

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Trabajo de investigación

Ingeniería Zootecnista

**Evaluación de la calidad de calostro en cerdas primerizas alimentadas
con un *blend* de proteínas**

Micaela Anahí Velardez

Directora: Verónica M. Rocha, Ing. Zoot. Máster.

Codirectora: Laura W. Juan, Ing. Zoot. Dra.

Las opiniones expresadas por los autores de este Trabajo no representan necesariamente los criterios de la Carrera de Ingeniería Zootecnista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

DEDICATORIA

Para la persona que siempre creyó en mí.

Cada esfuerzo y logro que alcanzo son por vos y para vos.

Mi papá.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis Verónica Rocha. Desde el día que te conocí, te dije que me quería dedicar a la producción porcina y que tenía expectativas muy altas en tu materia. No solo las superaste, sino que hiciste que reafirme mi decisión sobre mi futuro profesional. Confiaste en mi desde el principio y fuiste muy generosa, siendo una docente excelente con gran vocación compartiendo tu conocimiento, motivándome y brindándome oportunidades que me ayudaron a crecer no solo en lo profesional, sino también en lo personal. Sos mi mentora, de la que aprendí, aprendo y seguramente siga aprendiendo. Solo tengo palabras de agradecimientos Vero, todo esto no hubiese sido posible sin tu compañía, comprensión, apoyo y sobre todo paciencia. ¡Gracias!

A Diego Lescano, gracias por su confianza y generosidad.

A mi codirectora Laura Juan por ser parte de este trabajo final de grado.

A mi familia, especialmente a mi Mamá y mis hermanas Jessica, Florencia y Bianca, por el amor que me brindaron siempre.

A Tomas mi gran compañero, por su amor y apoyo incondicional en este camino.

A la universidad y a todos los profesores que fueron partícipes en mi formación.

A mis compañeros y amigos que estuvieron en momentos de alegría y estrés en este largo camino.

INDICES

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
PALABRAS CLAVES	2
TABLA DE ABREVIATURAS	3
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	11
HIPÓTESIS	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Instalaciones	12
Manejo de animales.....	13
Nutrición y alimentación	15
Protocolo de medición y toma de muestra	19
Análisis estadístico y diseño experimental.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXO 1- Análisis descriptivo.....	31
ANEXO 2. Comprobación de supuestos	33
Normalidad:.....	33
Homogeneidad de varianza.....	34
Aleatorización.....	36
ANEXO 3. Actividades complementarias.....	37
Congresos y talleres	37
Práctica PRE-Profesional en BLD+, Córdoba: (FCA- UNLZ, Res. 258/23, exp. 04902)	37
Maternidad:.....	37
Gestación:.....	38
Estimulo:.....	38
Inseminación:	38
Recría:	39

Engorde:	39
----------------	----

INDICE DE FIGURAS

Fotografía N° 1: Sala de maternidad.....	12
Fotografía N°2: Medición de la condición corporal (CC).....	14
Fotografía N°3: Caliper.....	15
Fotografía N° 4: Refractómetro Milwaukee Ma871 digital Brix.....	20
Fotografía N° 5: Medición con el refractómetro.....	21
Figura N° 6: Gráfico bloxplot.....	31
Figura N° 7: Gráfico de probabilidad normal sobre los residuos.....	34
Figura N° 8: Gráfico residuos vs predichos.....	35

INDICE DE TABLAS

Tabla de abreviaturas.....	3
Tabla N° I: Composición del calostro.....	4
Tabla N° II: Contenido de inmunoglobulinas en el calostro y la leche de cerda madura.....	6
Tabla N° III: Escala del Caliper.....	14
Tabla N° IV: Composición de la dieta.....	16
Tabla N° V: Composición nutricional de la dieta.....	16

Tabla N° VI: Composición proximal del <i>blend</i> de proteínas funcionales.....	17
Tabla N° VII: Prueba “t”	23
Tabla N° VIII: Medidas de tendencia central.....	31
Tabla N° IX: Medidas de posición.....	31
Tabla N° X: Medidas de dispersión.....	31
Tabla N° XI: Prueba de Shapiro-Wilk.....	33
Tabla N° XII: Prueba de Levene.....	35

RESUMEN

En producción porcina la mayor mortalidad ocurre entre el nacimiento y el destete. Aunque hay múltiples factores que influyen, el consumo de calostro en las primeras horas de vida, tanto en cantidad como en calidad, es un factor relevante. El calostro es la primera secreción de la glándula mamaria y contiene nutrientes esenciales que favorecen la madurez del intestino, factores de crecimiento, un alto contenido de energía y anticuerpos (principalmente Inmunoglobulina G) que, debido al tipo de placentación epiteliochorial, no son transferidos durante el periodo gestacional. La composición del calostro cambia gradualmente en el transcurso del parto y puede verse influenciada por factores como el estado nutricional y hormonal de la cerda, su nivel de estrés, la heterogeneidad y vitalidad de su camada y factores externos. La producción de calostro depende de factores propios de la cerda. Por ello, se han desarrollado estrategias para mejorar la composición a través de la alimentación materna, con especial atención en la grasa y las inmunoglobulinas, ya que ambas son sensibles a los cambios nutricionales. Este trabajo tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del calostro en cerdas primerizas alimentadas con un blend de proteínas funcionales a través de la cuantificación del contenido de inmunoglobulina G. Se utilizaron un total de 49 cerdas primerizas alimentadas con dos raciones diferentes durante el periparto (T0= alimento control; T1= alimento con *blend* de proteínas). Se recolectaron muestras de calostro de las mamas anteriores, entre las 0 y 2 horas posparto, procediendo luego a la medición de inmunoglobulina G con la utilización de un refractómetro, expresando los resultados en grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$). La comparación de medias mediante la prueba *t* mostró diferencias

significativas al 5% entre los tratamientos (p -valor = 0,0387). El tratamiento control presento una media de 25,64 °Bx, mientras que en el tratamiento con el *blend* de proteínas la media fue de 28,23°Bx. El resultado de este ensayo determino que la suplementación de la dieta con un *blend* de proteínas funcionales en cerdas primerizas aumentó el contenido de inmunoglobulinas del calostro.

PALABRAS CLAVES

Calostro - nutrición – cerda primeriza- inmunoglobulina G –periparto.

