los lunes de cada semana en el rango horario de 9 a 11 horas sin ayuno previo. Para ello se trasladaban a una manga cercana a los corrales en forma grupal, cuidando los aspectos de bienestar para el arreo (Imagen N°18 y N° 19).

Imagen N°18: Pesaje individual de los animales



Imagen N°19: Arreo grupal de los animales de regreso a los piquetes



Los animales fueron enviados a faena por grupo cuando los tres individuos de dicho lote alcanzaron los 100 kg de PV y en cada caso se registró el total de días de vida o *días a faena* (DF) por grupo en estudio. Cada lote evaluado fue enviado a faena en distintas fechas al llegar al peso esperado. El ensayo culminó al completar el total de animales enviados a faena (Imagen N°20).

Imagen N°20: Última toma de datos, antes de la carga



Sobre las reses recién faenadas se tomó el *peso de la canal* recién faenada o caliente (PCC) y se midió *espesor de grasa* (EG) con regla milimétrica sobre media res izquierda en la 10^o costilla, incluyendo la piel, para el cálculo de % de magro (Imagen N° 21).

Imagen N°21: Reces recién faenadas, colgadas en los rieles del circuito



4.4. Metodología de cálculos 📊:

Todos los indicadores calculados se realizaron semanalmente y luego de finalizado el ensayo se realizó un cálculo global o general del periodo completo de ensayo. A continuación, se describe la metodología de los cálculos correspondientes.

4.4.1. Cálculo de GDP 📊

La *ganancia diaria de peso* (GDP) se calculó a partir de los registros de PV individuales. Para ello se toma como PV *inicial* el registro de la semana previa, y como PV *final* el registro de la semana en curso. Para el cálculo final se divide por los días transcurridos en el respectivo periodo (semanal = 7 días).

$$GDP = \frac{PV_{final} - PV_{inicial}}{N^{\circ} \text{ días}}$$

4.4.2. Cálculo de CA 🐾

El *consumo acumulado* de alimento (CA) se estimó a partir del consumo grupal acumulado semanal, para ello se registró el total del alimento suministrado y el remanente semanal en cada tratamiento. En los casos en que debía agregarse alimento entre semana se pesaba el aporte realizado. Los días en que hubo lluvias intensas se retiró el alimento humedecido de los comederos para su posterior pesaje en seco.

El cálculo semanal de CA se realizó por diferencia entre alimento balanceado suministrado (ABs) y alimento balanceado remanente (ABr), promediado en la cantidad de animales por lote (cab = 3 animales). El CA se realizó por sumatoria de los datos semanales del periodo de ensayo completo.

$$CA = \frac{ABs - ABr}{cab}$$

4.4.3. Cálculo de EC 🐾

Para el cálculo de la *eficiencia de conversión alimenticia* (EC) se utilizaron los datos de Consumo Acumulado mensual por lote (CAml) y de Ganancia de Peso mensual por lote (GPml), obtenidos al finalizar el periodo de ensayo. Para este análisis los datos fueron estratificados de forma mensual con el fin de evaluar de manera individual el periodo de adaptación de las distintas unidades experimentales.

$$EC = CAml / GPml$$

4.4.4. Cálculo de %magro 🐾

El cálculo de % *magro* se realizó utilizando la metodología de la Universidad de Nebraska (Burson, 2001), para ello se tomaron los datos de PCC y EG, los cuales se combinan en esta ecuación para predecir el contenido de carne libre de grasa estandarizada.

$$\text{SFFL} = 23,568 + (0,503 * (\text{PCC})) - 21,3481 * (\text{EG} + 0,1)$$

SFFL= Carne magra estandarizada (standardized fat free lean)

PCC=Peso en canal caliente en libras;

EG=Espesor de grasa de la 10ma costilla en pulgadas

. 4.5. Análisis estadístico 📊:

Las variables productivas fueron analizadas mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias se realizó utilizando la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Este análisis fue llevado a cabo a través del programa estadístico INFOSTAT versión estudiantil (Di Rienzo et al., 2008).

