

**EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE ACEITE VEGETAL Y LISINA, EN CERDAS
PRIMERIZAS EN FASE DE LACTANCIA Y SU EFECTO SOBRE EL ESTATUS
METABÓLICO, PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO, EN EL TRÓPICO ALTO**

ROSA LILA PEREIRA TUPAZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
ÁREA DE ÉNFASIS PRODUCCIÓN ANIMAL
SAN JUAN DE PASTO
2013**

**EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE ACEITE VEGETAL Y LISINA, EN CERDAS
PRIMERIZAS EN FASE DE LACTANCIA Y SU EFECTO SOBRE EL ESTATUS
METABÓLICO, PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO, EN EL TRÓPICO ALTO**

ROSA LILA PEREIRA TUPAZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magister
en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción Animal**

**Director de trabajo:
JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ BENAVIDES Zoot. M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
ÁREA DE ÉNFASIS PRODUCCIÓN ANIMAL
SAN JUAN DE PASTO
2013**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del Acuerdo n° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

HENRY JURADO GÁMEZ. Zoot. M. Sc., Ph.D .
Jurado delegado

EDMUNDO APRÁEZ, . Zoot. M. Sc., Ph.D .
Jurado

WILLIAN NARVÁEZ. . Zoot. M. Sc., Ph.D .
Jurado

JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ. Zoot. M.Sc.
Presidente

San Juan de Pasto, Mayo de 2013

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre en mi vida.
A mi esposo y a mi hijo.

AGRADECIMIENTOS

Granjas, Universidad de Nariño.
Oscar Fernando Benavides E. Zoot. M.Sc.
Javier Andrés Martínez Benavides. Zoot. M.Sc.
José Edmundo Apráez Guerrero. Zoot. Ph.D.
Henry Jurado Gamez. Zoot. Ph.D.
William Narvaez. Zoot. Ph.D.
Ricardo Rosero Noguera. Zoot. Ph.D.
Katia Benavides. Vet. Esp.
Sandra Espinoza. Ing. Acuícola.
Diana María Ortiz. Zoot.
Oscar Checa Coral. I.A. Ph.D.
Operarios Granja Botana.
Concentrados S.A.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	15
1. MARCO TEÓRICO	17
1.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DURANTE LA LACTANCIA.....	17
1.1.1 Necesidades Energéticas durante lactación.....	18
1.1.1.1 Mantenimiento	18
1.1.1.2 Producción de leche.....	18
1.1.1.3 Termorregulación.....	19
1.2. RELACIÓN ENTRE ALIMENTACIÓN EN LACTACIÓN E INTERVALO DESTETE-CELO.....	19
1.3. CONDICIÓN CORPORAL Y ESPESOR DE GRASA DORSAL.....	22
1.4 GRASAS Y ACEITES	25
1.4.1 Digestión y absorción de grasas en monogástricos.	25
1.4.2 Transporte de lípidos	26
1.4.3 Acción hormonal en la movilización de triacilgliceroles almacenados. ...	26
1.4.4 Utilización de las grasas para liberar energía.	27
1.4.5 Síntesis de Cuerpos Cetónicos o Cetogénesis.....	28
1.5 UTILIZACIÓN DE GRASAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDAS.....	28
1.6 REQUERIMIENTOS DE LISINA EN CERDAS.....	31
1.7. METABOLITOS ASOCIADOS AL METABOLISMO ENERGÉTICO DEL ANIMAL	33
1.7.1 Creatinina.....	33
1.7.2 Glucosa.....	33
1.7.3 Triglicéridos.....	34
1.7.4 Cuerpos cetónicos	34
1.7.5 Urea.	34
2. DISEÑO METODOLOGICO.....	35
2.1 LOCALIZACIÓN.....	35

2.2	ANIMALES Y MANEJO.....	35
2.2.1	Animales.....	35
2.2.2	Alojamientos.....	35
2.2.3	Alimentación y Manejo.....	35
2.4	HIPÓTESIS.....	36
2.5.	TRATAMIENTOS.....	36
2.6.	VARIABLES REPRODUCTIVAS.....	37
2.6.1	Presentación del primer estro postparto.....	37
2.6.2	Preñez.....	37
2.7	VARIABLES PRODUCTIVAS.....	38
2.7.1	Peso corporal, condición corporal y espesor de grasa dorsal.....	38
2.7.2	Ganancia de peso camada al destete.....	38
2.8.	INDICADORES METABÓLICOS.....	38
2.8.1	Determinación de glucosa.....	39
2.8.2	Determinación cuantitativa de creatinina.....	39
2.8.3	Determinación cuantitativa de triglicéridos.....	39
2.8.4	Determinación enzimática de Urea (BUN).....	39
2.8.5	Determinación de cuerpos cetónicos.....	39
2.8.6	Análisis de heces.....	39
2.9	VARIABLES ECONÓMICAS.....	39
2.9.1	Análisis parcial de costos.....	39
2.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	39
3.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	41
3.1	VARIABLES PRODUCTIVAS.....	41
3.1.1	Peso corporal.....	41
3.1.2	Ganancia de peso.....	42
3.1.3	Condición corporal.....	44
3.1.4	Espesor de grasa dorsal (EGD).....	46
3.1.5	Ganancia de peso de camada al destete.....	48
3.1.6	Mortalidad de lechones.....	49

3.2	VARIABLES REPRODUCTIVAS.....	50
3.2.1	Intervalo destete – estro.....	50
3.2.2	PREÑEZ.	53
3.3	INDICADORES METABÓLICOS.....	53
3.3.1	Glucosa.....	53
3.3.2	Creatinina.....	55
3.3.3	BUN	56
3.3.4	Triglicéridos.....	58
3.3.5	Cuerpos cetónicos.	59
3.3.6	Análisis de heces	60
3.4	VARIABLES ECONÓMICAS	61
3.4.1	Análisis parcial de costos.	61
4.	CONCLUSIONES	63
5.	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFIA.....	65
	ANEXOS	73

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Objetivos técnicos para cerdas primerizas	23
Tabla 2. Relación entre espesor de grasa corporal al parto, salida al celo y tamaño de la siguiente camada	24
Tabla 3. Efecto de la ingesta de energía durante la lactación en el rendimiento de cerdas de cría y el siguiente parto.....	30
Tabla 4. Peso corporal al destete y servicio.....	41
Tabla 5. Ganancia de peso en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.	42
Tabla 6. Condición corporal en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.	44
Tabla 7. Espesor de grasa dorsal en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.	46
Tabla 8. Ganancia de peso de la camada al destete.	48
Tabla 9. Intervalo destete - estro en cerdas primerizas, (días).....	50
Tabla 10. Concentración de glucosa en plasma en los periodos evaluados.	53
Tabla 11. Concentración de creatinina en plasma.	55
Tabla 12. Concentración de nitrógeno ureico en sangre (BUN) en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.	57
Tabla 13. Concentración de triglicéridos en sangre en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.....	58
Tabla 14. Estimativo de análisis de energía de heces de acuerdo a cada tratamiento evaluado.	60
Tabla 15. Análisis parcial de costos por tratamientos.	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mecanismos propuestos para el incremento del IDC en cerdas subalimentadas en lactación	21

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Andeva para glucosa al destete	74
ANEXO B. Andeva para glucosa al servicio.....	75
ANEXO C. Andeva para creatinina al destete	76
ANEXO D. Andeva para creatinina al servicio	77
ANEXO E. Andeva para BUN al destete.....	78
ANEXO F. Andeva para BUN al servicio	79
ANEXO G. Andeva para triglicéridos al destete	80
ANEXO H. Andeva para triglicéridos al servicio	81
ANEXO I. Andeva para primer estro postparto	82
ANEXO J. Andeva para peso corporal al destete.....	83
ANEXO K. Andeva para peso corporal al servicio	84
ANEXO L. Andeva para ganancia de peso diario al destete.....	85
ANEXO M. Andeva para ganancia de peso diario al servicio	86
ANEXO N. Andeva para condición corporal al destete	87
ANEXO Ñ. Andeva para condición corporal al servicio	88
ANEXO O. Andeva para espesor de grasa dorsal al Destete.....	89
ANEXO P. Andeva para espesor de grasa dorsal al servicio.....	90
ANEXO Q. Prueba Chi-Cuadrado para Preñez	91
ANEXO R. Andeva para peso de la camada al destete	92
ANEXO S. Andeva para ganancia diaria de peso de la camada al destete	93
ANEXO T. Composición Nutricional del Balanceado Comercial.	94
ANEXO U. Análisis de energía de heces	95

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la adición de aceite vegetal y lisina, en cerdas de primera lactancia, y su influencia en el estatus metabólico, parámetros productivos y reproductivos, en trópico alto. Quince cerdas primíparas fueron distribuidas al azar en tres tratamientos: *T0* (control) concentrado comercial (3267 kcal. EM/ kg y 9.2 g lisina/kg), *T2*: concentrado comercial (3267 kcal. EM/ kg y 9.2 g lisina/kg). + 30 ml. de aceite vegetal/kg alimento y *T3*: concentrado comercial (3267 kcal. EM/ kg y 9.2 g lisina/kg). + 30 ml de aceite vegetal /kg de alimento + 0.7 gr lisina/kg alimento. La dieta base fue 6 kg/anl/día de concentrado comercial. Las variables a evaluar en la hembra fueron: peso, condición corporal, espesor de grasa dorsal, metabolitos asociados al metabolismo energético (Glucosa, triglicéridos, urea, creatinina y cuerpos cetónicos), análisis de heces, intervalo destete-estro (días) y confirmación de preñez a celo postdestete. En los lechones lactantes: peso de camada al nacimiento y al destete y mortalidad. También se valoró económicamente la adición de aceite y lisina en cada uno de los tratamientos. La adición de aceite vegetal y lisina no tuvo efecto en los tratamientos sobre los metabolitos de glucosa, creatinina, triglicéridos y BUN, ni para la variable ganancia de peso camada al destete. Para las variables productivas como peso corporal y espesor de grasa dorsal mostró diferencias significativas en las dietas T1 y T2 con respecto al tratamiento control T0, tanto al destete como al servicio. La variable ganancia de peso tuvo diferencias significativas de todos los tratamientos al destete, mientras que al servicio se observó diferencias entre el tratamiento T1, al ser comparado con los tratamientos T0 y T2. El comportamiento de la condición corporal de los animales, que consumieron adicionalmente aceite y lisina (T1 y T2) al momento del destete, mostró diferencias significativas, respecto al tratamiento control T0, y al servicio se encontró diferencias significativas entre la dieta control (T0) con referencia al tratamiento que se adicionó aceite y lisina (T2), pero no hay diferencias significativas entre la adición de aceite (T1) con referencia a las dietas con adición de aceite y lisina (T2) y la dieta control (T0). No se presentó mortalidad de lechones lactantes en ninguno de los tratamientos, el análisis de energía en heces mostro que los tratamientos que aproximadamente menor valor reportaron fueron el T0 y T1. En cuanto a las variables reproductivas como el intervalo destete-estro mostró diferencias significativas, en respuesta a la adición de aceite en la dieta (T1), con respecto al tratamiento control (T0). No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos T2 comparado con T0 y T1. Para el análisis parcial de costos el tratamiento que mayor ingreso neto tuvo fue el T1.

Se concluye que la adición de aceite vegetal y lisina, influye positivamente sobre los parámetros productivos y reproductivos de la cerda en lactación de primer parto, sin afectar el estatus metabólico.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the addition of vegetable oil and lysine in lactating piglet sows, and its influence on metabolic status, productive and reproductive parameters in high tropic areas. Fifteen gilts were randomly assigned to three treatments: T0 (control) commercial food (3267 kcal. EM / kg and 9.2 g lysine / kg), T2: commercial food (3267 kcal. EM / kg y 9.2 g lysine / kg) . + 30 ml. vegetable oil / kg food and T3: commercial food (3267 kcal EM / kg and 9.2 g lysine / kg). + 30 ml of vegetable oil / kg diet + 0.7 g. lysine / kg feed. The basic diet was 6 kg/ani/day of commercial food. The variables measured in females were: weight, body condition, backfat thickness, metabolites associated to energetic metabolism (glucose, triglycerides, urea, creatinine and ketones bodies), test of feces, weaning-estrus interval (days) and confirmation of pregnancy to post-weaning intercourse. In suckling piglets: litter weight at birth and at weaning as well as the mortality. It was also evaluated the economical aspect on adding oil and lysine in each treatment. The addition of vegetable oil and lysine had no effect on treatment on metabolites of glucose, creatinine, triglycerides and BUN, or for the variable of gaining weight in litter at weaning. For productive variables, such as, body weight and backfat thickness, they showed significant differences in T1 and T2 diets compared to control treatment T0, at weaning, as well as, at the service. The variable of weight gain showed significant differences in all treatments at weaning, while at service there were observed differences in T1, when comparing it with T0 and T2. The behavior of the body condition of the animals, which additionally consumed oil and lysine (T1 and T2) at weaning, showed significant differences compared to the control treatment T0, and at the service there were found significant differences between the control diet (T0) and the treatment which was added the oil and lysine (T2), but no significant differences between the addition of oil (T1) and the diets with addition of oil and lysine (T2) and the control diet (T0) were found. There were no cases of mortality of piglets in any of the treatments, the analysis of energy in feces showed that treatments the lowest on value reported was T0 and T1. About the reproductive variables as the interval weaning-estrus, it showed significant differences in response to the addition of oil in the diet (T1) with respect to the control treatment (T0). No statistical differences were found between treatments T2 compared with T0 and T1. For the partial analysis of costs the treatment that had a higher net income was the T1. It is concluded that the addition of vegetable oil and lysine, affects in a positive way the productive and reproductive parameters of sows lactating a first litter, without affecting the metabolic status.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la porcicultura moderna es maximizar la cantidad y calidad de carne por cerda en su vida reproductiva, y con cuanta mayor eficiencia lo haga, más elevado será el margen de utilidad en cualquier empresa. El número de lechones por cerda en un año es el componente más influyente, en donde la alimentación de la reproductora puede considerarse como un costo fijo; a mayor número de lechones el costo se disminuye notablemente.