TABLA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
°Bx	Grados Brix
°C	Grados centígrados
C	Control
CC	Condición corporal
DIE	Digestible ileal estandarizada
G	Gramos
H	Horas
Ig	Inmunoglobulinas
IgA	Inmunoglobulina A
IgG	Inmunoglobulina G
IgM	Inmunoglobulina M
Kg	Kilogramos
KJ	Kilojoule
Mg	Miligramos
MI	Mililitros
N°	Número
P	Prueba
PIC	Pig Improvement Company
s.e.m	Semanas
ST	Sólidos totales
UPL	Unidad productora de lechones
T0	Tratamiento 0
T1	Tratamiento 1

INTRODUCCIÓN

El calostro es la primera secreción que produce la glándula mamaria con gran aporte de linfocitos y monocitos. Asimismo, contiene una cantidad importante de proteínas, vitaminas A y E y gran concentración de inmunoglobulinas (Ig) y grasa (Lagrecia *et al.*,1998). Las secreciones mamarias de la cerda se transforman gradualmente de calostro en leche de transición y de ésta, a leche madura (Theil *et al.*, 2014) (Tabla N° I).

Tabla N° I: Composición del calostro

Tiempo posparto	Calostro			Leche transitoria		Leche madura	
	0 h	12 h	24 h	36 h	72 h	17 días	s.e.m
Composición química (g/100g)							
Grasa	5.1	5.3	6.9	9.1	9.8	8.2	0.5
Proteína	17.7	12.2	8.6	7.3	6.1	4.7	0.5
Lactosa	3.5	4.0	4.4	4.6	4.8	5.1	0.1
Materia Seca	27.3	22.4	20.6	21.4	21.2	18.9	0.6
Energía (K/100g)	260	276	346	435	468	409	21

Fuente: Adaptado de Theil *et al.* (2014).

La producción de calostro está vinculada a dos fases de la lactogénesis. En primer lugar, la lactogénesis I que se refiere a la preparación del tejido mamario para la síntesis de los

componentes de la leche y tiene lugar durante la última etapa de la gestación. En segundo lugar, la lactogénesis II que se desarrolla durante la excreción de calostro, comenzando poco antes del parto y perdurando, aproximadamente, hasta las 24 h de iniciado el mismo Quesnel *et al* (2012).

La ingestión de calostro es la principal garantía de supervivencia del lechón, ya que al nacer se encuentra totalmente desprotegido desde el punto de vista inmunológico. Los anticuerpos maternos que se encuentran en el suero no atraviesan la placenta epiteliochorial, siendo concentrados de forma selectiva en el calostro hacia el final de la gestación (Hiss-Pesch *et al.*, 2011). Además, la supervivencia del lechón depende de la ingesta inmediata al momento del parto y en cantidad suficiente de calostro, para poder adquirir la inmunidad pasiva y así tener protección hasta que sea capaz de desarrollar sus propios anticuerpos. Las concentraciones de Inmunoglobulina G (IgG) en el calostro disminuyen rápidamente dentro de las 24 h posteriores al inicio del parto y son bajas en la leche (Quesnel *et al.*, 2019).

Según lo informado por Auad *et al.* (2010) las inmunoglobulinas son absorbidas a través del epitelio del yeyuno y los vasos linfáticos para luego pasar a la circulación general. Las células epiteliales especializadas del intestino delgado son las encargadas de la absorción de las IgG, las cuales presentan una vida media efímera, de 24 a 36 h, por lo que es importante la ingesta de calostro al nacimiento.

La composición del calostro cambia gradualmente entre el inicio del parto y las 24 h posteriores (Foisnet *et al.*, 2010). Theil *et al.* (2014) indicaron que los contenidos de lactosa y grasa aumentan

mientras que, el contenido de proteínas disminuye debido al descenso de las concentraciones de IgG e IgA (Tabla N° II).

Tabla N° II: Contenido de inmunoglobulinas en el calostro y la leche de cerda madura.

		Calostro temprano	Leche madura
IgG	total		
(mg/ml)		61.8	1.6
IgA (mg/ml)		11.3	4.1
IgM (mg/ml)		3.8	1.5

Fuente: Modificado según Butler y Kehrli (2005).

Quesnel y Farmer (2019) han estimado que un lechón, con un peso de nacimiento de 1,4 Kg requiere aproximadamente 250 gr de calostro o 180 gr por cada kilogramo de su peso al nacer. Asimismo, un lechón cuando nace posee pocas reservas energéticas siendo necesaria la ingesta de calostro en las primeras horas de vida para la producción de calor y estimulación del crecimiento y maduración de órganos, principalmente del tracto gastrointestinal. Para poder sobrevivir, los lechones recién nacidos pueden depender de tres fuentes diferentes de energía: glucógeno, calostro y leche transitoria (Theil *et al.*, 2014). La grasa del calostro puede tener dos propósitos importantes, la retención de grasa que ayuda a aislar al lechón contra la pérdida adicional de calor, y la oxidación de la grasa, que es importante para la termorregulación (Herpin *et al.*, 2002).

Noblet *et al.* (1990) mostraron que, durante la lactancia, el consumo voluntario de las cerdas generalmente es insuficiente para satisfacer sus requerimientos de nutrientes. En consecuencia, este riesgo de déficit de nutrientes es particularmente agudo en cerdas jóvenes que tienen menos

apetito que las cerdas multíparas (Dourmad, 1988). Las cerdas jóvenes, necesitan niveles más altos de aminoácidos para maximizar la producción de leche posterior y el crecimiento de la camada. En el mismo sentido, Kusina *et al.* (1999) indicaron que una mayor ingesta de proteínas durante la gestación aumentó tanto la producción de leche como la ganancia de peso de la camada.

En cerdas primíparas, Craig *et al.* (2019) manifestaron que, debido a la naturaleza de su sistema inmunológico, al no haber estado expuesta a patógenos en comparación de las multíparas, tienen un contenido más bajo de inmunoglobulinas (Ig) y otros componentes (energía total, grasa, proteínas y azúcares). De manera similar, Carney-Hinkle *et al.* (2013) mencionaron que el calostro es de mejor calidad en las cerdas multíparas, proporcionando una mejor inmunidad pasiva respecto de las cerdas primíparas. Además, Quesnel (2011) indicó que la composición del calostro, especialmente en términos de contenido de IgG, es muy variable entre las cerdas.