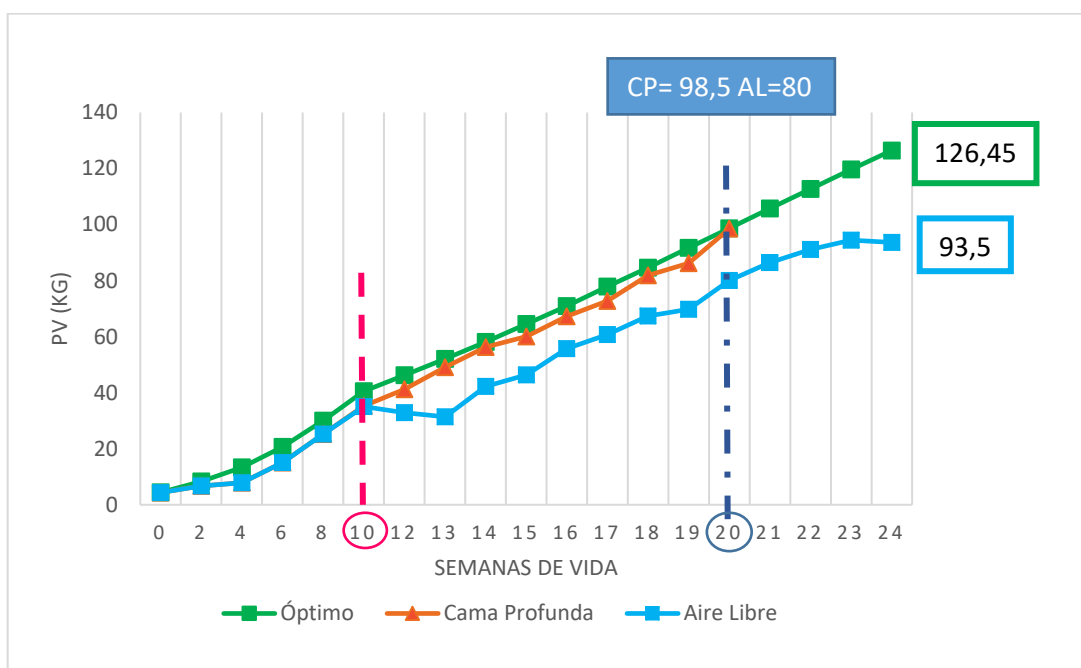
5. RESULTADOS y DISCUSION

En el presente estudio se evaluaron distintas variables productivas y de calidad de la canal, con el objetivo de comparar el desempeño de los cerdos criados en sistemas de *cama profunda* (CP) y *aire libre* (AL). Las variables productivas incluyeron: evolución de *peso vivo* (PV), *ganancia diaria de peso* (GDP), *consumo alimenticio* (CA), *eficiencia de conversión* (EC) y *días a faena* (DF), consideradas indicadores del rendimiento y la eficiencia del proceso de engorde. A su vez, se analizó una variable de calidad de la canal, expresada como *porcentaje de carne magra* (%magro), con el fin de determinar posibles diferencias en la composición corporal asociadas al sistema de producción.

5.1. Comportamiento productivo 📊:

De los resultados obtenidos en el ensayo se pudo observar que los animales de CP mostraron una *evolución de peso* cercana al comportamiento normal en condiciones de termoneutralidad (óptimo). Dichos valores corresponden a la tabla técnica de crecimiento porcino Pig-Mix de Brower Nutrición (no publicado), la cual establece parámetros esperables bajo condiciones adecuadas de manejo, sanidad y alimentación. Por el contrario, los tratamientos de AL mostraron una diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento de CP (Gráfico N° 9).

Gráfico N° 9: Evolución del PV en kilos por semanas de vida



Se observó como resultado una pérdida de peso durante las dos primeras semanas de ensayo en los animales del tratamiento AL. La misma sería posible atribuirle al efecto del cambio brusco de ambiente, que se menciona en la bibliografía como periodo de adaptación.

Los animales provenientes del sistema de cama profunda estaban habituados a condiciones más estables de temperatura y confort térmico, con menor exposición a las variaciones ambientales. Los que fueron trasladados al sistema AL, se enfrentaron a temperaturas más bajas, mayor exposición al viento y menor aislamiento térmico, lo que provocó un aumento en el gasto energético destinado a la termorregulación (Renaudeau *et al.*, 2012; Mayorga, 2018).

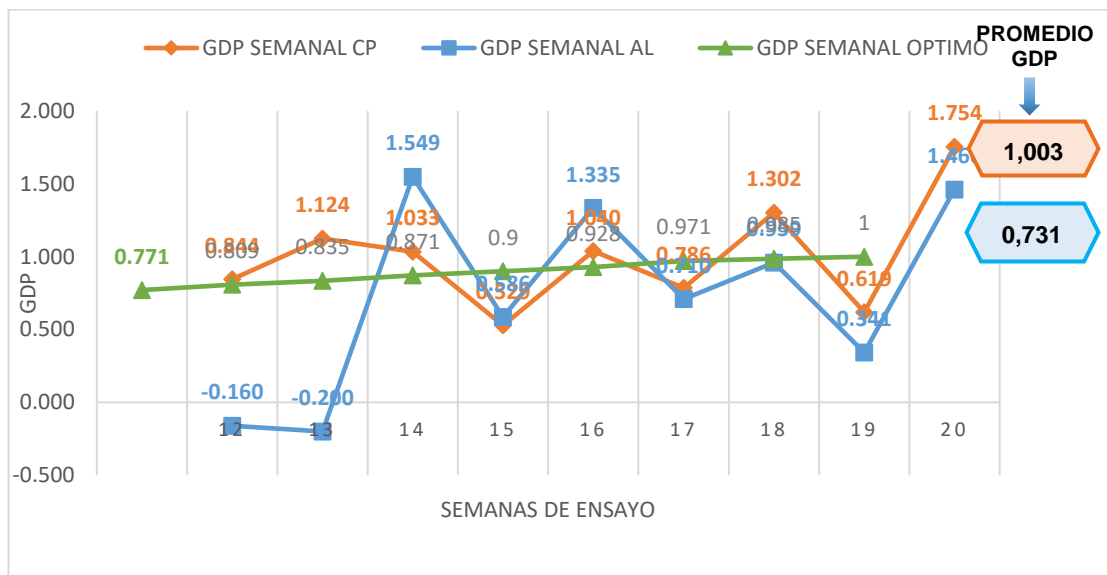
En este contexto, parte de la energía metabolizable que normalmente se destinaría al crecimiento fue redirigida al mantenimiento de la temperatura corporal, en consecuencia, una disminución temporal de la ganancia diaria de peso (Serviento

et al, 2020). Así mismo, se evidenció que los animales no pudieron compensar esta pérdida de peso a lo largo de los restantes días de vida.