De los factores que integran a los costos totales en la producción porcina, la alimentación representa entre el 60 y el 80%, una gran parte de este alimento se utiliza sólo para mantener la piara de reproducción y es independiente del número total de animales producidos; existe entonces un importante incentivo para mejorar la productividad por cerda, con el fin de mejorar los márgenes de utilidad. (Trolliet, 2005)

Los rendimientos productivos y reproductivos de la cerda en el período de gestación y lactancia son de vital importancia en el desarrollo eficiente y rentable de la empresa. Las estrategias de manejo y alimentación están influenciadas por factores como el genotipo, el número de parto, el ambiente, el estado sanitario y la duración de la lactación; sin embargo, aunque existen normas generales de manejo y alimentación, lo ideal es obtener una cerda con ganancia moderada de peso y mínima pérdida de condición corporal durante la lactación, por lo cual estas estrategias deben adecuarse a las necesidades de cada zona. (Campabal, 2008).

En cerdas de alta productividad, las necesidades en lactación son elevadas, una disminución del consumo en materia seca y/o nutrientes en la dieta, resulta en mayor pérdida de peso de la hembra, menor peso de la camada al destete, mayor intervalo destete-celo, menor tamaño de la siguiente camada y mayor tasa de reposición de las cerdas (Coma, 1997).

La producción porcícola, bajo condiciones de trópico alto, se ve limitada por la presencia de bajas temperaturas, que ocasionan un incremento en las necesidades energéticas del animal para mantener la temperatura corporal, que inciden negativamente en su desempeño.

La adición de aceite vegetal, es una alternativa para disminuir la acentuada pérdida de peso durante la primera lactancia, ya que aportan 9 Kcal. por gramo y se almacenan muy bien como reservas corporales, lo cual permitiría mejorar el balance energético del animal, que afectan positivamente la producción y reproducción de las cerdas primíparas, se tiene en cuenta la proporción energía: lisina.

Tales consideraciones conllevan a plantear la necesidad de investigar el efecto de la adición de aceite vegetal y lisina, en cerdas de primera lactancia, bajo condiciones de trópico alto y su efecto en el estatus metabólico, productivo y reproductivo.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DURANTE LA LACTANCIA

“El objetivo que debemos perseguir durante la lactación es destetar el mayor número de lechones con el mayor peso posible y con las mínimas pérdidas de peso y condición corporal de las madres. La cerda no debe perder más de 10 kg durante el periodo de lactación”¹

Las cerdas lactantes deben consumir la cantidad de nutrientes necesarios para poder cubrir sus necesidades de mantenimiento y producción de leche, de lo contrario deben movilizar sus reservas corporales, existiendo una pérdida excesiva al final de la lactación. Esta pérdida de peso es más acentuada en las cerdas primíparas que en las múltiparas, ya que en el primer caso las pérdidas de condición corporal son a expensas del tejido muscular, mientras que en el segundo son debidas al catabolismo del tejido adiposo. Estas pérdidas de peso provocan consecuencias negativas en los siguientes ciclos: aumento del intervalo destete-estro y disminución en el siguiente tamaño de camada.²

Kim³, investigó la movilización de nutrientes provenientes de diferentes tejidos durante una lactancia de 28 días. En una base porcentual, el tracto reproductivo tuvo el mayor nivel de movilización de nutrientes, asociados a una regresión normal después del parto. La movilización adicional de la proteína está asociada con un mayor número de lechones. Curiosamente, la grasa y la movilización de la proteína, se produjo de forma independiente en diferentes tejidos.

La cantidad de reservas corporales, la masa magra de proteínas y la grasa dorsal en el momento del parto y al destete tienen un mayor impacto en el rendimiento reproductivo de la cerda. En general, se acepta que una cerda termine la lactancia con un peso mínimo de 150 Kg, y tenga un máximo de 5-7 días más para entrar en celo. Las cerdas deben estar en un estado anabólico para comenzar un nuevo ciclo reproductivo.⁴

¹ QUILLES, A; HEVIA, M. Papel de los ácidos grasos Omega 3 en la alimentación del cerdo. 2006. [online]. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: http://www.axoncomunicacion.net/criaysalud/revistas/36/cys_36_56-62_Papel%20de%20los%20ácidos%20grasos%20Omega%203%20en%20la%20alimentacion%20del%20cerdo.pdf

² Ibíd.

³ KIM, S; HURLEY, L y HAN, I; Easter. A. Changes in Tissue Composition Associated with Mammary Gland Growth During Lactation in the Sow J. En: Anim. Sci. Vol. 77. (1999); Pp. 2510-2516.

⁴ Ibíd.

1.1.1 Necesidades Energéticas durante lactación. “La energía necesaria para la producción de leche, supera los requerimientos para otras funciones y los requisitos durante la gestación. De hecho, en una buena cerda durante el periodo de lactancia, a menudo no puede consumir la energía suficiente para satisfacer sus necesidades y debe disponer de sus reservas corporales para la producción de leche”.⁵ La leche representa 75% de las necesidades de energía total de la lactancia. “La glucosa es el nutriente más importante en el metabolismo de producción de leche y 70% de la glucosa del cuerpo es utilizado por la glándula mamaria, durante este periodo. En los primeros 7 días de la lactancia, el consumo de alimento es con frecuencia demasiado bajo para satisfacer las demandas de energía”⁶ “Los requerimientos diarios durante la lactancia para la producción pueden ir desde 18.000 a 22.000 kcal de EM/d en una temperatura ambiente ideal. Proporcionar energía suficiente para las cerdas durante la lactancia es muy importante, de lo contrario, la pérdida de peso excesivo puede ocasionar demoras en la presentación del estro posdestete”⁷

“Las necesidades energéticas de la hembra en lactancia están en función del peso corporal de la hembra y del número de lechones a amamantar, y es estimado para mantenimiento, producción de leche y termorregulación, en el caso de hembras entre los tres primeros partos se estima también para crecimiento”.⁸

1.1.1.1 Mantenimiento. El requerimiento de mantenimiento diario de las cerdas en lactancia se considera en:

106 kcal de EM/kg BW^{0.75}
110 kcal de ED/kg BW^{0.75}⁹

1.1.1.2 Producción de leche. La cantidad de energía transferida de la cerda al amamantamiento de su camada se estima por la ecuación de Noblet y Etienne¹⁰.

⁵ CROMWELL, L. Energy Requirements for Growth and Reproduction. En: The Farmer's Pride. Vol. 13. No. 1. (2001); p. 12.

⁶ KIM, S; EASTER, D. Establishing Nutrient Requirements for the Lactating Sow: A Summary of Recent Illinois Research. USA: Department of Animal Sciences University of Illinois, 2001.

⁷ CROMWELL, Op. cit., p. 12.

⁸ QUILES, A; HEVIA, Op. cit., p. 30.

⁹ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). The nutrient requirement of swine. 10 edition. Nacional Academy Press. Washintong, D. C. 1998.

Energía de la leche = (4,92 x ganancia de la camada) - (90 x No. lechones) (3-8)

Donde la energía de la leche es expresada en Kcal/d y ganancia de la camada en g/d.

“La cantidad de energía metabolizable de la dieta, requerida para producción de leche, se calcula dividiendo la energía de la leche por 0,72, suponiendo que la eficiencia marginal del uso de la EM para la producción de leche es de 72 por ciento”.¹¹

1.1.1.3 Termorregulación. “Durante el periodo de lactancia, para las cerdas alojadas en la sala de partos, se ajustó su consumo de energía a una temperatura promedio de 20 °C por 24 horas (ideal) y se predijo un aumento de 310 Kcal de EM en la dieta (323 Kcal. de ED) por cada grado Celsius, que se encuentre por debajo de la temperatura ideal. Del mismo modo, 310 kcal de EM menos, se van a consumir por cerda/día por cada grado Celsius por encima de 20”.¹²

Quando la temperatura ambiental baja o cuando la pérdida de calor aumenta, el animal utilizará parte de la ingestión de energía para mantener la temperatura del cuerpo. Si el uso de esta "pérdida de energía" es insuficiente para mantener la temperatura corporal, la energía será desviada del crecimiento a la producción de calor. El calor, que es considerado una pérdida en condiciones termo-neutrales, se transforma en un "producto" útil. Consecuentemente, los alimentos que producen un aumento alto de temperatura, tales como la proteína y la fibra, pueden ser usados con gran eficiencia (para la termogénesis) en condiciones de bajas temperaturas.¹³

1.2. RELACIÓN ENTRE ALIMENTACIÓN EN LACTACIÓN E INTERVALO DESTETE-CELO

“El desarrollo folicular y la secreción de LH están inhibidos durante el último mes de la gestación. Después del parto, la secreción de LH aumenta, pero es inhibida por la lactación, este efecto se impone 3 días post-parto, que es mediado por opioides que actúan sobre el hipotálamo. Un déficit nutricional constituye un efecto inhibitorio adicional”.¹⁴

¹⁰ NOBLET, J; ETIENNE, M; DOURMAD, J. Energetic efficiency of milk production. 1998. The Netherlands: Wageningen University Press. The Lactating Sow. p. 113-130.

¹¹ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Op. cit.

¹² Ibíd.

¹³ QUINIOU, N; J. NOBLET. Influence of high ambient temperature on performances of multiparous lactating sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 77. (1999); Pp. 2121-2134.

Con el transcurso de la lactación, existe un incremento progresivo de la secreción de LH que regula el crecimiento folicular y la ciclicidad de la ovulación. Las variaciones en la FSH son menos marcadas. La foliculogénesis se restablece progresivamente durante la lactación y los folículos adquieren la habilidad de responder al pico preovulatorio de LH. Después del destete, aumenta la actividad de la GnRH y la frecuencia de pulsos de la LH, y en menor actividad la FSH. “Estos cambios inducen un rápido crecimiento de los folículos seleccionados y la regresión del resto de folículos. Con ello, se incrementa la producción de la E2 hasta el estro”¹⁵ “Se ha demostrado que la alimentación previa al destete, en las distintas fases de lactación, ejerce una notable influencia sobre la secreción de LH”¹⁶ “Un nivel de alimentación bajo durante la lactación incrementa el índice de crecimiento folicular.¹⁷ Este índice de crecimiento folicular provoca un efecto negativo sobre la frecuencia de pulsos de la LH y por tanto el desarrollo folicular al destete. “Además otros factores están implicados: la insulina que potencia la actividad de la GnRH incrementa el desarrollo folicular directamente o a través de los factores de crecimiento de tipo insulínico. Bajas concentraciones de insulina en el plasma sanguíneo durante la lactación son asociadas con bajas secreciones de LH y prolongado intervalo destete estro”¹⁸ Altos niveles de cortisol, GH y bajos niveles de tiroxina observados en animales restringidos afectan negativamente al desarrollo folicular (Fig. 1).

¹⁴ QUESNEL, H; ETIENNE, M; PÈRE, M. Influence of litter size on metabolic status and reproductive axis in primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 85. (2007); Pp. 118-128.

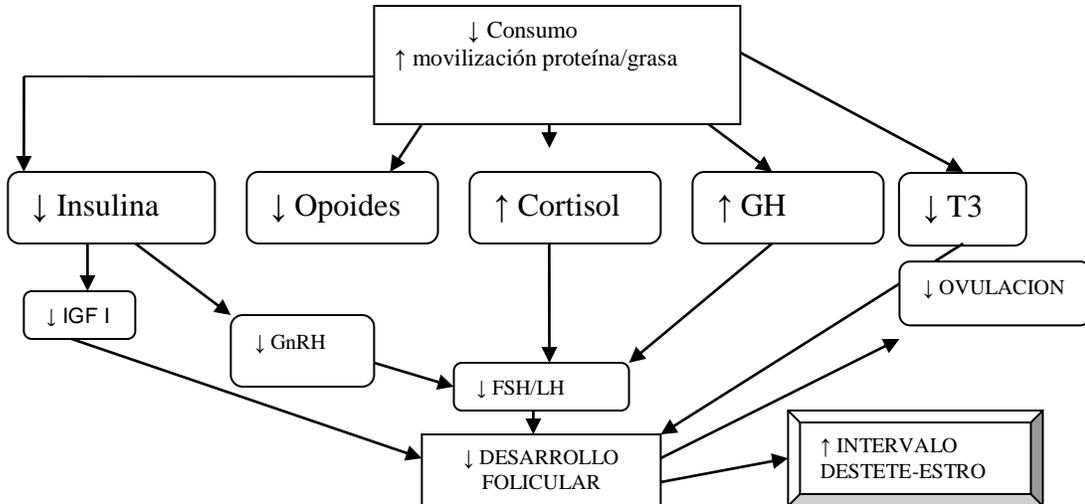
¹⁵ TOKACH, M; PETTIGREW, J; DIAL, G; WHEATON; CROOKER, B. and KOKETSU, Y. Influence of glucose infusions on luteinizing hormone secretion in the energy-restricted, primiparous, lactating sow. En: J. Anim. Sci.. Vol. 70. (1992a); Pp. 2202-2206.

¹⁶ KOKETSU, Y; DIAL, G; PETTIGREW, J; MARSH, W y KING, V. Influence of imposed feed intake patterns during lactation on reproductive performance and on circulating levels of glucose, insulin, and luteinizing hormone in primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 74. (1996a); Pp. 1036-1046.

¹⁷ KIRKWOOD, R; BINTLOO, S; AHERNE, F. The influence of feeding level during lactation and gestation on the endocrine status and reproductive performance of second parity sows. En: Can. J. Anim. Sci. Vol. 70. (1990); Pp. 1119-1126.

¹⁸ KOKETSU, Y; DIAL, G; PETTIGREW, J y KING, V. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 74. (1996b); Pp. 2875-2884.

Figura 1. Mecanismos propuestos para el incremento del IDC en cerdas subalimentadas en lactación



Fuente: HUGES, P.E. y PEARCE, G.P. En: Manipulating Pig Production, II. Bennett, J.L., Hennessy D.P. Australasian Pig Science Association. (2001); Pp: 290-295.