Durante el último tercio de la gestación, las glándulas mamarias experimentan cambios histológicos importantes y los tejidos adiposo y estromal son reemplazados en gran parte por tejido sintetizador de leche (Kensinger *et al.*, 1982; Ji *et al.*, 2006). Por lo tanto, la estrategia de alimentación utilizada durante la gestación tardía es fundamental para mejorar el rendimiento de la cerda (Theil *et al.*, 2022). En cerdas primíparas, la utilización de aminoácidos debe considerarse con el crecimiento materno, el desarrollo de la glándula mamaria, el crecimiento fetal durante la gestación, la producción de leche y la movilización de nutrientes maternos durante la lactancia. Por lo tanto, el requerimiento de aminoácidos para cerdas primíparas es mayor que el de las cerdas multíparas (Hong *et al.*, 2020).

Recientemente se ha prestado especial atención a las prácticas de alimentación durante el período de transición entre la gestación y lactancia. El periparto se define generalmente como el periodo que va desde los 7 a 10 días antes del parto hasta los 3 a 5 días después del parto (Theil *et al.*, 2022). La nutrición durante este período crítico puede afectar en gran medida al crecimiento fetal, el desarrollo mamario, el parto y la calostrogénesis (Farmer, C 2022).

La transferencia de IgG del plasma de la cerda a las secreciones lácteas comienza lentamente aproximadamente 10 días antes del parto, aumenta 3 o 4 días antes del parto y es máxima el día del parto (Huang *et al.*, 1992). Los contenidos de lactosa y grasa aumentan mientras que el contenido de proteínas disminuye debido al descenso en las concentraciones de IgG e IgA (Theil *et al.*, 2014). Los requerimientos de nutrientes de cerdas en gestación tardía indican un aumento sustancial en los requerimientos de proteínas y lisina durante las dos últimas semanas de gestación. Estos cambios fueron principalmente el resultado del desarrollo mamario y la producción de calostro alto en proteínas. (Krogh *et al.*, 2020).

La composición del calostro sintetizado antes del parto está influenciada por la relación proteína-energía de la dieta al final de la gestación (Krogh *et al.*, 2020). En esta etapa, la nutrición tiene un impacto más significativo sobre la composición del calostro que sobre su cantidad (Farmer *et al.*, 2022). Factores como la grasa y las Ig son particularmente sensibles a los cambios nutricionales (Quesnel & Farmer *et al.*, 2019). Además, según Gormley *et al.* (2024), las cerdas multíparas presentan un mayor contenido de Ig en la leche en comparación con las primerizas, lo que aumenta la probabilidad de que los lechones nacidos de multíparas absorban más Ig del calostro. Por otra lado, el desarrollo de la glándula mamaria también influenciado por la nutrición, no solo

afecta a la producción y composición del calostro, sino que puede alterar, los mecanismos que regulan la secreción de calostro al final de la gestación (Farmer & Quesnel, 2008).

Las cerdas primerizas enfrentan importantes desafíos nutricionales, ya que deben satisfacer sus requerimientos de mantenimiento, producción de calostro y al mismo tiempo continuar su crecimiento. Conseguir un rendimiento óptimo de las cerdas, es un desafío que aún persiste (Farmer, C 2022).

Los avances genéticos han incrementado el tamaño de las camadas porcinas representando un avance productivo y a su vez, plantea desafíos para la supervivencia de los lechones por camadas heterogéneas con una alta variabilidad en el peso al nacimiento. Aquellos con bajo peso poseen menos reservas energéticas y menor capacidad para competir por una mama, lo que afecta el consumo de calostro. Si además el contenido de IgG en el calostro es insuficiente, la inmunidad del lechón se verá comprometida. El consumo insuficiente de calostro es, en muchos casos, la principal causa de mortalidad después del nacimiento (Casanovas, 2002). Estudios como el de Mórtola (2018) han demostrado una correlación negativa entre el aumento del tamaño de camada y una mayor mortalidad pre-destete. Esta situación se agrava por la insuficiencia de calostro en muchas cerdas. Según Quesnel y Farmer (2019) un tercio de las cerdas no producen suficiente calostro para cubrir las necesidades mínimas (250 gramos por lechón), esenciales para su supervivencia y crecimiento. Esta problemática, también evidenciada por Quesnel *et al* (2012), muestra la necesidad de estrategias complementarias para garantizar la supervivencia de los lechones en camadas cada vez más numerosas.

Dado que las cerdas primerizas son el futuro de la granja, explorar soluciones nutricionales, como el uso de un *blend* de proteínas, podría ser una estrategia para aumentar el contenido de inmunoglobulinas, específicamente IgG, asegurando la transferencia de inmunidad pasiva y así mejorar la supervivencia de los lechones.

La evaluación en granja del contenido de IgG en calostro permite identificar cerdas que tienen una baja producción de esta inmunoglobulina, lo cual representa un riesgo considerable para el desarrollo exitoso de la inmunidad pasiva en los lechones (Hasan *et al.*, 2016). Esto es relevante porque la concentración de IgG en el calostro influye significativamente en la capacidad de los lechones para adquirir la inmunidad pasiva (Kielland *et al.*, 2015).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar la calidad del calostro en cerdas primerizas alimentadas con un *blend* de proteínas funcionales a través de la cuantificación del contenido de inmunoglobulina G.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Evaluar la calidad del calostro en cerdas primerizas alimentadas con un *blend* de proteínas funcionales.

Objetivo específico:

- Cuantificar la calidad de calostro, a través de la medición de grados Brix (°Bx), de cerdas primerizas que han sido alimentadas con un *blend* de proteínas
- Comparar y determinar si existen diferencias en la calidad del calostro causados por la alimentación.

HIPÓTESIS

- La suplementación con un *blend* de proteínas en la dieta de cerdas primerizas durante el parto mejorará significativamente la calidad del calostro en comparación con las que no recibieron dicha suplementación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Instalaciones

El estudio se llevó a cabo en una granja confinada de 6000 madres en producción ubicada al sudeste de la provincia de Córdoba (Argentina), durante diciembre de 2023 a enero de 2024, en el marco de una práctica PRE-Profesional (FCA- UNLZ, Res. 258/23, exp. 04902). El trabajo se realizó en el área de maternidad, denominada Unidad Productora de Lechones (UPL), que cuenta con 14 salas con una capacidad de 88 cerdas por sala. Para el ensayo se utilizaron siete salas de maternidad (sala 1 a sala 7), como muestra en la fotografía N° 1. En las mismas, se cuenta con paneles evaporativos que permiten que la temperatura de confort durante el verano sea de 23°C. Además, está equipada con tres extractores, donde la ventilación mínima opera en ciclos de 40 segundos de encendido y 260 segundos de apagado, lo que garantiza un movimiento constante del aire y evita la acumulación de gases.