Por su parte la evolución de la *ganancia diaria de peso* (GDP) de ambos tratamientos, comparada con un óptimo desempeño de cerdos en ambientes confortables, mostró una gran variabilidad en todo el periodo de ensayo.

En concordancia con la evolución de peso, se registraron valores de GDP negativos en las 2 primeras semanas de ensayo para los tratamientos AL atribuibles al periodo de adaptación al cambio de ambiente (Gráfico N°10).

Gráfico N°10: Ganancia diaria de peso (GDP)



Condiciones ambientales como las sufridas por los animales en el período de ensayo los expusieron a un estrés térmico que requirió un mayor gasto energético para la termorregulación, el cual impacta sobre la ganancia diaria de peso. De este modo, fue posible observar que esta situación se agravó en aquellos días en los que las condiciones climáticas fueron más rigurosas. Según los datos de la estación meteorológica de la EEAVI en la semana 17 de vida (14 al 21 de junio) y la semana 21 (12 al 19 de julio) se registraron abundantes lluvias con temperaturas por debajo de 0°C, en particular durante la semana 21 de vida, en donde todos los registros térmicos se mantuvieron por debajo de la zona termoneutral. Estas condiciones ambientales llevaron a que los lotes de AL se mantuvieran anegados durante varias semanas, lo que llevó a los animales a sufrir malas condiciones. Sumado esto a las bajas temperaturas registradas, el comportamiento de los cachorros fue de agruparse en los refugios y mantenerse dentro de ellos para tratar de evitar pérdidas de calor corporal, en detrimento de disminuir su consumo. En algunos casos se

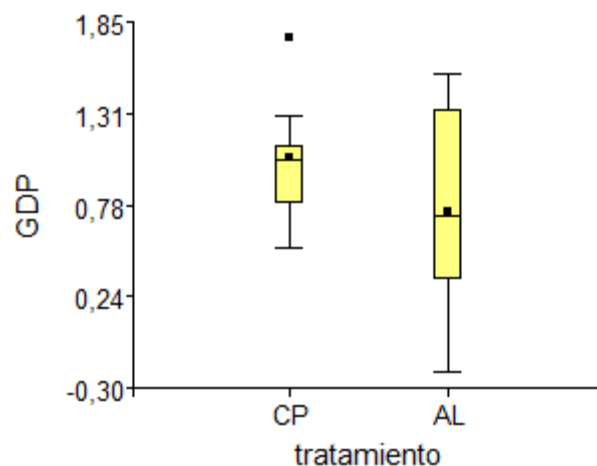
observó secreciones nasales que alteran también el consumo voluntario, disminuyendo el mismo. La sumatoria de estas circunstancias explica la caída de la GDP desde la semana 22 a la 26, observándose incluso valores negativos ya que el consumo diario no alcanzó a cubrir ni aún los requerimientos de mantenimiento mínimos para mantener la termoneutralidad.

Diversos autores coinciden en que la GDP está influenciada por múltiples factores, entre ellos el consumo voluntario de alimento, la temperatura ambiente, el nivel de estrés, la calidad del alojamiento, la densidad animal, la composición nutricional de la dieta y el estado sanitario (Renaudeau *et al.*, 2013; Quiniou *et al.*, 2000; Black *et al.*, 2001). En sistemas al aire libre o con variaciones térmicas marcadas, la GDP puede mostrar fluctuaciones importantes de una semana a otra, debido a ajustes fisiológicos temporales asociados a la termorregulación y al mantenimiento del equilibrio energético (Mayorga, 2018).

Por esta razón, la GDP puede considerarse una variable de alta variabilidad y menor confiabilidad para evaluar el rendimiento individual en ambientes no controlados, siendo necesario complementarla con otras variables más estables como el PV o la EC (Renaudeau & Gourdine, 2013; Nienaber & Hahn, 2007).

Debido a la gran variabilidad de los datos obtenidos de GDP en el tratamiento de AL, los análisis estadísticos realizados no evidenciaron diferencias significativas entre ambos tratamientos. Para observar las diferencias de valores obtenidos de GDP y la dispersión de los mismos entre CP y AL es que se realizó el gráfico n° 11 Box Plot.

Gráfico N°11: Dispersión de valores de GDP



El análisis estadístico de las restantes variables productivas del periodo completo de ensayo mostró diferencias significativas entre los sistemas de producción evaluados (Tabla N°4).