“Una limitación en el consumo energético durante cualquier semana de lactación resulta en un mayor intervalo destete-celo, y los niveles de insulina y glucosa durante los días 7 a 21 de lactación están directamente relacionados con la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH”.¹⁹ La movilización de proteína y grasa corporal para suministrar precursores glucogénicos, necesarios para la síntesis de leche está asociada a una progresiva disminución de concentraciones plasmáticas de insulina y el factor de crecimiento insulínico tipo I. “Por tanto, estos estudios sugieren que la alimentación durante las dos primeras semanas de lactación parece tener un efecto directo sobre la óptima secreción de LH, y que insulina y glucosa tienen un importante papel como mediadores en esta respuesta endocrina. La secreción de insulina se estimula a través de la dieta”²⁰.

Altos niveles de insulina y bajos niveles de glucagón, reducen la movilización de reservas corporales por incremento del apetito de las cerdas. Cerdas con alta ingesta energética durante la gestación presentan bajos niveles de insulina en el plasma y elevadas concentraciones de glucagón durante la

¹⁹ KOKETSU; DIAL; PETTIGREW y KING. Op. cit.

²⁰ BAIDOO, S; AHERNE, F; KIRKWOOD, R y FOXCROFT, G. Effect of feed intake 129 during lactation and after weaning on sow reproductive performance. En: J. Anim Sci. Vol 72. (1992); Pp. 911- 917.

primera semana de lactación. Lo cual se relaciona con el bajo apetito durante la lactancia.²¹

Kemp *et al*²², compararon el comportamiento de cerdas con consumos isoenergéticos a partir de dietas con alto contenido en almidón (41% almidón y 3,6% grasa) y alto contenido en grasa (22% almidón y 10% grasa) durante lactación. Cerdas que consumieron dietas con alto contenido en almidón, tuvieron concentraciones de insulina más elevadas, mayor pulsatilidad de la secreción de LH a día 7 de lactación, mayor onda preovulatoria de LH, y concentración elevada de progesterona después de la ovulación.

1.3. CONDICIÓN CORPORAL Y ESPESOR DE GRASA DORSAL

“Con el fin de optimizar la longevidad y el comportamiento productivo de la cerda reproductora es necesario establecer una estrategia de manejo y alimentación basado en el control de la condición corporal de cada animal”.²³

“En general la determinación de la condición corporal, a través de observación, es bastante subjetiva, dependiendo de quién la lleve a cabo, y cuenta con escasa repetitividad entre distintas personas; si bien es muy utilizada en la práctica, es importante que siempre la realice una misma persona”²⁴ Una forma más precisa para determinar la condición corporal, es a través de la medición del espesor de grasa dorsal, en el sitio P2 (a nivel de la última costilla a 65 mm de la línea media).

Al momento del servicio, el espesor de grasa dorsal debe estar entre 16 a 20 mm y al parto de 18 a 22 mm (Tabla 1),²⁵ “Utilizando como referente los anteriores

²¹ KIM; HURLEY y HAN, Op. cit., Pp. 2510-2516.

²² KEMP, B; SOEDE, N; HELMOND, F y BOSCH, M. Effects of energy source in the diet on reproductive hormones and insulin during lactation and subsequent estrus in multiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 73. (1995); Pp. 3022-3029.

²³ MURILLO, C; HERRADORA, M; MARTINEZ, L. Relación entre la perdida de grasa dorsal de cerdas lactantes con el consumo de alimento, tamaño de camada, peso de los lechones al destete y días de lactancia. En: Revista científica universidad de Zulia. N° 004. (2007); Pp. 380-385.

²⁴ GOÑI, D; BÁRTOLI, F; CÁCERES, G y GIANFELICCI, M. Nutrición de la cerda durante la gestación. 2006. [online] Vº Congreso de Producción Porcina del Mercosur. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-v-congreso_prod_porcina/04-goni_25.pdf

²⁵ CARRIÓN, D; MEDEL, P. Interacción nutrición reproducción en ganado porcino. [online]. XVII Curso de Especialización FEDNA “Avances en nutrición y alimentación animal” 2001. [Citado el 6 de marzo de 2012]. Disponible en internet: <http://www.acorex.es/PO/pienso/Interaccionnutricionreproduccionengadoporcino.pdf>

datos, se decide sobre la cantidad de alimento a suministrar. Los requerimientos de la cerda, según la edad, influyen en el nivel de alimentación, ya que el desarrollo de la cerda debe rondar los 30 kg entre partos, distribuidos de la siguiente manera: 15 Kg se debe a fetos, placenta y líquidos, que se pierden al parto; 5 kilos perderá durante la lactancia, y únicamente acumulará 10 kilos. Esto le permite a la cerda ganar 60 kilos aproximadamente, durante los cuatro partos, con los cuales llegarían a su peso máximo, luego solo deben aumentar 20 kg, que son los kilos que pierde al parto más los que le demandan la lactancia”²⁶ .

La práctica de pesar las cerdas para determinar los kilos perdidos durante la lactancia es difícil de implementar, debido al manejo e infraestructura necesaria y al estrés al que se ven sometidos los animales, sin embargo, la medición de grasa subcutánea al parto y al destete, provee información que puede ser empleada como guía de los cambios corporales de las hembras lactantes ²⁷

Estudios realizados en cerdas lactantes, teniendo en cuenta el parto y la raza, determinan que la raza de la hembra no afecta la diferencia de grasa dorsal a diferencia del número de parto, el cual influye negativamente, aumentando dicha variable, especialmente en las hembras de primero y segundo parto.

Para grasa dorsal de salida (al destete), las hembras primerizas presentan una menor cantidad, reflejado en su baja condición corporal (Tabla 1)²⁸

Tabla 1. Objetivos técnicos para cerdas primerizas

Momento primera cubrición
16-20 mm de grasa de cobertura
125-140 Kg de peso vivo
Durante Gestación
2 mm de ganancia de grasa de cobertura
35 Kg de ganancia de peso neta
Momento del parto
18-22 mm de grasa de cobertura
160-175 Kg de peso vivo

Fuente: MURILLO, C; HERRADORA, M; MARTINEZ, L. Relación entre la perdida de grasa dorsal de cerdas lactantes con el consumo de alimento, tamaño de camada, peso de los lechones al destete y días de lactancia. En: Revista científica universidad de Zulia. N° 004. (2007); Pp. 380-385.

²⁶ GOÑI, BÁRTOLI, CÁCERES y GIANFELICCI, Op. Cit.

²⁷ MURILLO, HERRADORA y MARTINEZ, Op. Cit., Pp. 380-385.

²⁸ Ibíd.

Un mínimo de peso corporal al destete es de 150 kg, con el fin de minimizar el índice de crecimiento folicular. Esta situación demuestra la necesidad de mantener unos mínimos en los compartimentos magros y grasos que garanticen una vuelta normal a celo tras el destete.²⁹ Las cerdas multíparas tienen mayor capacidad metabólica para afrontar la lactación que las primíparas.

Hughes,³⁰ trabajo en cerdas alimentadas con 3 ó 6 kg en la lactación y 1,75 ó 3,5 kg durante los primeros 28 d de gestación, las cerdas restringidas perdieron más peso, 31,2 vs 5,8 kg respectivamente y más grasa, 3,6 vs 1,9 mm P2 respectivamente y tuvieron un menor número de lechones en el siguiente parto, 9,54 vs 10,75. Además, observó que niveles de P2 inferiores a 12 mm en el momento del parto y por debajo de 10 mm al destete resultaron en una prolongación del índice de crecimiento folicular superior a 2 días y en una reducción superior a los 2 lechones en el número de animales nacidos en la siguiente camada (Tabla 2).

Tabla 2. Relación entre espesor de grasa corporal al parto, salida al celo y tamaño de la siguiente camada

Espesor grasa, P2, mm.	Días destete-celo	No. Total de Lechones nacidos	No. Total de Lechones vivos
Lactación, d			
1	8.5	9.1	8.5
<12	6.6	11.8	10.8
12—16	6.1	12.0	10.3
>16			
Destete, d			
27	8.1	9.9	8.9
<10	6.7	11.1	9.9
10-13	5.8	12.7	11.4
>13			

76 cerdas LW x LR (Ciclos 2-6) con 9.5 lechones destetados.

Fuente: Hughes, 1993.

²⁹ REVELL , WILLIAMS, MULLAN, RANFORD y SMITS, Op. Cit., Pp. 1729-1737.

³⁰ HUGHES, P. The effects of food level during lactation and early gestation on the reproductive performance of mature sows. En: Anim. Prod. Vol. 75. (1993); Pp. 437-445.

1.4 GRASAS Y ACEITES

Las grasas y aceites de origen vegetal o animal son triglicéridos o también llamados ésteres de glicerina, con ácidos grasos de cadena larga de hidrocarburos que generalmente varían en longitud. De forma general, cuando un triglicérido es sólido a temperatura ambiente se le conoce como grasa, y si se presenta como líquido se dice que es un aceite.

“Desde un punto de vista nutricional, las grasas y aceites presentan ventajas difíciles de valorar. Así, por ejemplo, permiten incrementar la concentración energética del pienso, reducen el estrés calórico, mejorando la eficacia energética neta por Kcal de energía metabolizable”³¹

En la valoración energética de las grasas y aceites, el factor clave a considerar es su digestibilidad, que depende fundamentalmente de su capacidad de solubilización y de formación de micelas en el intestino. En monogástricos, los cuatro factores claves que determinan el valor energético de una grasa son: el contenido en energía bruta, el porcentaje de triglicéridos vs ácidos grasos libres, el grado de insaturación de éstos ácidos grasos y la longitud de cadena de los mismos. Para efectos prácticos, estos cuatro puntos se miden por: el contenido en MIU (humedad, impurezas e insaponificables), la acidez oleica, el porcentaje de AGL, el índice de iodo, el contenido en ácido linoleico y el índice de saponificación.³²

1.4.1 Digestión y absorción de grasas en monogástricos. “Las células obtienen energía a partir de los ácidos grasos, los cuales pueden proceder de diversas fuentes: grasa de la dieta, grasa almacenada en las células en forma de gotitas de lípidos y grasa sintetizada en un órgano, que se exportan a otro. Los vertebrados obtienen grasas de la dieta, movilizan grasas almacenadas en tejidos especializados (tejido adiposo), y en el hígado convierten en grasas, el exceso de glúcidos presentes en la dieta para exportarlos a otros tejidos”³³

La grasa de la dieta abandona el estómago en forma de glóbulos que son relativamente grandes, y difíciles de hidrolizar. La digestión de las grasas en

³¹ CARAVACA, F. Introducción a la alimentación y racionamiento animal. [online] 2003. [Citado 7 Noviembre de 2010]. Disponible en internet: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf

³² MATEOS, G; REBOLLAR, P; MEDEL, P. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. 1996 [online] XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. [Citado el 12 de octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://www.fagro.edu.uy/~nutanimal/96capituloI.pdf>

³³ MUÑOZ, R. Metabolismo de Lípidos 2008. Disponible en internet: <http://bioquimicarmc.files.wordpress.com/2008/10/metabolismo-lipidos.pdf>

monogástricos tiene lugar fundamentalmente en el duodeno. Aquí la grasa se emulsiona debido a la acción de las sales biliares liberadas³⁴. “Las sales biliares se sintetizan en el hígado a partir de colesterol, se almacenan en la vesícula biliar y se liberan al intestino delgado, después de la ingestión de una comida que contenga grasas. Estos compuestos anfipáticos (sales biliares) actúan como detergentes biológicos, convirtiendo la grasa de la dieta en micelas mixtas de ácidos biliares y triacilgliceroles. La formación de micelas incrementa la fracción de moléculas de lípidos accesibles a la acción de las lipasas hidrosolubles en el intestino, que convierte los triacilgliceroles en monoacilgliceroles (monoglicéridos) y diacilgliceroles (diglicéridos), ácidos grasos libres y glicerol³⁵”

Las grasas pueden sintetizarse en las estructuras del organismo o almacenarse en el tejido adiposo en grandes células especializadas en el almacenamiento de grasa, de las que se toman cuando es necesario.

1.4.2 Transporte de lípidos. “Los lípidos en el organismo se transportan por la circulación como lipoproteínas y en menor grado como ácidos grasos libres. Las lipoproteínas pueden ser de baja o de alta densidad. Antes de abandonar las células de la mucosa, las mezclas de lípidos se recubren con una delgada capa de proteína, formando agregados lipoproteicos denominados quilomicrones que son lipoproteínas más ligeras, conformadas por triglicéridos, vitaminas, fosfolípidos, ácidos grasos de cadenas largas (mayor de 12-14), colesterol libre y esterificados proteínas, cuya función es transportar los ácidos grasos a través de la sangre³⁶”

1.4.3 Acción hormonal en la movilización de triacilgliceroles almacenados. Cuando las hormonas señalan que existe una necesidad de energía metabólica, se movilizan las reservas de triacilgliceroles almacenadas en el tejido adiposo y son transportados a aquellos tejidos en los que se oxidan ácidos grasos para producir energía (músculo esquelético, corazón, corteza adrenal). Las hormonas adrenalina y glucagón, secretadas en respuesta a niveles bajos de glucosa en la sangre, activan la adenilato ciclasa de la membrana plasmática de los adipocitos, produciendo un aumento de la concentración intracelular de AMPc. Una proteína quinasa dependiente de AMPc fosforila, y por tanto activa, a la triacilglicerol lipasa sensible a la acción hormonal, esta cataliza la hidrólisis de los enlaces ésteres de los triacilgliceroles. Los ácidos grasos insolubles así liberados, difunden desde los

³⁴ DOLZ, S. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos, [online] 1996. XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://www.fagro.edu.uy/~nutanimal/96capituloll.pdf>

³⁵ MUÑOZ, Op, Cit.