Fotografía N° 1: Foto propia, sala de maternidad.



Tratamientos:

Tratamiento 0 (T0): grupo control, el cual recibirá la alimentación tradicional de la granja, sin ninguna intervención adicional.

Tratamiento 1 (T1): grupo experimental que recibirá la alimentación tradicional de la granja más un *blend* de proteínas funcionales de origen animal, suministrando una dosis de 100 gr preparto y 150 gr durante los siete días posparto.

Manejo de animales

Se utilizaron un total de 49 cerdas nulíparas de la genética Agroceres Pig Improvement Company (PIC). Para el tratamiento 0 (control = alimentación tradicional) se registró la calidad del calostro de 25 cerdas; en tanto que para el tratamiento 1 (alimentación con un *blend* de proteínas funcionales), 24 cerdas.

Al ingreso en el área de maternidad, se midió la condición corporal de las cerdas en la última vertebra torácica (fotografía N°2), con el Caliper (fotografía N° 3) en una escala del uno al 25 (Tabla N° III). En función de los resultados obtenidos, las cerdas fueron distribuidas en dos grupos homogéneos de acuerdo con su condición corporal, siendo la CC promedio del grupo T0 15.08, mientras que el grupo T1 fue 14.58.

La pertenencia de las cerdas a los grupos control y experimental se realizó en el lomo con aerosol (letra “C” – tratamiento 0; letra “T” – tratamiento 1).

Tabla N° III: Escala del Caliper.

Unidad	Clasificación
1 a 12	Flaca
13 a 15	Ideal
16 a 25	Gorda

Fuente: Manual del Caliper.

Fotografía N°2: Foto propia, medición de la condición corporal (CC)



Fotografía N°3: Foto propia, Caliper.



Nutrición y alimentación

Las raciones estuvieron conformadas por cereales, Maíz (*Zea mays*) y sub- productos de Soja (*Glycine max* – harina, aceite). Además, se incluyeron aminoácidos industriales para atender las exigencias nutricionales de la línea genética. En ambos casos, las cerdas fueron alimentadas con la misma ración base. En las tablas N° IV, V y VI se detallan las formulaciones.

Tabla N° IV: Composición de la dieta de lactancia para ambos tratamientos (%)

Materia prima	Cantidad (%)
Maiz, grano	64
Soja, aceite desgomado	3
Soja, harina 46,5%PB	29
Premezcla vitaminica mineral	4
	100

Tabla N° V: Aportes nutricionales de la dieta de lactancia para ambos tratamientos.

Denominación	Cantidad (%)
Materia seca	86,9009
Proteína bruta (PB)	18,7531
Almidón	42,1717
Fibra bruta (FB)	2,261
FDN	11,8992
FDA	3,7851
Extrato etéreo (EE)	5,9334
Energía Met. Cerdos	3.381,56
Energía Neta cerdos	2.557,41
Material mineral (%)	2,4462
Potasio (K)	0,783
Sodio (Na)	0,2962
Cloro (Cl)	0,493
Calcio total (Ca)	1,0005
Fósforo total (P)	0,5255
Fósforo Fítico	0,2231
Fósforo disponible	0,4072
Fósforo Digestible.	0,3992
Lisina, % DIE	1,0446
Metionina, % DIE	0,3298
Metionina + Cistina, % DIE	0,6049
Treonina, % DIE	0,6736
Triptófano, % DIE	0,2063
Arginina, % DIE	1,159
Valina, % DIE	0,8141

Tabla N° VI: Aportes nutricionales del *blend* de proteínas funcionales.

Denominación	Cantidad
Materia Seca	91,30
Mat. Orgánica (MO)	79,40
Energía Dig. Cerdos	4.122,00
Energía Dig. Cerdas	4.122,00
Material Mineral, %	11,90
Magnesio (Mg)	0,02
P Disponible (P Disp)	0,46
Coef. Dig. P Cerdos	92,00
Cobre (Cu)	45,90
Lisina, %	6,52
Treonina, %	4,47
Gli + Ser, %	7,17
Leucina, %	6,97
Fen + Tir, %	6,97
Tirosina, %	3,07
Prolina, %	3,90
Asparagina, %	3,06
Metionina, % DIE cerdos	0,83
Triptófano, % DIE cerdos	1,18
Isoleucina, % DIE cerdos	2,02
Fenilalanina, % DIE cerdo	3,64
Cisteína, % DIE cerdos	2,02
Serina, % DIE cerdos	4,29
Ác. glutámico, % DIE cerdos	5,50
Nitr. Total, % DIE cerdo	10,60
Proteína Bruta (PB)	71,70
Extracto Etéreo (EE)	1,03
Coef. Dig. EE Cerdos	95,00

Tabla N° VI (cont): Aportes nutricionales del *blend* de proteínas funcionales

Energía Met. Cerdos	3.763,00
Energía Met. Cerdas	3.763,00
Potasio (K)	0,56
Calcio Total (Ca)	0,17
P Dig. Estd. Cerdos	0,42
Zinc (Zn)	89,20
Metionina, %	0,89
Triptófano, %	1,31
Valina, %	4,92
Histidina, %	2,21
Alanina, %	3,74
Glicina, %	2,64
Glutamina, %	3,96
Ác. Aspártico, %	4,07
Nitr. Esenc. Cerdos, %	5,81
Met + Cis, % DIE cerdos	2,85
Arginina, % DIE cerdos	3,80
Leucina, % DIE cerdos	6,50
Fen + Tir, % DIE cerdos	6,48
Tirosina, % DIE cerdos	2,85
Prolina, % DIE cerdos	3,03
Asparagina, % DIE cerdos	2,84
Nitr. Esenc. Cerdos, %	5,44
DI	6,67
Ext. No Nitro. (ENN)	71,90
MO Dig. Cerdos	0,98
EE Dig. Cerdos	2.280,00
Energía Neta Cerdos	2.280,00
Energía Neta Cerdas	3,12
Sodio (Na)	0,46
Fósforo (P) Total	106,00
Hierro (Fe)	0,42
Selenio (Se)	3,07
Met + Cis, %	3,95
Arginina, %	2,26
Isoleucina, %	3,90
Fenilalanina, %	

Tabla N° VI (cont): Composición proximal del *blend* de proteínas funcionales.