Tabla N°4: Valores medios de indicadores productivos

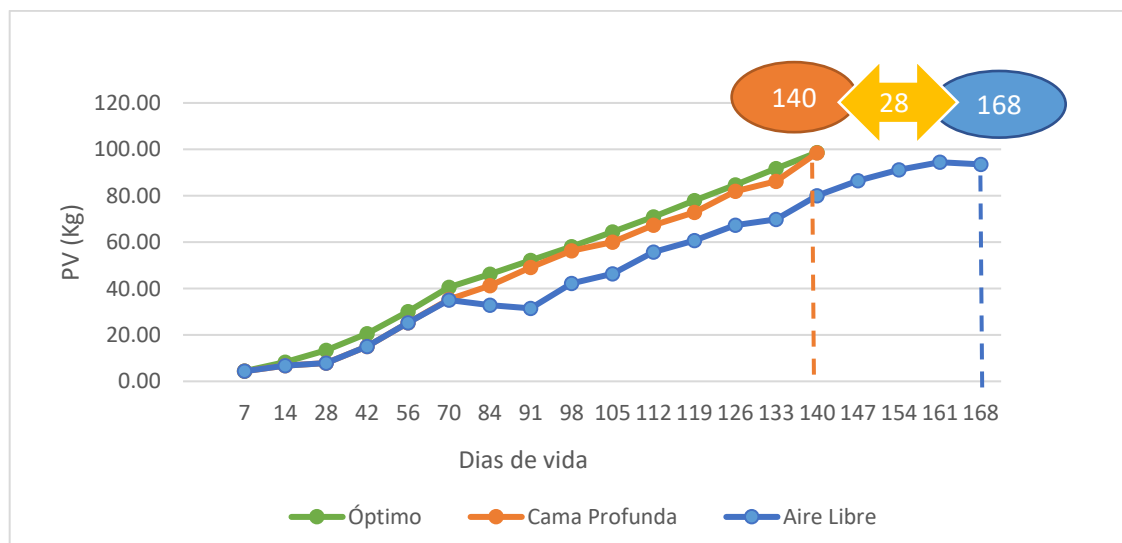
	CA		EC		DF	
CP	202,72	a	3,19	a	64	a
AL	322,29	b	4,83	b	87	b

CA: Consumo Alimenticio,
 EC: Eficiencia de conversión,
 DF: Días a faena.

Resultados cumplen con supuestos de Normalidad y Homocedasticidad.

El tiempo transcurrido hasta alcanzar el peso de faena fue significativamente mayor en los animales engordados al aire libre (168 días de vida) en comparación con los alojados en cama profunda (140 días de vida). Esta diferencia de 28 días constituye una ventaja productiva relevante del sistema CP respecto al AL (Gráfico N°: 12), ya que implica una disminución directa de los costos de alimentación por ciclo de engorde, sumado a ello la liberación del espacio productivo para ser utilizado con otra camada de animales.

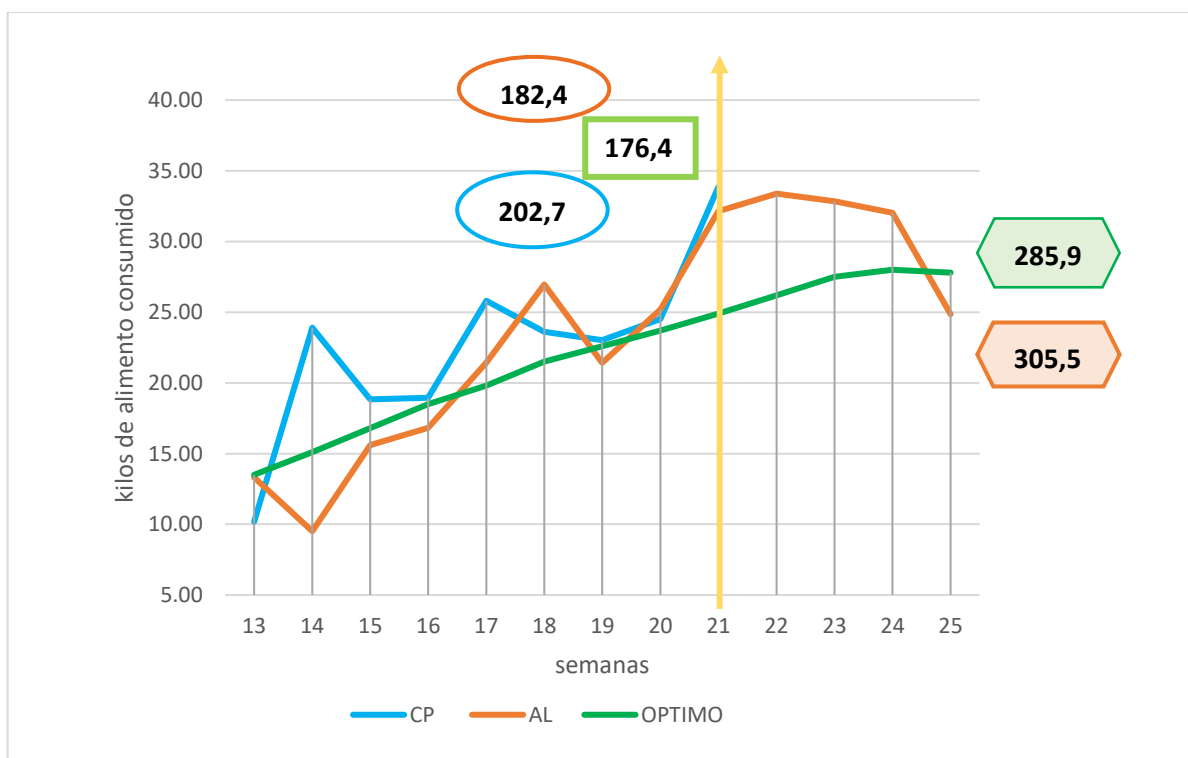
Gráfico N°12: Días a faena (DF) medido en días de vida sobre la evolución del PV en kilos