³⁶ HICKS, J. Bioquímica. 2da ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 2006.

adipocitos a la sangre, donde se unen a la albúmina sérica, una proteína de la sangre. Esta proteína (PM 62.000), que representa la mitad de la proteína sérica total, llega a unir hasta 10 ácidos grasos por monómero de proteína mediante interacciones no covalentes. Así, los ácidos grasos unidos a la albúmina, son transportados a los tejidos para su posterior oxidación. Aproximadamente el 95% de la energía biológicamente disponible de los triacilgliceroles almacenados en el tejido adiposo, reside en sus ácidos grasos de cadena larga; la parte glicerol sólo contribuye con un 5%. “El glicerol liberado por acción de la lipasa es fosforilado, incorporándose luego a la glicólisis”³⁷

1.4.4 Utilización de las grasas para liberar energía. Las reservas grasas del organismo se movilizan para proporcionar energía por la acción de las lipasas que catalizan su conversión en el glicerol y ácidos grasos, se encuentran en el hígado, corazón, riñón, músculo, cerebro y testículos. La mayor parte de la energía que proporciona las grasas deriva en ácidos grasos que se degradan principalmente por la vía de la β -oxidación.

La oxidación mitocondrial de ácidos grasos se produce en 3 fases:

En la primera fase: la β -oxidación los ácidos grasos sufren la eliminación oxidativa de unidades continuas de 2 átomos de carbono en forma de acetil-CoA, a partir del extremo carboxilo de la cadena de ácido graso. Por ejemplo, el ácido palmítico (palmitato a pH 7), ácido graso de 16 átomos de carbono, se somete 7 veces a esta secuencia oxidativa, perdiendo en cada uno de los pasos 2 átomos de carbono en forma de acetil-CoA. Al final de los 7 ciclos, los 2 últimos átomos de carbono del palmitato (originálmente C-15 y C-16) quedan en forma de acetil-CoA. El resultado global es la conversión de la cadena de 16 carbonos del palmitato en 8 moléculas de acetil-CoA de 2 átomos de carbono. La formación de cada molécula de acetil-CoA implica la eliminación de 4 átomos de hidrógeno (dos pares de electrones + 4 H⁺) del ácido graso, como resultado de la acción de deshidrogenasas. En la segunda fase de la oxidación de ácidos grasos, los residuos acetilo del acetil-CoA se oxidan a CO₂ por la vía del ciclo del ácido cítrico, que también tiene lugar en la matriz mitocondrial.

“El acetil-CoA procedente de la oxidación de ácidos grasos entra, de este modo, en una ruta oxidativa final común con el procedente de la glucosa vía glicólisis y oxidación del piruvato. Las 2 primeras fases de la oxidación de ácidos grasos reducen los transportadores electrónicos a NADH y FADH₂, que en la tercera fase donarán sus electrones a la cadena respiratoria mitocondrial. De este modo la

³⁷ PACHECO, L; Bioquímica Estructural y aplicada a la medicina. [online]. 2001. Instituto Politecnico Nacional. . [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/18788278/Bioquimica-Estructural-y-Aplicada-La-medicina>

energía liberada por la oxidación de ácidos grasos se conserva en forma de ATP³⁸

1.4.5 Síntesis de Cuerpos Cetónicos o Cetogénesis. La Acetil-CoA que se forma en la degradación de ácidos grasos, no siempre se usa para producir energía. En condiciones de ayuno, el Hígado utiliza la Acetil-CoA para sintetizar cuerpos cetónicos, que son fuentes de energía para otros tejidos. Se conocen como cuerpos cetónicos al Acetoacetato, el L-3- Hidroxibutirato y la Acetona.

La producción de cuerpos cetónicos es importante como una fuente alterna de energía, que puede ser utilizada aún por el Cerebro, cuando el aporte de energía de glúcidos no es suficiente. “El Hígado es el principal productor de cuerpos cetónicos pero no los puede utilizar porque carece de la enzima necesaria para su activación”.³⁹

1.5 UTILIZACIÓN DE GRASAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDAS

Las grasas se utilizan en la producción de alimentos balanceados principalmente como fuente de energía y de ácidos grasos esenciales. Además, la utilización de grasas tiene una serie de ventajas físicas y nutricionales que las hacen prácticamente insustituibles en la industria de alimentos balanceados. Si la calidad del producto es aceptable, su utilización no presenta ningún inconveniente, excepto la inversión necesaria para su dosificación.

“Gracias a las propiedades físicas de las grasas, su utilización permite disminuir el polvo tanto en el proceso de fabricación, como en el producto terminado, reduce el mantenimiento de la maquinaria por su efecto lubricante, a determinados niveles mejora la condición del gránulo y el aspecto del producto final.

Además mejora la palatabilidad y facilita la absorción de otros compuestos liposolubles de la dieta, como algunas vitaminas y pigmentos”⁴⁰.

³⁸ VELÁSQUEZ, M. y ORDORICA, M. Bioquímica Medica, 2008. [online] Disponible en internet: <http://www.bioquimica.dogsleep.net/Teoria/archivos/Unidad72.pdf>

³⁹ Ibíd.

⁴⁰ DOLZ, Op. Cit.

“La adición de grasa en dietas, durante el último tercio de gestación o la lactancia, aumenta el rendimiento de leche, contenido de grasa del calostro y leche, y la supervivencia de los lechones desde el nacimiento hasta el destete, especialmente para los lechones que nacen bajos de peso”.⁴¹ “La suplementación con grasa también puede reducir la pérdida de peso de la cerda durante la lactación y reducir el intervalo entre el destete y el apareamiento”.⁴²

Cuando las cerdas son alimentadas con altos niveles de energía (16 Mcal EM/d y 8 Mcal EM/d) durante la lactancia y la siguiente gestación (5.4 Mcal de EM/d), las cerdas con bajo nivel energético ganan más peso y mayor espesor de grasa dorsal durante la gestación, pero los lechones nacidos pesan menos que las alimentadas con alto nivel energético. El consumo de energía durante una lactancia tiene una marcada influencia en el intervalo comprendido entre el destete y primer estro pos destete. Las cerdas que tienen gran pérdida de peso y grasa dorsal durante la lactancia, presentan una mayor incidencia de anestro después del destete, en comparación a las cerdas que tienen una reducida pérdida de peso y grasa dorsal.

La producción de leche se incrementa aproximadamente en un 30%, mediante la adición de lípidos en la dieta para cerdas lactantes, al igual que el contenido graso a partir del tercer día de lactancia. “ Los cambios en la composición de la leche tanto en cantidad como contenido graso, son esenciales para la supervivencia de los lechones en la camada y su balance energético (Tabla 3)”.⁴³

⁴¹ COFFEY, M; DIGGS, B; HANDLIN, D; KNABE, D; MAXWELL, C; NOLAND, Jr; PRINCE, T y GROMWELL, G. Effects of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows: A cooperative study. J. En: Anim. Sci. Vol 72. (1994). Pp. 4-9.

⁴² PETTIGREW, J. Supplemental Dietary Fat for Peripartal Sows: a Review. En: J. Anim. Sci. Vol. 53. (1981); Pp.107-117.

⁴³ REESE, D; MOSER, B; PEO, J; LEWIS, A; ZIMMERMAN, D; KINDER, J y STROUP, W. Influence of energy intake during lactation on the interval from weaning to first estrus in sows. En: J. Anim. Sci. Vol 55. (1982); Pp. 590-598.

Tabla 3. Efecto de la ingesta de energía durante la lactación en el rendimiento de cerdas de cría y el siguiente parto.

Item	Baja Energía	Alta Energía
Número Hembras	19	25
Peso al destete, Kg (Lac 1)	121.8 ± 2.7	140.4 ± 2.5
Ganancia neta de peso en gestación, Kg.	18.6 ± 2.3	13.4 ± 2.2
Peso postparto, Kg (Lac 2)	140.4 ± 2.7	153.8 ± 2.5
Espesor de grasa dorsal al destete, mm (Lac 1)	16.7 ± 0.7	23.7 ± 0.7
Cambio de espesor de grasa en gestación, mm	2.9 ± 0.5	0.7 ± 0.5
Espesor de grasa dorsal postparto, mm (Lac 2)	19.6 ± 0.7	23 ± 0.7
Lechones		
No. Total de nacidos	9.9 ± 0.6	9.4 ± 0.5
No. Nacidos vivos	9.8 ± 0.6	9 ± 0.6
Promedio peso lechón, Kg	1.5±0.05	1.6±0.05

Fuente: Reese, *et al*,1982.

Estudios verifican que a mayor nivel de energía, se observa una menor pérdida de peso corporal y grasa dorsal, intervalo destete-estro más corto, y una mayor ganancia de peso de los lechones. En las cerdas alimentadas con dietas ricas en grasas se encontró mayor concentración de grasa en el calostro, por otra parte, las cerdas alimentadas con bajos niveles de energía presentan mayores concentraciones de triglicéridos y creatinina, y concentraciones más bajas de la hormona luteinizante al destete. Como conclusión se puede afirmar que la alimentación con dietas ricas en energía durante la lactancia puede mejorar el comportamiento reproductivo de las cerdas.⁴⁴

⁴⁴ PARK, M; YANG, Y; CHOI, J; YOON, S; AHN, S; LEE, S; YANG, B; LEE, J; CHAE, B. Effects of dietary fat inclusion at two energy levels on reproductive performance, milk compositions and blood profiles in lactating sows. En: Republic of Korea Acta Agriculturae Scand. Vol 58. (2008); Pp. 121-128.

1.6 REQUERIMIENTOS DE LISINA EN CERDAS

Los estudios con aminoácidos tienen a la lisina como referencia nutricional porque se trata de un aminoácido estrictamente esencial, no sintetizado por los cerdos, y también porque es el primer aminoácido limitante para la síntesis de proteína muscular, o sea, la síntesis queda limitada si no hay lisina disponible para el metabolismo. Al no existir síntesis endógena de lisina, este aminoácido debe ser obligatoriamente suministrado a través del alimento⁴⁵

Tokach et.al ⁴⁶ sugieren que la mejor forma de expresar las exigencias de los demás aminoácidos esenciales en formulaciones prácticas para cerdos, es en relación a la lisina digestible utilizando el concepto de proteína ideal.

La proteína ideal se define como el balance exacto de aminoácidos esenciales y el suministro adecuado de aminoácidos no esenciales, capaz de proveer, sin deficiencias o excesos, las necesidades absolutas de todos los aminoácidos necesarios para mantenimiento y crecimiento corporal. La proteína ideal se basa en la relación de los aminoácidos esenciales (digestibles) con la lisina digestible. Una vez que la exigencia de lisina ha sido establecida, es posible calcular fácilmente las exigencias de otros aminoácidos.⁴⁷

Los niveles de lisina totales en la dieta de cerdas con una camada de 10 lechones y un consumo medio de pienso de 6 kilos por cerda/día durante los 21 días de lactación, deben de estar entre 1,0-1,1% de la dieta. Se debe considerar en este punto que el peso vivo de la cerda influye muy levemente sobre las necesidades diarias de lisina, siendo determinante su ingestión para el crecimiento diario de los lechones.⁴⁸

Algunos estudios muestran que hembras alimentadas con niveles superiores a 58 g/d de lisina, al ser comparadas con cerdas alimentadas con niveles inferiores a 37 g/d, durante la primera lactación; las primeras producen un incremento del tamaño de camada del segundo parto. Así, el nivel de lisina

⁴⁵ NOGUEIRA R; GUEDES, R. Souza Serum concentrations of creatine kinase and of triglycerides during lactation in gilts bred older and in multiparous sows fed ad libitum. Med. Vet. Zootec. 2000. Vol. 52. Nº 1. p. 45.

⁴⁶ TOKACH, J; PETTIGREW, E; DIAL, G; WHEATON, E y CROOKER, V. Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow: relationship to blood metabolites and return-to-estrus interval. En: J. Anim. Sci. Vol. 70. (1992b); Pp. 2195-2201.

⁴⁷ SÁ, L. y NOGUEIRA, E. Atualização das relações valina e isoleucina com a lisina na proteína ideal para frangos de corte e suínos. [online] [Acesso en: 14 abr. 2012] Disponible en: <http://www.lisina.com.br/publicacoes_detalhes.aspx?id=2179>.

⁴⁸ PALOMO, Antonio. Nutrición aplicada en cerdas lactantes. Anaporc. [online] 2010. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: http://issuu.com/instituto_leblu/docs/24-30.art_culo_cientifico_setna

consumida durante la lactancia de las cerdas primíparas puede afectar de manera significativa la producción de leche durante la primera lactación y el rendimiento reproductivo posterior.⁴⁹

Touchette, *et al.*⁵⁰, sugieren que el mantenimiento de las reservas del cuerpo se ve influenciada por el nivel de lisina en la dieta. Las cerdas primíparas de la línea (PIC,C-15) movilizan reservas suficientes para mantener un alto nivel de producción de leche, con un bajo nivel de consumo de lisina digestible (27 g/d). Tener un mayor nivel (45 a 48 g/d) de lisina digestible es necesario para minimizar la movilización de proteínas corporales. Esto sugiere que el tamaño de camada posterior podrá verse afectada por los cambios en la fuente de aminoácidos o la composición de la dieta durante la lactancia.

De igual manera Yang, *et al.*⁵¹ Observaron, que un bajo consumo de lisina durante la lactancia aumenta la movilización de proteínas corporales, y el aumento de la ingesta de lisina mejora el estado metabólico de las cerdas. Al aumentar el consumo de lisina de 16 a 36 g/d, se incrementan los pulsos de la hormona luteinizante (LH) y el estradiol durante la lactancia, pero aumentando aún más el consumo a 56 g/d, no se observa aumento de la secreción de hormonas reproductivas. Esto indica, bajo desarrollo folicular y posterior reproducción. Existe una correlación significativa entre la insulina y la frecuencia del pulso de la LH, sugiriendo que la nutrición influye en la liberación de LH y puede estar mediado, al menos en parte, a través de los efectos asociados por las concentraciones de insulina circulante.

Mejía, *et al.*⁵² en su estudio de restricción de lisina en cerdas primíparas, demuestran que elevadas reservas de proteína corporal, al momento del parto, pueden disminuir el impacto negativo del bajo consumo de proteínas (lisina) durante la lactancia; restringiendo la producción de leche, y minimizando las alteraciones en la función reproductiva.