Serina, %	4,53
Ác. glutámico, %	5,85
Nitr. Total, %	11,50
Lisina, % DIE cerdos	6,20
Treonina, % DIE cerdos	4,13
Valina, % DIE cerdos	4,60
Histidina, % DIE cerdos	2,10
Alanina, % DIE cerdos	3,47
Glicina, % DIE cerdos	2,39
Glutamina, % DIE cerdos	3,73
Ác. Aspártico, % DIE cerdos	3,77

Las cerdas del grupo tratamiento recibieron, además de la ración base, un *blend* de proteínas funcionales de origen animal, administrado de modo “on top” 100 gr preparto y 150 gr durante los siete días posparto. Este suplemento corresponde a un producto comercial.

En ambos casos, el agua se ofreció *ad libitum*. La cantidad de ración ofrecida en el momento del periparto fue de 3 Kg diarios, distribuidos en dos veces al día. Después del parto, las cerdas fueron alimentadas a voluntad durante todo el periodo experimental.

La presentación física de la ración fue en forma de harina.

Protocolo de medición y toma de muestra

La medición de la calidad del calostro se llevó a cabo mediante el uso del refractómetro Milwaukee Ma871 digital Brix (fotografía N°4 y 5) en el intervalo de cero a dos horas posparto. La variable respuesta del ensayo fue la calidad del calostro, evaluada a través de los grados Brix.

El porcentaje °Bx es una medida de las concentraciones de sacarosa en líquidos y cuando se utiliza en líquidos que no contienen sacarosa, el porcentaje Brix se aproxima al porcentaje de sólidos totales (ST) (Quigley et., 2013). Antes de comenzar la medición diaria, se realizó la calibración del equipo, utilizando agua destilada en la superficie del prisma asegurándose de que no reciba la luz directa y, si no aparecen mensajes de error, la unidad esta calibrada. Para el procedimiento de medición se limpió la superficie del prisma, previamente calibrado, en donde se colocó la muestra de calostro, recolectado en los Eppendorf. La medición se indicará en unidades de % °Bx con un rango de 0 a 85.

Para la recolección del calostro se utilizaron tubos Eppendorf que fueron rotulados con el número de identificación de la cerda y de la toma correspondiente. Las muestras fueron obtenidas de los primeros pares de mamas.

Fotografía N° 4: Foto propia, refractómetro Milwaukee Ma871 digital Brix.



Fotografía N° 5: Foto propia, medición con el refractómetro



Análisis estadístico y diseño experimental.

El diseño experimental planteado fue un DCA, siendo la unidad experimental una cerda por jaula. Se considera como efecto tratamiento al *blend* de proteínas funcionales en la dieta.

Se efectuó un análisis exploratorio descriptivo mediante diagramas de caja (boxplots), medidas de posición (media, mínimo, mediana, máximo, y los cuartiles Q1 y Q3) y de dispersión (varianza, coeficiente de variación y desvío estándar) disponibles en el anexo 1. La comprobación de los supuestos de homogeneidad de varianza, aleatoriedad y normalidad se efectuaron mediante las pruebas de Levene y Shapiro – Wilks (SW); verificándose ambos (p valor Levene= 0,2258 y p valor SW = 0,2191), disponibles en el anexo 2.

El modelo empleado fue un ANOVA de 1 vía con 2 niveles:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

con $i: 1, 2; j: 1, 2, \dots, 49$.

Donde y_{ij} representa la observación de calidad de calostro ($^{\circ}$ Bx) de la j – *ésima* unidad experimental para el i – *ésimo* nivel de tratamiento; μ , representa la media poblacional; α_i , representa el efecto del i – *ésimo* nivel de tratamiento ($i = 1$, dieta control; $i = 2$, dieta tratamiento) y e_{ij} , el error asociado a la medición.

La inferencia estadística consistió en una prueba de comparación de medias para la variable respuesta entre dos muestras (T0 y T1) en una población:

Hipótesis:

$$H_0 = \mu_{Control} = \mu_{Tratamiento}$$

$$H_1 = \mu_{Control} \neq \mu_{Tratamiento}$$

Para el análisis de los datos se empleó el software INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2020). Se utilizó un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis exploratorio descriptivo mostró que el grupo T1 tuvo valores mínimos y máximos de 20,4°Bx y 39,9°Bx, respectivamente, mientras que en T0 los valores fueron 20,2°Bx y 35,2°Bx. En cuanto a la distribución de los datos, los cuartiles Q1 y Q3 fueron de 23,5°Bx y 30,5°Bx en T1, mientras que T0 fueron de 22,8°Bx y 27,5°Bx.

En cuanto a la variabilidad de los datos, la varianza fue mayor en T1(24,57°Bx), que en T0 (11,97°Bx). De manera similar, el coeficiente de variación fue de 17,56% en T1 y 13,5% en T0, mientras que el un desvío estándar fue de 4,96°Bx y 11,97°Bx, respectivamente (Anexo 1).

Los resultados de este ensayo mostraron que la suplementación con un *blend* de proteínas funcionales en la dieta en cerdas primerizas tuvo un impacto significativo en las primeras horas posparto para la variable “Calidad de calostro” ($p=0,0387$), expresadas en °Bx. Las cerdas que recibieron el tratamiento 1, en donde se utilizó el *blend* de proteínas, obtuvieron una media mayor (28,23°Bx) en comparación con las del tratamiento 0, cuya media fue de 25,64°Bx (Tabla N° VII).

Tabla N° VII: Prueba “t”

	Tratamiento 0 n= 25	Tratamiento 1 n=24	p-valor
°Bx	25,64	28,23	0,0387

La dieta suplementada tiene un perfil de aminoácidos más completo y con niveles mayores de aminoácidos esenciales en comparación con la dieta tradicional de la granja, como lisina DIE (+5,16), metionina DIE (+0,50), triptófano DIE (+0,97), treonina DIE (3,46), valina (+3,79). Además de tener adicionalmente aminoácidos exclusivos en la suplementación como isoleucina, cisteína, serina y demás. Este perfil más completo puede tener una correlación positiva en la síntesis de Inmunoglobulinas, lo que fortalece la inmunidad pasiva transferida a los lechones, lo cual tiene suma importancia en cerdas primerizas, que suelen producir menor cantidad de calostro y enfrentan mayores demandas nutricionales ya que aún están en crecimiento. Esta diferencia en aminoácidos podría verse reflejada en una mayor media de °Bx en las cerdas del tratamiento 1.