El ambiente controlado del sistema de cama profunda permitió mantener a los animales en mejores condiciones de confort térmico, evitando pérdidas energéticas asociadas al estrés por frío. La cama seca posiblemente actuó como aislante térmico, y redujo la humedad del ambiente, lo que contribuyó al bienestar y desarrollo de los animales (Hill, 2000; Wastell *et al.*, 2001). En contraste, el sistema AL implicó una mayor exposición a condiciones ambientales adversas, y prolongó el período necesario para alcanzar el peso de faena. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Águila (2010) y Alder (2018), quienes observaron que en regiones frías los sistemas de cama profunda mejoran los tiempos de terminación y reducen el impacto del estrés térmico sobre la productividad.

Con respecto al CA, se observó que los animales criados en cama profunda (CP) presentaron un menor consumo alimenticio (202,72 kg AB) para alcanzar el peso de faena (100kg) en comparación con los terminados al aire libre (AL), que registraron valores superiores de CA (305,5 kg) durante el periodo ensayado ya que tuvieron mayor período de días a faena (Gráfico N° 13).

Gráfico N°13: Consumo alimenticio



En condiciones de CP, los animales destinan menor proporción de energía metabólica al mantenimiento de la temperatura corporal, lo que se traduce en una mayor eficiencia en el uso del alimento (Wathes & Charles, 1994). Como mencionan Hacker *et al* (1973), en condiciones frías, los cerdos tienden a aumentar su consumo de alimento como mecanismo para compensar la pérdida de calor corporal. Estudios previos realizados en condiciones similares coinciden con esta tendencia, señalando que ambientes controlados o con camas fermentativas permiten reducir el consumo debido a un mejor aprovechamiento energético, menor tiempo de engorde y mayor confort ambiental (Wastell *et al.*, 2001; Alder, 2018).

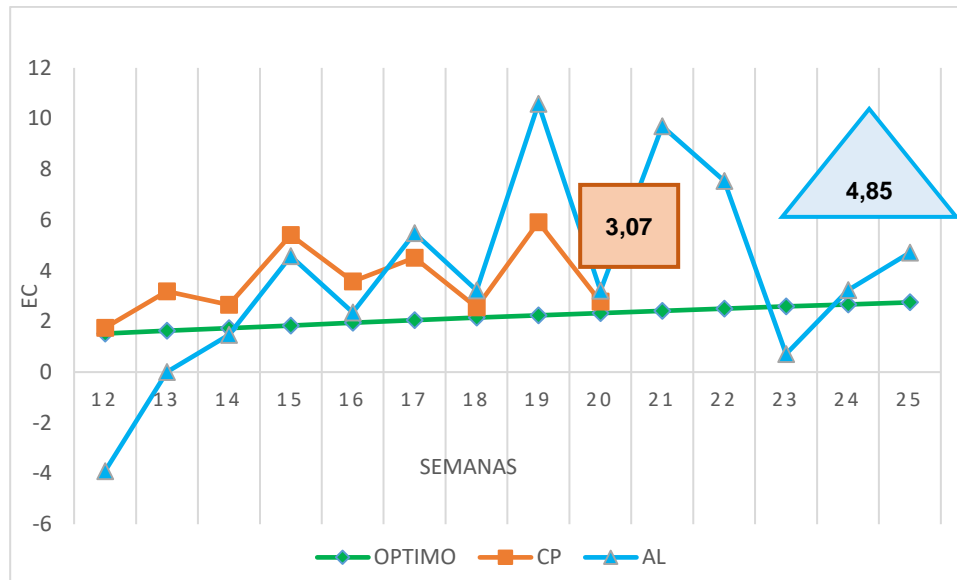
Sin embargo, al comparar ambos tratamientos en un mismo período de tiempo, observamos que el CA en CP fue mayor que en AL. Esto se debió a que el estrés y las malas condiciones ambientales de bajas temperaturas y anegamiento por precipitaciones elevadas durante el ensayo, alteraron el comportamiento de consumo de los animales, haciendo que se mantuvieran dentro del refugio por más tiempo y no salieran a comer todo lo que deberían para cubrir sus requerimientos energéticos metabólicos básicos.

Así mismo, un trabajo realizado por Hill (2000) menciona que el uso de cama profunda genera calor por fermentación microbiana del material vegetal que crea un microclima favorable que reduce el estrés por frío. Por esta razón, es posible suponer que los cerdos del sistema CP lograron mantener su temperatura corporal con un menor gasto energético y, en consecuencia, con un menor consumo de alimento. Por el contrario, los cerdos engordados en AL estuvieron expuestos a temperaturas más bajas, lluvias y vientos invernales característicos de la Norpatagonia, a lo que se podría atribuir el incremento de sus requerimientos energéticos de mantenimiento. Para compensar estas pérdidas de calor, los animales aumentaron su consumo voluntario de alimento, fenómeno descrito por Esmay (1969) y Hacker *et al.* (1973), quienes sostuvieron que el estrés por frío induce un incremento del metabolismo basal y, por ende, del consumo de alimento. En nuestro ensayo, se observó que el consumo diario de los AL fue menor, lo que llevó a que esa diferencia fuera compensada por mayor cantidad de días para alcanzar el peso de faena.