⁴⁹ TRITTON, S.; KING, R.; CAMPBELL, A; EDWARDS, C y HUGHES, P. The effects of dietary protein and energy levels of diets offered during lactation on lactational and subsequent reproductive performance of first-litter sows. En: J.Anim. Sci. Vol. 62. (1996); Pp. 573-579.

⁵⁰ TOUCHETTE,K; ALLEE, G; NEWCOMB, M y BOYD, R. The lysine requirement of lactating primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 76. (1998); Pp. 1091-1097.

⁵¹ YANG, H; PETTIGREW, J; JOHNSTON, L; SHURSON, G y WALKER, R. Lactational and subsequent reproductive responses of lactating sows to dietary lysine (protein) concentration. En: Journal Animal Science. Vol. 78. (2000); Pp.348-357

⁵² MEJÍA, C; HENAO, G; BOTERO, J; ACEVEDO, L; GIRALDO, A y TRUJILLO, L. Variaciones en el peso y la condición corporal postparto y su relación con algunos parámetros de eficiencia reproductiva en vacas cebú. En: Revista Facultad Nacional de Agronomía. Vol. 57. (2004); p. 2.

Yang, *et al.*⁵³ concluyeron en su estudio, que el tamaño de camada está influenciado por la ingesta de lisina (proteína) en la anterior lactación. Concentraciones crecientes en la dieta de lisina 0,60 hasta 1,60% y proteína cruda 14,67 a 28,82% disminuyó el consumo voluntario de alimento en las cerdas, durante los tres partos estudiados, sin afectar el cambio de peso, el intervalo destete-estro o porcentaje de partos. La tasa de crecimiento máxima ocurrió alrededor de los 44, 55, y 56 g/d de consumo de lisina en los partos 1, 2 y 3 respectivamente, cuando estas cerdas consumieron una dieta con EN de 10,9, 13,6 y 13,7 Mcal diarias.

1.7. METABOLITOS ASOCIADOS AL METABOLISMO ENERGÉTICO DEL ANIMAL

1.7.1 Creatinina. Sustancia química producto del catabolismo de las proteínas, circula en la sangre y se elimina en la orina. La creatinina es el resultado de la degradación de componente de los músculos y puede ser transformada en ATP, fuente de energía para las células. La producción de creatinina depende de la modificación de la masa muscular.

El valor de creatinina es un indicador útil para evaluar la función glomerular renal, teniendo en cuenta el prerrequisito que la producción de creatinina y su excreción sean iguales. Esto se cumple en individuos sanos con dieta normal.

Los valores normales de referencia encontrados en cerdos, están alrededor de 0.8-2.3 mg/dl. Niveles por debajo de lo normal se encuentra en estados de caquexia por reducción de la masa muscular.

1.7.2 Glucosa. “La glucosa es el primer representante del metabolismo energético, ya que es la mayor fuente de energía para las células del organismo. En el organismo animal todos los tejidos requieren de un mínimo de glucosa, pero para otros, ésta es imprescindible, como el cerebro, eritrocitos y glándula mamaria”⁵⁴.

“La concentración de glucosa sérica se vuelve anormal, sólo cuando hay trastornos graves en el equilibrio de la misma, verificar la glucosa sérica ayuda a

⁵³ YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357

⁵⁴ ÁLVAREZ, C. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. 1 ed. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2001. p. 24.

evaluar la función e integridad del sistema”.⁵⁵ Los valores normales de referencia para cerdos se encuentran entre 66.4-116.1 mg/dl.

1.7.3 Triglicéridos. “Los triglicéridos son ésteres de los ácidos grasos con la glicerina. Son los principales componentes de los depósitos, en el tejido adiposo y predominan en la grasa de la leche. Los triglicéridos plasmáticos son los principales precursores de los ácidos grasos de cadena larga de la grasa de la leche. Los valores de referencia reportados son de $0, 288 \pm 90$ mmol/l, pero éstos varían durante la lactancia, debido a su utilización por la glándula mamaria”⁵⁶

1.7.4 Cuerpos cetónicos. Son productos fisiológicos del metabolismo de los glúcidos y lípidos. Sus precursores son las grasas y los ácidos grasos de la dieta, así como los depósitos de grasa del animal.

“De esta forma, la cetosis, durante la lactación, es producida, cuando el nivel de cuerpos cetónicos es mayor que su utilización, hecho producido por un déficit de energía (oxalacetato), exigido por la alta demanda de glucosa para producir lactosa”⁵⁷

1.7.5 Urea. “La urea es el principal producto final del metabolismo proteico en el cuerpo. La importancia de la concentración de urea en sangre reside en su valor como indicador de la función renal. El aumento anormal del nivel de urea plasmática se halla presente en desórdenes renales, deshidratación, aumento del catabolismo proteico, dietas ricas en proteínas, o hemorragia gastrointestinal. Una disminución de la tasa de urea plasmática puede estar asociada con una deshidratación aguda, malnutrición o preñez”.⁵⁸ Valores normales de referencia en cerdos (BUN), se encuentran entre 8.2-24.6 mg/dl.

⁵⁵ BUSH, B. Manual del Laboratorio Veterinario de Análisis Clínicos. Zaragoza España: ACRIBIA, 1982. p. 96.

⁵⁶ ÁLVAREZ, Op. Cit., p. 24.

⁵⁷ LEHNINGER, A; NELSON, D y COX, M. Principios de bioquímica. 3 ed. España: Omega, 2002.

⁵⁸ TIETZ, N. Clinical Guide to Laboratory Tests. 3ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co. PA, 1995.

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en el programa porcícola de la granja de Botana, perteneciente a la Universidad de Nariño, a 7 km vía sur de la ciudad de San Juan de Pasto, en la vereda Botana, a una altura de 2820 msnm, con una temperatura ambiental promedio de 12°C y una precipitación de 986 mm/año.

2.2 ANIMALES Y MANEJO

2.2.1 Animales. Se utilizaron 15 hembras primíparas de línea Genética & Porcina, con una edad de 10 meses y peso promedio de 160 kg.

2.2.2 Alojamiento. Las cerdas desde el momento del parto hasta el destete se alojaron en jaulas paritorias de 2.6 m de largo x 0.70 m de ancho, en la zona de maternidad. Desde el destete hasta el estro se alojaron en jaulas individuales de 2.1 m de largo x 0.6 m de ancho en la zona de apareamientos, una vez inseminadas pasaron a la zona de gestación.

2.2.3 Alimentación y Manejo. *Preparto.* 24 horas antes del parto, no se suministró ningún tipo de alimento a la hembra y se mantuvo con disposición continua de agua.

Parto. La hembra fue atendida durante el parto; a los lechones nacidos se les cortó y desinfectó el cordón umbilical, se les suministró 15 cc de calostro, se realizó el pesaje, homogenización de camadas y se diligencio el respectivo registro. 24 horas posteriores al nacimiento se cortó los colmillos y cola a los lechones, para luego identificarlos.

La hembra no consumió alimento hasta 24 horas después del parto, a partir de ahí se suministró 2 Kg de alimento de lactancia y se incrementó 1 Kg/día, de tal forma que al día quinto de lactancia, la hembra consumió 6 Kg de alimento, continuando con esta cantidad hasta el día 21, fecha en que se realizó el destete.

Destete. 21 días después del parto se realizó la separación física de los lechones, de sus respectivas madres. Se pesaron las hembras y sus camadas, registrándose la información. Los lechones se ubicaron en jaulones de precebo y las hembras en la zona de apareamientos.

Estro. A partir del destete, las hembras fueron observadas diariamente para identificar los síntomas de celo, esto permitió determinar el mejor momento para inseminarlas. Se registró los días de intervalo destete-celo para cada una de las cerdas evaluadas. La alimentación durante este periodo fue 2 Kg de alimento de lactancia/animal/día.

Servicio. Una vez detectado el celo en la hembra, se realizó el reflejo de lordosis (reacción de quietud, cuando se ejerce presión sobre su lomo), al ser positivo, se registró la hora del suceso y se contó 12 horas a partir de ese momento con el fin de realizar la primera inseminación, y a las 24 horas la segunda. Una vez la hembra fue inseminada se trasladó a la zona de gestación.

Confirmación de preñez. 21 días posteriores a la inseminación, se observó el comportamiento de las hembras, para identificar retorno a celo. Al no presentar retorno a celo, se dio por preñada a la hembra, esperando hasta los 30 días de preñez, donde se realizó la confirmación definitiva por ultrasonido.

La composición química del alimento balanceado, para la fase de lactancia, que se utilizó en esta investigación, se describe en el Anexo R.

2.4 HIPÓTESIS

Se planteo las siguientes hipótesis.

Hipótesis nula

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_t$$

La media de los tratamientos es igual. No hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Hipótesis alterna

$$H_a = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \mu_T$$

La media de los tratamientos no es igual. Por lo tanto, al menos una muestra diferencias estadísticas significativas en los promedios de las variables a evaluar.

2.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados en la presente investigación fueron:

Tratamiento 1 (T0) Testigo: Balanceado comercial (3267 Kcal EM/kg, y 9.2 g lisina/kg).

Tratamiento 2 (T1): Balanceado comercial, con adición de 30 ml de aceite vegetal/Kg alimento.

Tratamiento 3 (T2): Balanceado comercial, con adición de 30 ml de aceite vegetal/Kg de alimento y 0.7 g lisina/Kg alimento.

La dieta base fue 6 kilos de concentrado comercial/hembra/día.

Los tratamientos se establecieron realizando pre ensayos de los siguientes parámetros:

- Consumo promedio de alimento/día de cerdas en primera lactancia.
- Temperatura ambiental en el interior del galpón, para establecer la temperatura promedio, se ponderó durante 24 horas, obteniendo un valor de 14°C, la información registrada permitió calcular el requerimiento de energía adicional para termorregulación⁵⁹ información que se usó para los tratamientos 2 y 3.

$310 \text{ Kcal EM} \times 6 \text{ }^\circ\text{C} = 1860 \text{ Kcal EM/d para termorregulación} + 19200 = 21060 \text{ Kcal/día.}$

El tratamiento 3, se estableció teniendo en cuenta la proporción energía: lisina del tratamiento testigo.

DIETAS:

T1: 19602 Kcal /día y 55.2 gr. lisina/día.

T2: 21060 Kcal/día y 55.2 gr. lisina/día

T3: 21060 Kcal/día y 59.3 gr. lisina/día

2.6. VARIABLES REPRODUCTIVAS

2.6.1 Presentación del primer estro postparto. Fue evaluada por observación de los signos de estro en los animales (monta a otros animales, vulva enrojecida y presencia moco cérvico-vaginal), dos veces al día (8:00 y 16:30 h) por 30 minutos, a partir del día del destete (21 días pos parto).

2.6.2 Preñez. Fue evaluada en dos fases: la primera por observación de no retorno a celo, contando 21 días después de la fecha de inseminación, y la segunda a los 30 días, por confirmación con ultrasonido.

⁵⁹ NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Op. Cit.

2.7 VARIABLES PRODUCTIVAS

2.7.1 Peso corporal, condición corporal y espesor de grasa dorsal. Durante el periodo experimental se realizó el pesaje de los animales, se calificó la condición corporal utilizando una valoración subjetiva de observación y palpación de las cerdas en la base de la cola, cadera y costillas y se da una puntuación en una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a un animal extremadamente flaco y 5 a un animal obeso, la evaluación de este parámetro se realizó por la misma persona durante todo el período experimental. El espesor de grasa dorsal se midió por ultrasonido, sobre el punto P2, en los días: parto, destete y primer servicio postdestete.

2.7.2 Ganancia de peso camada al destete. Al momento del parto, se pesaron individualmente los lechones nacidos y se registró (observaciones que fueron tomadas como covariable) y al finalizar la lactancia (21 días) se pesaron individualmente los lechones destetados y se registrando el peso.

Con la anterior información se realizó una diferencia de cada uno de los pesos de los lechones destete – nacimiento.

2.8. INDICADORES METABÓLICOS

Con el objetivo de establecer el estatus metabólico de los animales, durante el periodo experimental, se determinó en cada hembra perfiles en sangre (creatinina, glucosa, triglicéridos y BUN), y en muestra de orina se determinó cuerpos cetónicos. Las muestras de sangre se tomaron por venopunción yugular a las 7:00 a.m., estando las hembras en ayunas; se usó tubos de ensayo al vacío sin anticoagulante, inmediatamente se tomó un ml para determinación de glucosa. Posteriormente las muestras fueron llevadas al laboratorio clínico de la Universidad de Nariño, donde se centrifugaron a 2800 rpm durante 15 minutos a 4 °C para la obtención de suero y se conservaron en tubos de almacenamiento a -20 °C para el posterior análisis. Las muestras de orina se colectaron en horas de la mañana por micción natural y utilizando tirillas reactivas se determinó, por colorimetría, la presencia o ausencia de cuerpos cetónicos. Tanto las muestras de sangre como de orina fueron tomadas en las hembras al primer día posparto, al finalizar la lactancia (21 días post parto) y al servicio (estro postdestete).

El método analítico empleado, para la determinación de los perfiles metabólicos, se describe a continuación:

2.8.1 Determinación de glucosa. Por prueba directa en glucómetro, (Glucometer, Bayer®).

2.8.2 Determinación cuantitativa de creatinina. Por prueba colorimétrica, reacción de la creatinina con el picrato alcalino descrito por Jaffé.

2.8.3 Determinación cuantitativa de triglicéridos. Por técnica enzimática colorimétrica de LPL, glicerol quinasa, GOP y peroxidasa.

2.8.4 Determinación enzimática de Urea (BUN). Por la técnica de Ureasa.

2.8.5 Determinación de cuerpos cetónicos. Por tiras reactivas colorimétricas en orina, Multistix 10 SG, de Bayer®.

2.8.6 Análisis de heces. Durante los días, quinto, trece y veintiún postparto, se recolectó el total de heces excretadas durante 24 horas, se utilizó una hembra por tratamiento para realizar la medición. El material recolectado, de cada hembra, fue homogenizado, pesado y se extrajo una muestra de 500 g para ser llevados al laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño, donde se realizó el análisis de energía bruta.