Banchero et al., (2006) expuso que una suplementación en el último tercio de la gestación mejora la producción de calostro y leche, y por ende un mayor porcentaje de supervivencia; además de mejores resultados sobre la sobre la concentración de inmunoglobulinas G (IgG) calostrales.

El uso del refractómetro digital Brix Milwaukee MA871, es una herramienta que nos permite evaluar la calidad del calostro de manera rápida y precisa. Estudios como el de Hasan *et al.* (2016), afirman que la utilización del refractómetro Brix parece ser un método aceptable para evaluar el contenido de IgG en el calostro a nivel del rebaño durante las primeras horas del parto, así como también lo sugiere como un método satisfactorio para uso en la granja.

CONCLUSIONES

Este ensayo evaluó la calidad del calostro en cerdas primerizas alimentadas con un *blend* de proteínas funcionales. Los resultados mostraron que las cerdas suplementadas en la dieta mejoraron la calidad del calostro medido en °Bx durante las primeras horas posparto. Quigley et al., (2013) expusieron que la correlación entre el porcentaje Brix y la concentración de IgG en el calostro es bastante alta, especialmente a las primeras horas después del parto. Esto indica una mayor concentración de sólidos totales, que podría correlacionarse con una mejora en la transferencia de inmunidad pasiva a su camada. En función de los resultados obtenidos, se podría concluir que la implementación de una estrategia de nutrición en el periparto contribuirá con una mejora en el desempeño de los lechones lactantes, principalmente en una reducción de la mortandad pre-destete. Se podrían considerar futuras investigaciones que exploren como el aumento de los °Bx en el calostro no solo se desarrolla con un incremento de las inmunoglobulinas, sino también con una mejora en el desempeño de los lechones durante la lactancia como en su posterior destete.

BIBLIOGRAFÍA

Auad, J., Lozano, A., Cooper, L., Cerutti, J., Davalos, M. & Mangeaud, A. (2010). Physiology of passive antibody transfer in equines. FAVE sección Ciencias Veterinarias 9 (2), 69-75.

<http://doi.org/10.14409/favecv.v9i2.1504>

Banchero, G.; Clariget, R.; Bencini, R.; Lindsay, D.; Milton, J.; Martin, G. (2006). Endocrine and metabolic factors involved in the effect of nutrition on the production of colostrum in female sheep. Reprod Nutr Dev, 46:447-460. doi: 10.1051 / rnd:2006024.

Butler JE y Kehrli ME Jr (2005). Immunoglobulins and immunocytes in the gland mammary and its secretions. En Mucosal immunology (ed. J Mestecky, ME Lamm, W Strober, J Bienenstock, JR McGhee y L Mayer), págs. 1763–1793. Elsevier Academic Press, Burlington, MA, EE. UU.

Carney-Hinkle, E. E., Tran, H., Bundy, J. W., Moreno, R., Miller, P. S., & Burkey, T. E. (2013). Effect of dam parity on litter performance, transfer of passive immunity, and progeny microbial ecology. Journal of Animal Science, 91(6), 2885–2893. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4874>

Casanovas, C. (2002). Encalostramiento de los lechones. 3tres3. Recuperado de www.3tres3.com/buscador/noti.php

Craig J.R., Dunshea F.R., Cottrell J.J., Wijesiriwardana U.A., & Pluske J.R. (2019). Primiparous and Multiparous Sows Have Largely Similar Colostrum and Milk Composition Profiles Throughout Lactation. Animals, 9(2), 35; <https://doi.org/10.3390/ani9020035>

- Gormley, A., Jang, K. B., Garavito-Duarte, Y., Deng, Z., & Kim, S. W. (2024). Impacts of maternal nutrition on sow performance and potential positive effects on piglet performance. *Animals*, 14(13), 1858. <https://doi.org/10.3390/ani14131858>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). *InfoStat versión 2020*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Dourmad, J.Y. (1988). Voluntary feed intake in lactating sows: numerous factors of variation. *INRA Prod. Anim.* 1, 141 – 146.
- Farmer, C., & Quesnel, H. (2008). Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows¹. *Journal Of Animal Science*, 87 56-64. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1203.t>
- Farmer, C. (2022). Achieving optimal performance of the bristles, a challenge that still persists in 2022. *Animal Frontiers*, 12(6), 53-55. <https://doi.org/10.1093/af/vfac064>
- Foisnet, A., Farmer, C., David, C., & Quesnel, H. (2010). Relationships between colostrum production by primiparous sows and sow physiology around parturition. *Journal of Animal Science*, 88(5), 1672–1683. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2562>.
- Hasan, S. M. K., Junnikkala, S., Valros, A., Peltoniemi, O., & Oliviero, C. (2016). Validation of Brix refractometer to estimate colostrum immunoglobulin G content and composition in the sow. *Animal*, 10(10), 1728-1733. <https://doi.org/10.1017/s1751731116000896>

- Herpin, P.; Damon, M.; Le Dividich, J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*, 78, 25–45. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00183-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00183-5)
- Hiss-Pesch, S., Daniel, F., Dunkelberg-Denk, S., Mielenz, M. & Sauerwein, H. (2011). Transfer of maternal haptoglobin to suckling piglets. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 144(1-2), 104-110. [10.1016/j.vetimm.2011.07.015](https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2011.07.015)
- Hong, J., Fang, L. H., & Kim, Y. Y. (2020). Effects of dietary energy and lysine levels on physiological responses, reproductive performance, blood profiles, and milk composition in primiparous sows.
- Ji, F., Hurley W. L., and Kim S. W. (2006). Characterization of mammary gland development in pregnant gilts. *J. Anim. Sci.* 84:579–587. doi: 10.2527/2006.843579x
- Journal of Animal Science and Technology*, 62(3):334-347. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.3.334>
- Huang, S. C., Hu, Z., Hasler-Rapacz, J., & Rapacz, J. (1992). Preferential mammary storage and secretion of immunoglobulin gamma (IgG) subclasses in swine. *Journal of Reproductive Immunology*, 21(1), 15-28. [https://doi.org/10.1016/0165-0378\(92\)90037-5](https://doi.org/10.1016/0165-0378(92)90037-5)
- Kensinger, R. S., Collier R. J., Bazer F. W., Ducsay C. A., & Becker H. N. (1982). Nucleic acid, metabolic and histological changes in gilt mammary tissue during pregnancy and lactogenesis. *J. Anim. Sci.* 54, 1297–1308. [10.2527/jas1982.5461297x](https://doi.org/10.2527/jas1982.5461297x)

Kielland, C., Rootwelt, V., Reksen, O., & Framstad, T. (2015). The association between immunoglobulin G in sow colostrum and piglet plasma. *Journal of Animal Science*, 93, 4453–4462.