En cuanto a la *eficiencia de conversión* (EC), se observaron diferencias significativas entre tratamientos, donde los valores fueron inferiores en los animales del sistema CP lo que implica una mejor eficiencia de conversión de alimento. Se puede observar que este sistema muestra valores intermedios de EC, iniciando alrededor de 2,5 kg/kg en el primer mes, alcanzando un máximo cercano a 3,5 kg/kg en el segundo mes. La tendencia indica un aumento inicial seguido de una estabilización. Asimismo, se observa que los animales del sistema AL presentaron una mayor variabilidad y valores más elevados de EC. En el primer mes, la EC alcanza aproximadamente 6 kg/kg, lo que podría estar asociado al período inicial de

adaptación a las condiciones climáticas. En el segundo mes, la EC desciende de manera marcada hasta alrededor de 3,5 kg/kg, lo que sugiere que los animales lograron adaptarse al ambiente. Sin embargo, en el tercer mes los valores vuelven a incrementarse hasta 4,8–5 kg/kg, evidenciando un desempeño menos eficiente y más fluctuante en comparación con el sistema de cama profunda. (Gráfico N°: 14).

Gráfico N°14: Eficiencia de conversión



La literatura reporta que, bajo condiciones de estrés térmico por frío, una parte del alimento consumido se destina a la producción de calor metabólico para mantener la homeotermia, afectando negativamente la eficiencia alimenticia (Wathes & Charles, 1994). En este estudio, las temperaturas promedio invernales (7,6°C) estuvieron por debajo de la temperatura crítica inferior para cerdos en crecimiento (15°C), por lo que el sistema CP actuó como un moderador ambiental. Esto coincide con los hallazgos de Esmay (1969), quien destacó que mantener a los animales dentro de la zona termoneutral mejora el aprovechamiento energético del alimento.

Por ello, podría suponerse que los animales terminados en AL destinarán una mayor proporción de la energía consumida al mantenimiento térmico, mientras que los de CP aprovecharon dicha energía principalmente para la deposición de tejido muscular. Este comportamiento ha sido reportado por Paulino (2016 b), quien destacó la estrecha relación entre el equilibrio energético y la eficiencia de conversión, señalando que los animales sometidos a estrés ambiental tienden a desviar energía hacia funciones de termorregulación en detrimento del crecimiento.

En el ensayo realizado para el presente trabajo, los resultados sugieren que los animales de AL necesitaron poner en funcionamiento mecanismos de adaptación al

frío, sin embargo no fue suficiente para mantener la eficiencia de conversión. Los animales alojados en el sistema de cama profunda alcanzaron el peso de faena en un tiempo significativamente menor y con un consumo acumulado de alimento inferior en comparación con los criados a aire libre. Esta combinación de menor consumo y reducción en los días a faena refleja una mejor eficiencia energética global del sistema, lo que se traduce en ventajas productivas y económicas relevantes. Estos resultados coinciden con los planteos de Wastell *et al.* (2001) y Hill (2000), quienes demostraron que los sistemas de cama profunda permiten a los animales autorregular su microambiente, reduciendo las pérdidas de calor y mejorando el bienestar animal.

5.2. Composición de la canal

Por su parte en la Tabla N° 5 podemos observar que el porcentaje de carne libre de grasa (%magro) mostró valores ligeramente superiores en los animales criados a aire libre (50,56%) en comparación con aquellos mantenidos en cama profunda (48,38%), aunque dichas diferencias no resultaron estadísticamente significativas. Esta tendencia podría deberse a que los cerdos en el sistema a aire libre presentan una mayor actividad física, lo que favorece el desarrollo muscular y una menor acumulación de tejido adiposo.

Tabla N°5: Valores de la composición de la canal

<i>Tratamiento</i>	<i>%magro</i>	
<i>CP</i>	48,3867	a
<i>AL</i>	50,5633	a

% Magro: Porcentaje de carne magra.

Resultados cumplen con supuestos de normalidad y homocedasticidad.

El desvío estándar estimado a partir del error experimental fue de aproximadamente 1,13 indicando baja variabilidad entre repeticiones

No obstante, el sistema de cama profunda permitió obtener canales con un contenido magro similar, evidenciando que el ambiente más controlado no afectó negativamente la calidad de la canal. Paulino (2016 a) señala que la composición tisular del cerdo depende principalmente del balance entre la energía y los aminoácidos de la dieta, más que del sistema de alojamiento, siempre que las condiciones de confort y alimentación sean adecuadas.

En este sentido, ambos sistemas demostraron ser aptos para la obtención de canales con niveles adecuados de magro, aunque el sistema de CP permite terminar animales de menor edad lo que favorece una menor deposición de tejido adiposo relacionado la edad y la genética.