2.9 VARIABLES ECONÓMICAS

2.9.1 Análisis parcial de costos. Se valoró económicamente la adición de aceite vegetal y lisina, teniendo en cuenta los parámetros productivos de las cerdas y su camada, en cada uno de los tratamientos.

2.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) conformado por 3 tratamientos, cada uno con cinco réplicas y cada réplica con una unidad experimental, utilizando como covariable los datos iniciales de la cerda; como son: peso, condición corporal y espesor de grasa dorsal, tomados al momento del parto. Las variables evaluadas con el presente diseño fueron: indicadores metabólicos (creatinina, glucosa, triglicéridos, BUN), variable reproductiva (presentación del primer estro postparto) y variables productivas (peso corporal, condición corporal y espesor de grasa dorsal).

El modelo de análisis se representa por la siguiente expresión algebraica:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la respuesta del animal j, en el grupo de tratamiento i

μ : Es la media poblacional

α_i : Es el efecto del tratamiento i.

β_{ij} : Efecto de la covariable.

ε_{ij} : Es el error experimental.

Para la variable, ganancia de peso camada al destete, se utilizó un diseño de bloques al azar, con covariable peso de camada al nacimiento y el factor sexo se tomó como bloque.

El modelo de análisis se representa por la siguiente expresión algebraica:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \rho_j + \beta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la respuesta de la j-ésima repetición (bloque), en el grupo de tratamiento i.

μ : Es la media poblacional.

α_i : Es el efecto del tratamiento i.

ρ_j : Es el efecto del bloque j.

β_{ij} : Es el efecto de la covariable.

ε_{ij} : Es el error experimental.

Para evaluar la variable cualitativa preñez se utilizó la prueba de chi- cuadrado, que se usó con el fin de determinar si los datos observados se desvían de lo esperado bajo nuestra hipótesis.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 VARIABLES PRODUCTIVAS

3.1.1 Peso corporal. La variable peso corporal en hembras primerizas mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en respuesta a la adición de aceite y /o lisina en las dietas T1 y T2 durante el periodo de lactancia (21 días), respecto al tratamiento control T0. De igual manera en la variable servicio se observa el mismo comportamiento, cuando se compara el tratamiento testigo T0 con los tratamientos T1 y T2. (Tabla 4)

Tabla 4. Peso corporal al destete y servicio.

Tratamiento	Peso (Kg)	
	Destete ¹	Servicio
T0	146.80 b	151.40 b
T1	154.00 a	156.60 a
T2	152.00 a	155.80 a

¹ Valor de referencia. Letras diferentes en Una misma columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

El incremento de lisina y energía tuvo efectos en el peso de las cerdas al destete, los valores de peso cambiaron durante la lactación, presentándose el mayor peso al destete y al servicio en el tratamiento T1.

El T0 (Control), a pesar de que inicio con un buen peso al parto, tiene una pérdida mayor al destete y servicio, en comparación con los otros tratamientos.

La adición de aceite vegetal y lisina permitió aumentar la densidad energética y proteica de la ración diaria en cerdas de primer parto, lo cual se tradujo en un mejor peso al finalizar la lactancia y en el periodo de servicio, ya que esta adición podría disminuir la lipólisis del tejido adiposo debido a que estos ácidos grasos llegan directamente al intestino delgado, y a la glándula mamaria para formar parte de la grasa en leche y de esta manera disminuir la movilización de reservas corporales y evitar la pérdida excesiva de peso, durante la lactancia.

De acuerdo con Goncalves *et al*⁶⁰, el incremento en la densidad de energía y lisina, en la dieta de cerdas lactantes primerizas, podría ser un factor importante para reducir el impacto negativo de la lactancia sobre peso de la cerda. A diferencia de la investigación de Park, *et al*⁶¹, donde reporta, que el peso corporal en post parto y destete no se vio afectado por los niveles energéticos (3365 kcalEM/kg y 3265kcalEM/kg), sin embargo, la pérdida de peso corporal durante la lactancia fue menor en las cerdas alimentadas con dietas altas en energía, que las cerdas alimentadas con dietas bajas. Así también Yang *et al*, (2000) en su investigación obtuvieron la mayor pérdida de peso (-22.3 kg) en cerdas con menor ingestión de lisina (16 g/d), que aquellas con mayor ingestión 56 gr./día, la pérdida para estas últimas fue de 15.37 Kg.

3.1.2 Ganancia de peso. En la variable ganancia de peso se observó diferencias estadísticas significativas, ($p < 0.05$) en todos los tratamientos al destete, mientras que al servicio se observó diferencias entre el tratamiento T1 con T0 y T2 . (Tabla 5).

Tabla 5. Ganancia de peso en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.

Tratamiento	GPD (Kg)	
	Destete	Servicio
T0	-18.20 a	4.60 a
T1	- 8.20 c	2.20 b
T2	-11.20 b	3.80 a

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

La ganancia de peso total de las cerdas al momento del destete, fue afectada positivamente por la inclusión de aceite y lisina durante la lactación, las cerdas que consumieron mayor cantidad de energía y lisina, obtuvieron una menor pérdida de peso, que las cerdas que consumieron menor cantidad de energía, lo que indica, que estas últimas, utilizaron el catabolismo de los tejidos del cuerpo, como fuente de nutrientes para la producción de leche, mediante una adaptación metabólica caracterizada por un aumento en la lipólisis y una disminución en la

⁶⁰ GONCALVES, J; MOREIRA, I. y NUNES, E. Lysine and Metabolizable Energy Requirements of Lactating Sows for Subsequent Reproductive Performance. En: Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol. 49, N°. 4. (2006); Pp. 575-581.

⁶¹ PARK, YANG, CHOI, YOON, AHN, LEE, YANG, y LEE, J. Op. Cit., Pp. 121-128.

lipogénesis, lo anterior ocasiona una pérdida de peso y una baja en la condición corporal.

De acuerdo con Close y Cole⁶², un incremento en el aporte calórico puede minimizar la variación de peso y espesor de grasa dorsal en cerdas lactantes. De la misma manera Goncalves, *et al*⁶³ mencionan que elevar el consumo de energía puede ser un factor importante para reducir el impacto de pérdida de peso y espesor de grasa dorsal en cerdas lactantes.

Algunos investigadores han reportado un aumento del peso al destete, en respuesta al incremento de energía y lisina en la dieta durante la lactancia. En la investigación de Goncalves, *et al*⁶⁴ El incremento de lisina (0.75, 0.90, 1.05 y 1.20%) y energía metabolizable (3250 y 3400 Kcal EM/Kg) no tuvo efectos en el peso y espesor de grasa dorsal en cerdas al destete, sin embargo, los valores de peso y espesor de grasa dorsal cambiaron durante la lactación, presentándose la mayor pérdida de peso (-27.8 kg) en el tratamiento donde se incluyó 1,05% lisina y 3400 kcal EM/kg), no obstante este tratamiento presentó la menor pérdida de EGD con -0.7mm. Reese , *et al*,⁶⁵ investigaron el efecto de dos niveles de energía, 8 y 16 Mcal EM/día, en cerdas en lactancia, por un periodo de 28 días, la pérdida de peso (-20.8 kg, y 0.6 kg) y espesor de grasa dorsal (-7.5 mm y - 1.6 mm) fue mayor en las dietas con menor energía.

Willis, *et al*⁶⁶, reportan en un estudio con cerdas lactantes con 24 días y una dieta con 3,400MJ de energía y 18% de proteína, pérdidas de peso promedio de -9.2 kg.

En cuanto al servicio la ganancia de peso entre el destete y el estro posdestete, se vio influenciado por la adición de aceite, pero sin la adición de lisina durante la lactancia (T1), los tratamientos que mayor ganancia de peso al servicio presentaron fueron el T0 y T2, los cuales tuvieron a la vez un mayor intervalo destete - servicio (9.6 días y 7.4 días respectivamente), periodo en el cual las hembras tuvieron oportunidad de recuperar peso corporal y por ende una mayor ganancia total, a diferencia del T1, el cual tuvo un intervalo destete – estro de 5 días con una ganancia de 2.2 kg al servicio. “Resultados indican que la

⁶² CLOSE, W y COLE, D. Nutrition and management strategies to optimise performance of the modern sow and boar. . [online] 2000. [Citado 23 octubre de 2010]. Disponible en internet: <https://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/pdf/bab18s01.pdf>

⁶³ GONCALVES, J; MOREIRA, I. y NUNES, E. Op. Cit., Pp. 575-581.

⁶⁴ *Ibíd.*

⁶⁵ REESE, MOSER, PEO, LEWIS, ZIMMERMAN, KINDER, J y STROUP. Op. Cit., Pp. 590-598.

⁶⁶ WILLIS, L; ZAK, y FOXCROFT, G. Duration of lactation, endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol 81. (2003); Pp. 2088-2102.

alimentación con una dieta muy alta lisina no puede mejorar aún más el metabolismo de proteína corporal y siguientes características reproductivas tales como destete-estro intervalo y tamaño de la camada.”⁶⁷

3.1.3 Condición corporal. El comportamiento de la condición corporal de los animales al momento del destete, para el tratamiento control (T0), mostró diferencias significativas ($p < 0.05$), respecto a los demás tratamientos. (Tabla 6).

Al servicio se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre la dieta control (T0) y el tratamiento que se adicionó aceite y lisina (T2), pero no hay diferencias significativas entre (T1) con referencia a T2 y T0. (Tabla 6).

Tabla 6. Condición corporal en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.

Tratamiento	CC	
	Destete ¹	Servicio
T0	2.58 b	3.10 b
T1	3.16 a	3.40 ab
T2	3.00 a	3.22 a

¹ Valor de referencia. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

La condición corporal de la cerda es un indicador del nivel de energía del animal, mantener la cerda en buen estado, es esencial para un desempeño productivo óptimo y rentable”⁶⁸

La condición corporal de las cerdas al destete fue afectada positivamente por la adición de aceite y/o lisina en la dieta durante el periodo de lactación, al observar los valores de la tabla 11, el tratamiento que mayor condición corporal reportó al término de la lactancia fue el T1 (3510 kcal EM/kg y 0.9% de lisina), y el tratamiento que menor condición corporal tuvo fue el T0 (3267 y 0.9% de lisina), lo cual indica que en este tratamiento la energía de la dieta durante la lactancia fue insuficiente para apoyar la producción de leche, y las cerdas adaptaron esta situación mediante la movilización de ácidos grasos desde tejido adiposo para la

⁶⁷ YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357.

⁶⁸ SANCHEZ, A. Evaluación de la condición corporal y su influencia en indicadores reproductivos en cerdas. Cuba. 2011. P. 65. [Tesis Maestría]. Instituto de ciencia animal.

obtención de energía, disminuyendo condición corporal al finalizar el periodo de lactancia, lo cual incidió en el largo intervalo destete – servicio que tuvo este tratamiento (9.6 días).

De acuerdo con Sanchez⁶⁹, la condición corporal afecta de modo significativo, los días vacíos postdestete de cerdas primerizas, de esta forma las hembras con mejor condición corporal disminuyen el número de días vacíos después del destete. Al respecto Brito⁷⁰, menciona que las pérdidas de condición corporal después del parto, prolongan y propician el desarrollo del anestro, ya que el estado de las reservas del cuerpo actúa directamente sobre la regulación endocrina, que controla la actividad reproductiva, retrasando o inhibiendo la actividad ovárica. Según Arias⁷¹, el efecto de la nutrición, sobre los parámetros reproductivos en las cerdas, está mediado por los cambios en la condición corporal, que influyen directamente sobre el metabolismo y el sistema endocrino, teniendo en cuenta que la mayoría de las hormonas reproductivas son lipídicas.

En cuanto al servicio, la condición corporal de las cerdas fue influenciada positivamente por la adición de aceite y lisina en la dieta durante el periodo de lactación, al ser comparado con la dieta control, que contenía (3267 kcal EM/kg y 0.9% de lisina/kg), estos resultados van acordes con el estudio de Yang *et al*,⁷² en donde mencionan que, con una ingesta de lisina 0,4% y 1% hubo una mayor degradación de proteína muscular, en comparación con una ingesta de 1.6% de lisina, reflejando una pérdida de peso y condición corporal.

Al observar los valores de la tabla 6, el tratamiento que menor condición corporal reportó durante el servicio fue el T0 (3267 kcal EM/kg y 0.9% de lisina) con un valor de 3.1. A pesar de que los días vacíos en este tratamiento fueron más prolongados, y por lo tanto hubo oportunidad para recuperar reservas corporales, las hembras no lograron tener una mejor condición corporal que los otros tratamientos, los cuales contaban con un mayor nivel de energía y lisina en la dieta durante el periodo de lactación, esta condición se reflejó en la repetición de celo a 21 días, dado que en este tratamiento (T0), se presentó un 20% de repeticiones. De acuerdo con Sánchez⁷³ la prolongación de días vacíos que ocurre en cerdas con deficiente condición corporal, da lugar a un mayor intervalo

⁶⁹ *Ibíd.*

⁷⁰ BRITO, R. Fisiología de la Reproducción animal. La habana Cuba: Félix Varela, 2008. 100 p.

⁷¹ ARIAS, M. Influencia de diferentes estrategias reproductivas y nutricionales sobre la fisiología ovárica en conejas primíparas. [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, 2010. p. 256.

⁷² YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357.

⁷³ SANCHEZ, Op. Cit.

parto – parto, reduciendo el número de partos por cerda/año.

3.1.4 Espesor de grasa dorsal (EGD). Al destete, el comportamiento de la variable espesor de grasa dorsal de las cerdas con adición de aceite y/o lisina, mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), respecto al tratamiento control (T0). De igual manera, se observa el mismo comportamiento de la variable al momento del servicio (Tabla 7).

Tabla 7. Espesor de grasa dorsal en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.