<https://doi.org/10.2527/jas2014-8713>

Kusina, J., Pettigrew, J. E., Sower, A. F., Hathaway, M. R., White, M. E., & Bróker, B. A. (1999). Effect of protein intake during gestation on mammary development of primiparous sows. *Journal of Animal Science*, 77, 925–930.

Krogh, U., van Vliet, S., Bruun, T. S., Feyera, T., Hinrichsen, T., Pedersen, T. F., & Theil, P. K. (2020). Impact of dietary protein to energy ratio and two different energy levels fed during late gestation on plasma metabolites and colostrum production in sows. *Journal of Animal Science*, 234, 10399.

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103999>

Mórtola, E. (2018). What's new in piglet colostral immunity. *MOTIVAR*.

<https://motivar.com.ar/2018/07/que-hay-nuevo-en-la-inmunidad-calostroal-de-los-lechones>.

Lagrecia, L., Marotta, E. & A. Muñoz Luna (1998). Aspectos fisiocootécnicos del lechón. En *Porcinotecnia práctica y rentable*, (pp 61-67). Ed Grupo Luzán.

Noblet, J., Dourmad, J. Y., & Etienne, M. (1990). Energy utilization in pregnant and lactating sows: Modeling of energy requirements. *Journal of Animal Science*, 68(2), 562.

<https://doi.org/10.2527/1990.682562x>

Quigley, J., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., & Polo, J. (2013). Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal Of Dairy Science*, 96(2), 1148-1155. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>

Quesnel, H. (2011). Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. *Animal*, 5(10), 1546-1553.

<https://doi.org/10.1017/s175173111100070x>

Quesnel, H., Gondret, F., Merlot, E., Loisel, F. & Farmer, C. (2019). Influence of the sow on neonatal survival: A special focus on colostrum. *Actas de Bioscientifica*.

<https://doi.org/10.1530/biosciprocs.19.0013>

Quesnel, H. & Farmer, C. (2019). Review: nutritional and endocrine control of colostrogenesis in swine. *Animal*, 13(S1), 26-34. <https://doi.org/10.1017/s1751731118003555>

Quesnel, H., Farmer, C., & Devillers, N. (2012). Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, 146(2-3), 105-114.

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.03.010>

Theil, P.K., C. Farmer, & T. Feyera. (2022). Review: physiology and nutrition of late gestating and transition sows. *J. Anim. Sci.* 100:1–15. doi:10.1093/jas/skac176.

Theil, P., Lauridsen, C., & Quesnel, H. (2014). Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. *Animal*, 8(7), 1021-1030. <https://doi.org/10.1017/s1751731114000950>

ANEXO 1**Análisis descriptivo**

Tabla N° VIII: Medidas de tendencia central

	Tratamiento 0	Tratamiento 1
	n= 25	n=24
Media	25,64	28,23
Mediana	25,8	27,95

Tabla N° IX: Medidas de posición

	Tratamiento 0	Tratamiento 1
	n= 25	n=24
Mínimo	20,2	20,4
Máximo	35,2	39,9
Q1	22,8	23,5
Q3	27,5	30,5

Tabla N° X: Medidas de dispersión

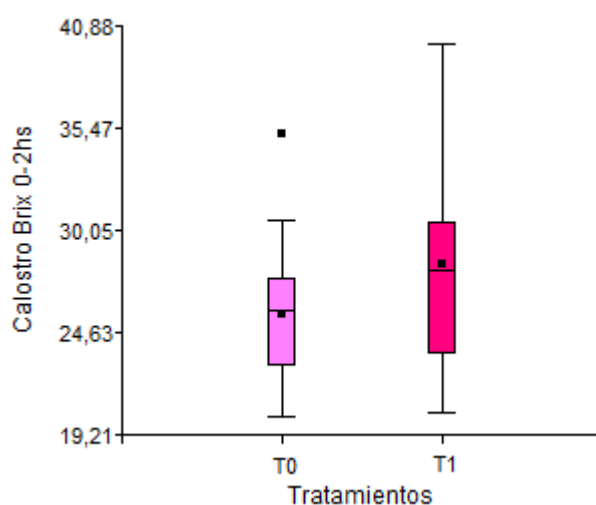
	Tratamiento 0	Tratamiento 1
	n= 25	n=24
D.E	3,46	4,96
Var (n-1)	11,97	24,57
CV	13,5	17,56

Boxplot

Se realizó un gráfico boxplot para poder observar de manera gráfica la distribución de los datos.

El eje X muestra los tratamientos (T0 y T1) y el eje Y representa los °Bx con valores entre 19,21 y 40,88.

Figura N° 6: gráfico bloxplot.



El grafico muestra que T1 tiene una producción de calostro promedio mayor en comparación con T0.

ANEXO 2

Comprobación de supuestos

➤ Normalidad:

Para la comprobación del supuesto de normalidad, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk sobre los residuos, con un nivel de significación del cinco por ciento ($\alpha = 0,05$).