De acuerdo con Lebret (2008) y Millet *et al.* (2005), la proporción de carne magra en cerdos está principalmente determinada por factores genéticos y nutricionales, mientras que las condiciones de manejo o tipo de alojamiento tienden a tener efectos secundarios o transitorios. Asimismo, Renaudeau *et al.* (2013) señalan que los cerdos poseen mecanismos fisiológicos de adaptación que les permiten mantener el crecimiento muscular bajo diferentes condiciones ambientales, siempre que no existan restricciones severas de energía o proteína.

Por su parte, Gentry *et al.* (2002) observaron que los cerdos criados en sistemas al aire libre o con acceso a corrales externos pueden presentar ligeras variaciones en el espesor de grasa dorsal, pero sin cambios sustanciales en el contenido magro de la canal. Esto se atribuye a la compensación metabólica que realizan los animales, manteniendo la deposición de tejido magro dentro de rangos normales pese a las diferencias ambientales.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten aceptar la hipótesis propuesta, confirmando que el sistema de engorde en cama profunda constituye una estrategia eficaz para atenuar los efectos de las condiciones invernales propias de la Norpatagonia sobre la performance productiva de los cerdos. Así fue como se observó significativamente una mejor eficiencia de conversión al reducir los días a faena con menor consumo y obteniendo mejores valores de ganancia diaria de peso.

El ambiente interno más estable y confortable generado por la cama, gracias a la fermentación del material vegetal y al aislamiento térmico del túnel, permitió reducir las pérdidas energéticas destinadas a la termorregulación con un menor impacto del estrés térmico por frío, y favoreció un uso más eficiente del alimento. A su vez, la modificación del ambiente de cría no afectó negativamente la composición de la canal o conversión del alimento en tejido magro.

En síntesis, el sistema de cama profunda se presenta como una alternativa tecnológica apropiada y sostenible para la producción porcina en regiones frías y ventosas, donde las bajas temperaturas y la elevada humedad relativa suelen limitar la eficiencia de los sistemas tradicionales al aire libre.

Además de mejorar el confort térmico y la eficiencia productiva, este sistema contribuye a la sustentabilidad ambiental mediante el aprovechamiento de residuos vegetales como material de cama y la reducción de efluentes líquidos, facilitando la obtención de un subproducto orgánico reutilizable como abono.

Por lo tanto, se concluye que el engorde en cama profunda mitiga los efectos climáticos adversos de la Norpatagonia, y representa una herramienta viable para fortalecer la producción porcina regional bajo criterios de eficiencia, bienestar animal y respeto por el entorno. Su adopción puede mejorar la competitividad de los pequeños y medianos productores, y promover un modelo productivo más resiliente, adaptado al contexto climático patagónico y compatible con las exigencias actuales de una producción agropecuaria moderna y sustentable.

7. BIBLIOGRAFIA

- Águila, R. (2010). Nutrición porcina 2010: ¿Qué tenemos, a dónde vamos? 11 p. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/175-Nutricion.pdf
- Alder, M. (2018). Guía práctica para la producción de cerdos: Instalaciones de cama profunda. INTA. 20 p. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/15696>
- Alder, M., & Gilardi, F. (2018). Caracterización de la producción porcina en el partido de Adolfo Alsina. En: Territorios y producción en el noreste de la Patagonia / compiladores Héctor Mario Villegas Nigra y Daniel Pedro Miñón. [Viedma] : Convenio INTA-IDEVI, 2018, p. 153-184. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/6290>
- Área Porcinos, Dirección de Porcinos, Aves y Animales de Granja. (2023). Anuario 2023 (con datos de INDEC). https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/_archivos/000005-Anuario/230000_Anuario%202023.pdf
- Berasategui, L. (2002). Estadísticas climáticas del valle de Viedma: 30 años. Información Técnica N.º 20, Año 1 N.º 2. ISSN: 1666-6054. p: 1-70
- Black, J. L., Mullan, B. P., Lorsch, M. L., & Giles, L. R. (2001). Feeding growing pigs to maximize lean growth rate. *Animal Science*, 72(3), 615–624.
- Bond, T., & Kelly, C. (1960). Environment of animals. U.S. Department of Agriculture. https://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/01-el_ambiente_en_la_produccion_animal.pdf
- Brunori, J. (2012). Producción de cerdos en Argentina: Situación, oportunidades, desafíos. <https://www.inta.gob.ar>
- Burson, D. (2001). Swine nutrition and management. University of Nebraska Extension. <https://extension.unr.edu/publication.aspx?PubID=2389>
- Cunningham, M., & Acker, D. (2000). Animal science and industry (6.ª ed.). Prentice Hall. https://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/01-el_ambiente_en_la_produccion_animal.pdf
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2008). InfoStat (Versión 2008) [Software]. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