Tratamiento	EGD (mm)	
	Destete	Servicio
T0	12.46 b	13.56 b
T1	14.20 a	14.32 a
T2	14.00 a	14.32 a

[†] Valor de referencia. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

El espesor de grasa dorsal (EGD) de las cerdas, medido al destete y servicio, fue influenciado positivamente por la adición de aceite y/o lisina en la dieta durante el periodo de lactación, de tal forma que los tratamientos que tenían mayor nivel de energía y lisina tuvieron una menor pérdida de espesor de grasa dorsal, lo que coincide con los niveles de creatinina sanguínea, los cuales fueron más bajos que el tratamiento testigo, como indicador de que en estos tratamientos se presentó un menor catabolismo muscular.

Mota *et al*,⁷⁴ reportan un espesor de grasa dorsal de 13.7 mm, en cerdas primerizas al destete (28 días), con dietas de 3,5 Mcal EM/Kg y 1% de lisina, dato similar al reportado en el presente estudio, para el cual se reportó una diferencia de + 3mm de EGD, atribuible al menor número de días de lactancia.

Al destete el T0 (3267 kcal EM/kg y 0.9% de lisina) es el tratamiento que menor EGD reporta con 12.46 mm, con una pérdida de EGD durante la lactancia de 6.04 mm, siendo un indicativo importante de movilización de reservas corporales, lo cual se refleja en la pérdida de peso durante la lactancia (-18kg) y la condición

⁷⁴ MOTA, D; LOURDES, M; SPILSBURY, A; RAMÍREZ, R; CISNEROS; ALBORES, V y TRUJILLO, M. Effect of Loss of Backfat and Body Weight on the Reproductive Performance of Primiparous Lactating Sows Fed With Three Different Diets. En: Revista Científica, FCV-LUZ. Vol. XIV. N°. 1. (2004); Pp. 13-19.

corporal en este tratamiento. De acuerdo con Touchette *et al*,⁷⁵ el período de lactancia por lo general aumenta la utilización de reservas corporales de la cerda para mantener la producción de leche. Grummer,⁷⁶ menciona que durante el periodo de lactancia, los requerimientos tanto de glucosa como de grasa no son suplidos totalmente por la dieta, lo que induce la lipólisis de las reservas grasas, así se obtiene energía a través, de la beta oxidación en mitocondria. En cerdas primerizas se han encontrado pérdidas de 3,5 a 7,2 mm en lactancias menores de 28 días."⁷⁷ El EGD está influenciado directamente por el número de parto; las hembras de primer y segundo parto tienden a perder más EGD durante la lactancia (-1.8 mm y -1.46 mm respectivamente), ya que ellas todavía están en periodo de crecimiento corporal y tienen menor consumo de alimento".⁷⁸

Park, *et al*,⁷⁹ en su investigación con dos niveles de inclusión de grasa en la ración y dos niveles energéticos, encontraron, que el espesor de grasa dorsal al destete, no se vio afectado ($P \leq 0,05$), sin embargo, las cerdas con alta energía perdieron menos EGD que las cerdas que consumieron baja energía, al igual que en la presente investigación. A diferencia de Yang *et al*,⁸⁰ en su investigación obtuvieron una pérdida de espesor de grasa dorsal mayor en cerdas que consumieron una dieta alta en lisina, 56 g/día, en comparación con las que ingirieron 16 g/d.

Del mismo modo, Jones y Stahly⁸¹ informó, que la movilización de proteína evidencia la rotura fraccional de la masa muscular, aumentando en cerdas alimentadas con inadecuada cantidad de lisina, durante la lactancia.

En cuanto al EGD al servicio, el tratamiento que mayor valor reporto desde el destete al servicio, fue el T0 (+ 1.1mm), lo cual está relacionado con el número de días intervalo destete – estro, periodo en el cual la hembra tuvo oportunidad de ganar más peso y por consiguiente mayor EGD al servicio. En un estudio

⁷⁵ TOKACH, PETTIGREW, DIAL, WHEATON, y CROOKER, Op. Cit., Pp. 2195-2201.

⁷⁶ GRUMMER, R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. En: J. Dairy scien. Vol. 76. (1996); Pp.3882-3896.

⁷⁷ PRUNIER, A; DOURMAD, J y ETIENNE, M. Feeding level, metabolic parameters and reproductive performance of primiparous sows. En: Livest. Prod. Sci. Vol. 37. (1993); Pp. 185-196.

⁷⁸ MURILLO, HERRADORA, MARTINEZ, Op. Cit., Pp. 380-385.

⁷⁹ PARK, YANG, CHOI, YOON, AHN, LEE, YANG, LEE, y CHAE, Op. Cit., Pp. 121-128.

⁸⁰ YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357.

⁸¹ JONES, D y STAHLY, T. Impact of amino acid nutrition during lactation on body nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows En: J. Anim. Sci. Vol. 77. (1999); Pp. 1513-1522.

realizado por Willis, *et al* (2003), en cerdas, que tuvieron una lactancia de 24 días, con una dieta con 3,400MJ de energía y 18% de proteína, obtuvieron un EGD al estro de 14,4 mm, dato similar a los reportados en este estudio durante el servicio.

3.1.5 Ganancia de peso de camada al destete. El comportamiento de la variable ganancia de peso de la camada al destete, no mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), entre tratamientos. (Tabla 8).

Tabla 8. Ganancia de peso de la camada al destete.

Tratamiento	PESO (Kg)	
	Destete ¹	Ganancia Peso
T0	5.48 ^a	4.06 ^a
T1	5.80 ^a	4.39 ^a
T2	5.67 ^a	4.22 ^a

¹Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

El incremento de lisina (0,9% y 1%) y energía metabolizable (3267 y 3510 Kcal EM/Kg) en la dieta, no tuvo efectos en el peso del lechón al destete ($p < 0,05$), ni en la ganancia de peso, sin embargo en este estudio se observa, que los valores de ganancia de peso en lechones mejoran con una dieta con un contenido de 1% de lisina y 3510 Kcal EM/kg, debido posiblemente a que altos niveles de energía podrían incrementar la cantidad de sólidos totales en leche: proteína, grasa, y sólidos no grasos, asociado con un mejor desempeño productivo de la camada, ya que los ácidos grasos en la leche se derivan de los lípidos sanguíneos (incluyendo endógeno y ácidos grasos de la dieta) y de la síntesis de novo en la glándula mamaria; así, la concentración de grasa en el calostro y la leche puede incrementarse,⁸² al igual que la concentración de glucosa plasmática puede disminuir, probablemente debido a que aumenta la producción de leche y por lo tanto los requerimientos energéticos, como ocurrió en los tratamientos T1 Y T2. De manera similar, Yang *et al.*⁸³ observaron concentraciones elevadas de grasa de la leche y lactosa en cerdas alimentadas con dietas altas en energía (14,2 MJ EM / kg) en comparación con dietas bajas (13,7 MJ EM / kg).

⁸² PARK, YANG, CHOI, YOON, AHN, LEE, YANG, LEE, y CHAE, Op. Cit., Pp. 121-128.

⁸³ YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357.

Noblet *et al.*⁸⁴ revisaron varios estudios y concluyeron que la variación de los niveles de energía de 27 a 63 MJ ED/d en la dieta de la cerda, tienen un efecto significativo sobre el crecimiento de los lechones, especialmente durante la tercera semana de lactancia. Sin embargo, Pluske *et al.*⁸⁵ no observaron un aumento de peso adicional de la camada, cuando el consumo de energía metabolizable se aumentó de 75 a 104 MJ/d. También Reese *et al.*⁸⁶ investigaron el efecto de la energía en la dieta, en cerdas en lactancia, por un periodo de 28 días, no encontraron diferencias estadísticas significativas en el tamaño y peso de la camada promedio.

En un estudio realizado por Goncalves, *et al.*⁸⁷ se reporta que el incremento de lisina (0.75, 0.90, 1.05 y 1.20%) y energía metabolizable (3250 y 3400 Kcal EM/Kg) no tuvo efectos en el peso del lechón al destete ($p < 0,05$), el cual vario entre 6,2 y 6,5 kg/lechón. A diferencia de los estudios reportados por Park *et al.*, (2008), quienes mencionan que cerdas alimentados con dietas de 3365 kcal ED/kg, tienden a tener una camada con mayor tasa de supervivencia y peso, que camadas provenientes de cerdas alimentados con dietas de 3265 Kcal ED/Kg. durante la lactancia, así como también mayor velocidad de crecimiento y ganancia diaria de peso por animal.

3.1.6 Mortalidad de lechones. En esta investigación no se presentó mortalidad de lechones en ninguno de los tratamientos, lo que refleja un manejo apropiado que se tuvo durante el periodo experimental tanto a la hembra como a su camada.

De acuerdo con Lazo L. *et al.*⁸⁸ la mortalidad de lechones desde el parto hasta el destete, debe ser como máximo un 10%, dentro de este la mayor causa es el aplastamiento.

⁸⁴ NOBLET; ETIENNE. Energy requirements for lactating sow: determination by a factorial approach. *Produccion animal*. 1997. Vol. 1(5). p. 355-358.

⁸⁵ PLUSKE, J; WILLIAMS, I; CEGIELSKI, A; AHERNE, F. Stomach cannulation of pregnant gilts for nutrition studies during lactation. En: *Can. J. of Anim. Sci.* Vol. 75. (1995); Pp. 497-500.

⁸⁶ REESE, MOSER, PEO, LEWIS, ZIMMERMAN, KINDER, J y STROUP. *Op. Cit.*, Pp. 590-598.

⁸⁷ GONCALVES, J; MOREIRA, I. y NUNES, E. *Op. Cit.*, Pp. 575-581.

⁸⁸ LAZO, L y GUTIERREZ, Y. Estudio de factores de riesgo vinculados a la mortalidad neonatal en una granja porcina. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuba s.n, 2011.

Palomo⁸⁹ menciona que el porcentaje de mortalidad predestete depende de cada granja puede oscilar entre el 4 y 30%, por lo que se está ante un parámetro muy variable y dependiente del manejo de cada granja y estado sanitario, y en el intervienen un variado y gran número de factores.

3.2 VARIABLES REPRODUCTIVAS

3.2.1 Intervalo destete – estro. La variable intervalo destete–estro en hembras primerizas mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), en respuesta a la adición de aceite en la dieta (T1), durante el periodo de lactancia (21 días), respecto al tratamiento control (T0). No se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los tratamientos T2 comparado con los tratamientos T0 y T1. (Tabla 9).

Tabla 9. Intervalo destete - estro en cerdas primerizas, (días).

Tratamiento	Intervalo destete-estro (Días) ¹
T0	9.6 a
T1	5.0 b
T2	7.4 ab

¹ Letras diferentes indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

Los animales que consumieron mayor nivel energético en la dieta (3510 kcal EM/kg), en este estudio presentaron un intervalo destete – estro más corto (5 días), que los animales control (9.6 días), que consumieron un menor nivel energético (3267 kcal EM/kg).

Un valor similar al T1, lo reportan Willis, *et al*⁹⁰ con un intervalo destete – estro de 4,7 días en cerdas alimentadas con 3400 kcal EM/kg, durante 24 días de lactancia. Sin embargo, Mota *et al*, (2004), reportan en cerdas primerizas, con periodo de lactancia de 28 días, un intervalo destete – servicio de 14,5 días, suministrando dietas con 3,5 Mcal EM/Kg, 1% de lisina.

⁸⁹ PALOMO, Antonio. Mortalidad de lechones predestete. SETNA Nutrición S.A. [online] 2010. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/6338463/4-Mortalidad-en-lechones-predestete>

⁹⁰ WILLIS, ZAK, y FOXCROFT, Op. Cit., Pp. 2088-2102.

Por el contrario Willis, et al ⁹¹, mencionan, que el aumento de la concentración de lisina en dietas para primerizas en lactancia, por encima de lo requerido, generan una reducción del intervalo destete – estro.

El prolongado intervalo destete – estro de la dieta control T0 (9.6 días) está relacionado con una significativa pérdida de reservas corporales, evidenciadas por la alta pérdida de peso corporal de las hembras durante la lactancia (-18 kg) y disminución del espesor de grasa dorsal (-6,04 mm), en comparación con los tratamientos 1 y 2 (-8.2 kg, -3,8 mm y -11.2, -4mm respectivamente); debido a que esta dieta contenía un menor nivel energético (3267 kcal EM/kg), en comparación con los tratamiento T1 y T2 que contenían 3510 kcal EM/kg, así mismo Park, et al⁹² asociaron, que una mayor pérdida de reservas, se presentó por un bajo nivel de energía en la dieta. Las cerdas que tenían mayor pérdida de peso y grasa dorsal durante la lactancia mostraron una mayor incidencia de retraso en el estro siguiente al destete. Kim y Easter⁹³ afirma, que durante los primeros 7 días de la lactancia, el consumo de alimento es con frecuencia demasiado bajo, para satisfacer las demandas de energía, y en consecuencia, las reservas de grasa corporal se movilizan. De acuerdo con Close y Cole,⁹⁴ la pérdida de proteínas durante la lactancia puede afectar al rendimiento posterior de la reproducción.

Actualmente en sistemas de producción intensiva el promedio de días de intervalo destete- servicio es de 5 – 7 días, con lactaciones de 3 a 4 semanas, periodo en el que no es deseable una alta movilización de reservas corporales, porque esto indica que hubo un excesivo catabolismo, condición que prolonga y propician el desarrollo del anestro. De acuerdo con Sánchez A.⁹⁵ reporta que una condición corporal baja menor a 2.5 influye negativamente en la calidad y numero de ovocitos, así como la capacidad de desarrollo de los mismos en el útero.

Reese et al.⁹⁶ observaron una diferencia significativa en el intervalo destete-servicio, identificando un retraso en las cerdas, con 8 Mcal EM/d en comparación con cerdas alimentadas con 16 Mcal EM/d.

⁹¹ Ibíd.

⁹² PARK, YANG, CHOI, YOON, AHN, LEE, YANG, LEE, y CHAE, Op. Cit., Pp. 121-128.

⁹³ KIM y EASTER, Op. Cit.