$H_0 = \text{los datos se distribuyen normalmente}$

$H_1 = \text{los datos no se distribuyen normalmente}$

Tabla N° XI: Prueba de Shapiro-Wilk

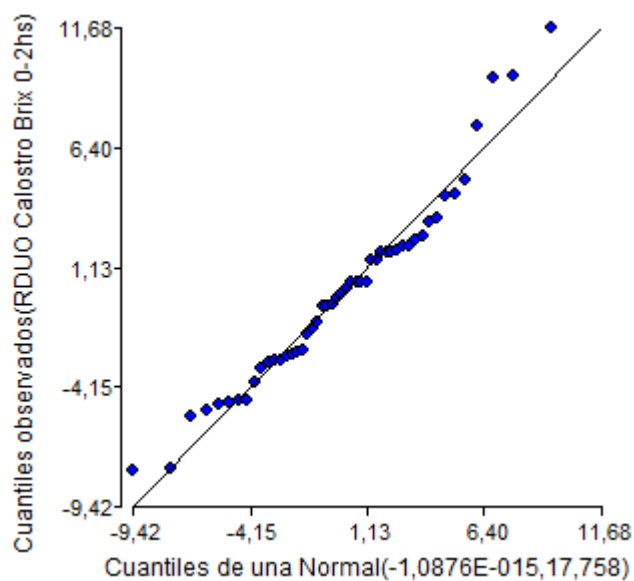
RDUO °Bx	n	μ	D.E	p -Valor
	49	0	4,21	0,2191

Dado de que el p- Valor (0,2191) es mayor al α (0,05), no se rechaza la hipótesis nula (H_0) por lo tanto los datos se distribuyen normalmente.

Gráfico cuantil-cuantil

Se realizó un gráfico cuantil-cuantil, para inspeccionar gráficamente, si los datos siguen una distribución normal, donde el eje X muestra los cuantiles de una normal y el eje Y representa los cuantiles observados.

Figura N°7: Grafico de probabilidad normal sobre los residuos.



Si bien los puntos de los extremos se encuentran alejados de la recta, la mayoría de los puntos se encuentran cercanos a la recta, por lo que se puede estimar que se cumple el supuesto de normalidad.

➤ Homogeneidad de varianza

Para la comprobación del supuesto de homogeneidad de varianza, se realizó la prueba de Levene sobre el valor absoluto de los residuos, con un nivel de significación del cinco por ciento ($\alpha = 0,05$).

H_0 = las varianzas de los grupos son iguales.

H_1 = la varianzas de los grupos son diferentes.

Tabla N° XII: Prueba de Levene

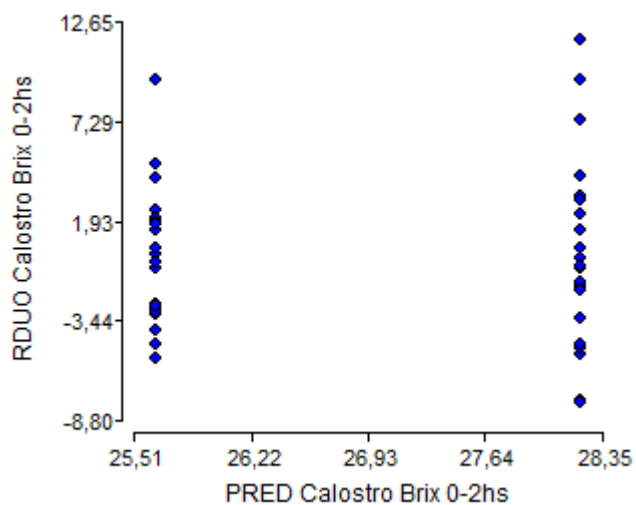
	SC	gl	CM	F	p -Valor
Modelo	10,63	1	10,63	1,51	0,2258
Tratamientos	10,63	1	10,63	1,51	0,2258
Error	331,57	47	7,05		
Total	342,2	48			

Dado de que el p- Valor (0,2258) es mayor al α (0,05), no se rechaza la hipótesis nula (H_0) por lo tanto las varianzas de los grupos son iguales.

Gráfico de dispersión

Se realizó un gráfico de dispersión, para inspeccionar gráficamente, si hay homogeneidad de varianza, donde el eje X muestra los predichos y el eje Y representa los residuos.

Figura N° 8: Gráfico Residuos vs predichos.



➤ Aleatorización

El diseño se aplicó en forma adecuada, se asignaron los tratamientos en forma aleatoria a las unidades experimentales, efectuándose la aleatorización mediante un método objetivo.

ANEXO 3**Actividades complementarias****Congresos y talleres:**

- Participación en el “X Congreso GITEP 2023”, enfocado en los avances en genética y tecnología en la producción porcina. Carga horaria: 13 h.
- Participación en el “Taller de bienestar animal” para veterinarios y zootecnistas, organizado por Sinergia Animal, donde se abordaron temas relacionados con el bienestar de los animales de granja. Carga horaria: 8 h.

Práctica PRE-Profesional en BLD+, Córdoba: (FCA- UNLZ,**Res. 258/23, exp. 04902)**

Realicé una práctica PRE-Profesional en BLD+, donde participé de actividades prácticas en las distintas áreas de la empresa. Carga horaria: 250 h.

Maternidad:

Asistencia de partos (secado de lechones, corte del cordón umbilical, pesaje al nacimiento y destete, etc.), colocación de caravanas para identificación según su origen genético (rojo, amarillas, azules), medición de temperatura rectal e infrarroja al momento del parto, medición de hemoglobina en madres en el momento del parto y de lechones al destete utilizando el analizador HemoCue HB 201, evaluación de la condición corporal utilizando como herramienta el

Caliper, monitoreo de la materia fecal posparto para detectar problemas de constipación, pesaje de lechones al nacimiento y destete, así también como de las cachorras y destete de abuelas, para selección genética según características de interés (número de mamas, aplomos, tamaño, etc.).

Gestación:

Monitoreo de comederos automáticos para verificar consumo de alimento y resolución de alarmas, colocación de chip para la identificación y control del consumo, ecografía a cachorras y multíparas a los 30 y 60 días de preñez, vacunación de cachorras (día 70) y adultas (día 90) con Glasser, Suisens y Rhiniseng y medición de la condición corporal con el Caliper a los 30, 60 y 80 días de gestación.

Estimulo:

Estimulo de cachorras con el verraco para DC (detección de celo), con rotación de machos, extracción de sangre del surco yugular en cachorras para análisis posterior e hisopado orofaríngeo para detección de Mycoplasma.

Inseminación:

IA (inseminación artificial) cervical para cachorras y postcervical en multíparas y análisis de semen para evaluar motilidad basal y detectar anormalidades.

GDU (Unidad de desarrollo genético):

Selección genética de cachorras y recolección de heces para análisis coproparasitológico.

Recría:

Distribución de los lechones en diferentes corrales según el sexo y vacunación contra problemas de patas.

Engorde:

Toma de muestra para análisis de alimento: de cada corral se toma una muestra representativa de alimento, para mandar a analizar.