- Esmay, M. L. (1969). Principles of animal environment. AVI Publishing Company. https://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/01-el_ambiente_en_la_produccion_animal.pdf
- Gallardo Salazar, M. D. R. (2014). Evaluación del manejo, producción y comercialización de cerdos en la granja “5ta Mathias” del cantón Balsas, provincia de El Oro [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/FORMAS%20ASOCIATIVAS%20DE%20PRODUCCION%20PORCINA%20EN%20ARGENTINA%20Y%20EN%20LA%20PROVINCIA%20DE%20LA%20PAMPA.pdf>
- Gentry, J. G., McGlone, J. J., Miller, M. F., & Blanton, J. R. (2002). Alternative housing systems for pigs: Influences on growth, composition, and pork quality. *Journal of Animal Science*, 80(7), 1781–1790. <https://doi.org/10.2527/2002.8071781x>
- Hacker, R. R., Smith, G. C., & Fowler, V. R. (1973). Influence of environmental temperature on the performance of growing-finishing pigs. *Animal Production*, 16(2), 223–230. <https://doi.org/10.1017/S0003356100020188>
- Hill, J. (2000). Deep bedding systems for swine housing: An alternative for small-scale production. *Agricultural Engineering Journal*, 9(3), 112–118.
- Jurado, A. (2008). El cerdo y sus chacinas: voces, refranes, literatura. Editorial Fundación Real Escuela Andaluza del Arte Ecuestre.
- Lebret, B. (2008). Effects of housing and feeding systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2(10), 1548–1558. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002796>
- Manual de porcinos: 3.º año ciclo básico agrario. (s. f.). https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/160-MANUAL_DE_PORCINOS.pdf
- Mayorga, E. J. (2018). Heat stress adaptations in pigs [Tesis doctoral, University of Illinois]. <https://dr.lib.iastate.edu/server/api/core/bitstreams/4298371e-086e-49f5-b20c-2f8b629b0a11/content>
- Millet, S., Gielkens, K., De Brabander, D., & Janssens, G. P. J. (2005). Considerations on the performance of organic growing pigs: Effect of season and indoor or outdoor housing. *Livestock Production Science*, 94(1–2), 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.09.008>
- Musi Saluj, C. (2023). Aportes para repensar los sistemas productivos norpatagónicos en un contexto de déficit hídrico y cambio climático. En: *IDIA 21 3 (1)* : 32-39 (septiembre 2023). <http://hdl.handle.net/20.500.12123/15518>

- Nienaber, J. A., & Hahn, G. L. (2007). Livestock production system management responses to thermal challenges. *International Journal of Biometeorology*, 52, 149–157.
https://www.researchgate.net/publication/6305666_Livestock_production_system_management_responses_to_thermal_challenges
- Oficina Nacional de Control Comercial Agropecuario. (2011). Informe de la cadena porcina (pp. 5–22). <http://www.oncca.gov.ar/documentos/Informe-Cadena-Porcina.pdf>
- Paulino, J. A. (2016 a). Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización: Parte 1 – Introducción. El Sitio Porcino.
<https://www.elsitioporcino.com/articulos/2683/nutrician-de-los-cerdos-en-crecimiento-y-finalizacian-1-introduccian/>
- Paulino, J. A. (2016 b). Manejo de cerdos en temperaturas frías. El Sitio Porcino.
<https://www.elsitioporcino.com/articulos/2966/manejo-de-cerdos-en-temperaturas-fraas/>
- Parsi, J. A., Echevarría, A. I., Trolliet, J. C., Grivel, C. D., Rossi, D. M., & Yanke, M. R. (2007). Efectos del tamaño de grupo y de diferentes disponibilidades de comederos sobre la conversión del alimento y el aumento diario de peso en cerdos posdestete en sistemas de producción al aire libre. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 8(1). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63613304004.pdf>
- Quiniou, N., Noblet, J., van Milgen, J., & Dubois, S. (2000). Modelling heat production and energy balance in growing pigs as affected by body weight, feed intake and temperature. *Journal of Animal Science*, 78(10), 2685–2696.
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdine, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5), 707–728.
- Renaudeau, D., & Gourdine, J. L. (2013). A review of the effects of environmental heat stress on the growth performance of pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4(1), 27.
- SENASA. (2023). Anuario 2023: Sistema Integrado de Gestión de Sanidad Animal (SIGSA).
<https://biblioteca.senasa.gob.ar/items/show/3836#?c=0&m=0&s=0&cv=0>
- Serviento, A. M., Labussière, E., Castex, M., Renaudeau, D. (2020). Effect of heat stress and feeding management on performance of pigs. *Journal of Animal Science*, 98(9), skaa281. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7772945/>

Wastell, J., Hill, J., & Morris, R. (2001). Evaluation of deep bedding systems for sustainable pig production. *Journal of Sustainable Agriculture*, 18(4), 45–59. https://doi.org/10.1300/J064v18n04_05

Wathes, C. M., & Charles, D. R. (1994). *Livestock housing and environment*. CAB International.

8. WEB CONSULTADAS:

Bolsa de Comercio de Rosario. (2025, Enero 17). Informativo semanal de la Bolsa de Comercio de Rosario (ISSN 2796-7824). <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-ydesarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/la-cadena2>

Infopork. (2025, Enero). Argentina, segunda en el ranking mundial de consumo de carne por habitante. <https://infopork.com/2025/01/argentina-segunda-en-el-ranking-mundial-de-consumo-de-carne-por-habitante>

Sitio argentino de Producción Animal. (s. f.). <https://www.produccion-animal.com.ar>

USDA (2024). 3tres3. https://www.3tres3.com/es-ar/ultima-hora/porcicultura-mundial-segunda-actualizacion-de-estimaciones-del-usda_15678/

USDA Agricultural Marketing Service. (2015). Producción orgánica de cerdos. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/FINAL%20Produccion%20Organica%20de%20Cerdos.pdf>