⁹⁴ CLOSE y COLE, Op. Cit.

⁹⁵ SANCHEZ, Op. Cit.

⁹⁶ REESE, MOSER, PEO, LEWIS, ZIMMERMAN, KINDER, J y STROUP. Op. Cit., Pp. 590-598.

La presente investigación encontró resultados similares a los de Coffey *et al.*⁹⁷ quienes reportan un prolongado intervalo destete-servicio en cerdas alimentadas con una dieta de 3240 Kcal EM/kg en comparación con una dieta de 3600 Kcal EM/kg. Así mismo Yang *et al.*,⁹⁸ encontraron que un consumo de 0,4% de lisina en dieta para cerdas de primer parto en comparación con una mayor ingesta de lisina (1% y 1.6%), prolonga el intervalo destete-estro". Koketsu *et al.*,⁹⁹ relaciona este hecho con una reducción de la frecuencia de pulsos de LH, teniendo en cuenta que la secreción de gonadotropinas hipofisarias (LH y FSH), es el principal factor que regula la función ovárica, y el estradiol producido por el folículo en crecimiento produce, a través de un sistema de *feedback* positivo, unos eventos en el hipotálamo-hipófisis, que llevan a un incremento en los niveles de LH, induciendo la ovulación Tresguerres y Castillo,¹⁰⁰ Igualmente Tokach *et al.*¹⁰¹ demostraron que la secreción de LH se reduce por restricción de lisina o energía.

"Los mecanismos fisiológicos por los cuales la subnutrición y la pérdida de peso causan la prolongación del anestro postparto son poco conocidos; sin embargo, la falla en la actividad ovárica se atribuye a una deficiencia en la secreción de gonadotropinas, que causa fallas en el desarrollo folicular, ausencia del estro y falta de la ovulación."¹⁰²

A diferencia de los resultados encontrados en este estudio, Goncalves *et al.*¹⁰³ que en su investigación con dos niveles de energía metabolizable (3250 y 3400 Kcal/Kg) en la dieta de cerdas lactantes, no presentó efectos en el intervalo destete-estro ($P>0.05$), el cual osciló entre 4,2 y 5,9 días.

En esta investigación la adición de aceite, permitió disminuir los días de intervalo destete-estro comparado con el tratamiento control ($p<0,05$). La adición de lisina, no tuvo efecto sobre esta variable al igual que el tratamiento control. De acuerdo con Yang *et al.*,¹⁰⁴ , los resultados indicaron, que con ingesta de lisina 1% y 0.4%

⁹⁷ COFFEY, M; YATES, J y COMBS, G. Effects of feeding sows fat or fructose during late gestation and lactation. En: J. Anim. Sci. Vol. 65. (1987); Pp. 1249-1256.

⁹⁸ YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357.

⁹⁹ KOKETSU, DIAL, PETTIGREW y KING, Op. Cit., Pp. 2875-2884.

¹⁰⁰ TRESGUERRES, J. y CASTILLO, C. Fisiología de la reproducción. [online] Disponible en: <http://novella.mhhe.com/sites/dl/free/8448606477/55975/Cap79.pdf>

¹⁰¹ TOKACH, PETTIGREW, DIAL, WHEATON, y CROOKER, Op. Cit., Pp. 2195-2201.

¹⁰² MEJÍA, HENAO, BOTERO, ACEVEDO, GIRALDO y TRUJILLO, Op. Cit., p. 2.

¹⁰³ GONCALVES, J; MOREIRA, I. y NUNES, E. Op. Cit., Pp. 575-581.

¹⁰⁴ YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357.

aumentó la degradación de la proteína muscular y disminuyeron las concentraciones de estradiol y la pulsatilidad de LH. En contraste, alto contenido de lisina 1.6% incrementa el BUN, y el IGF-I, pero no aumentó la secreción de estradiol y LH en comparación con el consumo de lisina al 1%.

3.2.2 PREÑEZ. La prueba de chi-cuadrado no evidenció diferencias entre los tratamientos evaluados. (Anexo Q).

Del total de cerdas evaluadas en los tratamientos para prueba de preñez, únicamente una presentó repetición de celo a 21 días después de la inseminación, correspondiendo al tratamiento control, el cual presentó altas pérdidas de condición corporal en las hembras lactantes, indicando un balance energético negativo, el cual influye en la función luteal con reducción de la fase del ciclo estral y la concentración de progesterona, comprometiendo la manifestación del estro, concepción y sobrevivencia embrionaria.¹⁰⁵

3.3 INDICADORES METABÓLICOS

3.3.1 Glucosa. La concentración de glucosa sanguínea, al momento del destete y servicio, no presentó diferencias estadísticas significativas (Anexo A y B), en la presente investigación.

Tabla 10. Concentración de glucosa en plasma en los periodos evaluados.

Tratamiento	Glucosa (mg/dl)	
	Destete ¹	Servicio
T0	70.2 a	80.0 a
T1	67.0 a	86.4 a
T2	60.4 a	68.4 a

¹ Valor de referencia. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

Como se muestra en la tabla 4, estadísticamente la concentración de glucosa no fue influenciada por la inclusión de aceite y lisina en la dieta, ($p < 0,05$), al destete y al servicio, sin embargo, al revisar los promedios por tratamiento al destete, se

¹⁰⁵ MAZA, L; SALGADO, R y VERGARA, O. Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación corporal postparto en vacas mestizas lecheras. En: Redalib. MVZ Córdoba. Vol. 6. (2001); Pp.75-80.

puede observar que a medida que incrementan los niveles de energía y lisina en la dieta, la concentración de glucosa plasmática disminuye, probablemente debido a que aumenta la producción de leche y por lo tanto los requerimientos energéticos, teniendo en cuenta que la glucosa es el nutriente más importante en el metabolismo de producción de leche y 70% de la glucosa corporal total es utilizado por la glándula mamaria, para la lactogénesis, lo cual se vio reflejado en el peso de camada al destete de los lechones provenientes de estas hembras, que obtuvieron los mejores pesos.

De acuerdo con Bell,¹⁰⁶ la glucosa periférica disminuye durante las primeras semanas de lactancia debido que en el metabolismo de los carbohidratos está dominado por un requerimiento masivo de glucosa para la síntesis de lactosa. De tal forma que los requerimientos de carbohidratos para la síntesis de lactosa se derivan del metabolismo hepático del propionato (gluconeogenesis), de los aminoácidos de la dieta y del glicerol de la lipólisis del tejido adiposo. Dichos procesos metabólicos no son suficientes para copar los requerimientos diarios en el tejido mamario.

Tokach *et al*,¹⁰⁷ observó que al incrementar los niveles de lisina y energía en cerdas en lactancia (15, 30, y 45 g/d y 6.5, 11.5 y 16.5 Mcal.EM/d), la glucosa plasmática disminuye, por el contrario Revell *et al*. (1998), no encontraron diferencias estadísticas significativas en los niveles de glucosa sanguínea, entre grupos de cerdas con diferentes reservas corporales de grasa, en la fase de lactancia. De igual forma Yang *et al*,¹⁰⁸ no encontraron efecto del incremento de lisina al 0,4%, 1,0% y 1,6%, con 2,1 Mcal EN/kg en la dieta y los niveles de glucosa sérica en cerdas primíparas durante la lactación fueron 85.1, 83.3 y 90.9 mg/dl respectivamente. Igual reporte obtuvieron Weldon *et al*,¹⁰⁹ cuando alimentaron cerdas en periodo de lactación con restricción de alimento vs *ad libitum*, esto no causó cambios en el nivel de glucosa sanguínea.

En cuanto al servicio a pesar de que no se encontraron diferencias significativas se puede observar que el mayor valor de glucosa lo reporta el T1, que tuvo un menor intervalo destete- estro, es sabido que la glucosa es uno de los metabolitos que actúa como señales del estado nutricional y/o balance energético (BE) a nivel

¹⁰⁶ BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. En: *Jornal of Animal Science*. (1995); 73: 2804 – 2819.

¹⁰⁷ TOKACH, PETTIGREW, DIAL, WHEATON, y CROOKER, Op. Cit., Pp. 2195-2201.

¹⁰⁸ YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357.

¹⁰⁹ WELDON, W; LEWIS, LOUIS, A; KOVAR, j; MILLER, P. Postpartum hypophagia in primiparous sows: II. Effects of feeding level during gestation and exogenous insulin on lactation feed intake, glucose tolerance, and epinephrine-stimulated release of nonesterified fatty acids and glucose. En: *J. Anim. Sci.* Vol. 72. (1994); Pp. 395-403.

central y local, las cuales pueden influir a nivel hipotalámico en la secreción de GnRH¹¹⁰ “Igualmente, a nivel ovárico, los bajos niveles de glucosa e insulina pueden reducir la capacidad de respuesta ovárica a la acción de las gonadotrofinas”¹¹¹

Van den brand, *et al*,¹¹² en dietas con niveles de 44 MJ y 33 MJ EN/d, en cerdas lactantes, encontraron que las concentraciones de glucosa en el plasma antes y después de la ovulación, no se vieron afectadas por los niveles energéticos de la dieta, con valores de 73 y 74.7 mg/dl respectivamente. Tokach *et al*,¹¹³ obtuvieron valores de Glucosa, de 88.6 ± 1.3 mg/dl en hembras que presentaron el estro posdestete antes de los 9 días y valores de 85.5 ± 1.7 en hembras que presentaron el estro posdestete entre los 10 y 15 días. Valores similares a la presente investigación al servicio.

3.3.2 Creatinina. (CRE) No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la concentración de creatinina sanguínea, con referencia al destete y servicio (Anexo C y D), los resultados pueden ser observados en la siguiente tabla:

Tabla 11. Concentración de creatinina en plasma.

Tratamiento	Creatinina (mg/dl)	
	Destete	Servicio
T0	2.06 a	2.08 a
T1	2.01 a	2.01 a
T2	2.04 a	2.02 a

[†] Valor de referencia. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

¹¹⁰ SCHNEIDER, JILL. Energy balance and reproduction. [online] *Physiology & Behavior* 81 (2004) 289 – 317. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://lehigh.edu/~inbios/schneider/schneider.pdf>

¹¹¹ LUCY, MC. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. *Reproduction Domestic Animal*. 2008: Vol 43. [en línea] Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18638098>

¹¹² VAN DEN BRAND, H; LANGENDIJK, P; SOEDE N y KEMP, B. Effects of postweaning dietary energy source on reproductive traits in primiparous sows. En: *J. Anim. Sci.* Vol. 79. (2001); Pp. 420-426.

¹¹³ TOKACH, PETTIGREW, DIAL, WHEATON, y CROOKER, Op. Cit., Pp. 2195-2201.

Los reportes se encuentran en el rango de referencia de concentraciones de creatinina en sangre para cerdos, 0,8 - 2,3 mg/dl, sin embargo el T0 presenta un incremento en el valor al destete y al servicio en comparación con T1 y T2 lo que puede indicar que en este tratamiento la degradación muscular fue mayor que en las cerdas alimentadas con una dieta con mayor contenido de energía y lisina durante la lactancia.

“Una elevación de la concentración de creatinina (CRE) en el suero, se utiliza a menudo como un índice de catabolismo muscular, si durante la lactancia la dieta se encuentra por debajo de la exigencia de nutrientes, especialmente para energía y proteínas, los tejidos del cuerpo catabolizan la proteína corporal en un intento de suministrar los nutrientes para mantener la producción de leche”.¹¹⁴ Estudios realizados por Park, *et al*,¹¹⁵ reportan que el nivel de CRE fue significativamente mayor en cerdas alimentadas con niveles bajos (3265 kcal EM/kg) de energía, en comparación a las cerdas alimentadas con niveles altos (3365 kcal EM/kg), valores tomados al día del destete.

Nelssen, *et al*,¹¹⁶ encontraron que las concentraciones séricas de CRE al destete fueron más bajas en las cerdas alimentadas con 14 Mcal EM/d en comparación con las cerdas alimentadas con 10 o 12 Mcal EM/d durante la lactancia. Hulten, *et al*,¹¹⁷ observaron menores niveles de CRE en el destete de cerdas, con menor espesor de grasa dorsal (EGD) y mayor pérdida de peso en la lactancia.

3.3.3 BUN. Para este metabolito sanguíneo no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados (Anexo E y F).

¹¹⁴ PACHECO, Op. Cit.

¹¹⁵ PARK, YANG, CHOI, YOON, AHN, LEE, YANG, LEE, y CHAE, Op. Cit., Pp. 121-128.

¹¹⁶ NELSSSEN, J.; LEWIS, A.; PEO, E Y MOSER, D. Effect of source of dietary energy and energy restriction during lactation on sow and litter performance. En: J. Anim. Sci. Vol. 60. (1985); Pp. 171 – 178.

¹¹⁷ HULTEN, F; NEIL, M; EINARSSON, S y HAKANSSON, J. Energy metabolism during late gestation and lactation in multiparous sows in relation to backfat thickness and the interval from weaning to first oestrus. En: Acta Veterinaria Scandinavica. Vol. 34. (2002); Pp. 9-20.

Tabla 12. Concentración de nitrógeno ureico en sangre (BUN) en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.

Tratamiento	BUN (mg/dl)	
	Destete	Servicio
T0	18.80	18.60
T1	17.86	17.96
T2	18.26	18.74

[†] Valor de referencia. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

“Los valores promedios de BUN en este estudio se encuentran dentro de los rangos de referencia para esta variable 15 – 25 mg/dl, lo que refleja que la adición de lisina, se hizo acorde con la cantidad de energía en las dietas, teniendo en cuenta que los niveles séricos de BUN se incrementan cuando se suministran dietas altas en proteína y bajos niveles de energía, causando disfunciones hepáticas”¹¹⁸

De acuerdo con Reist,¹¹⁹ la concentración de urea plasmática se incrementa durante las primeras semanas de lactancia, reflejando el grado de proteólisis muscular proveniente del músculo esquelético.

Yang *et al*,¹²⁰ encontraron efecto en el incremento de lisina 0,4%, 1,0% y 1,6% con 2,1 Mcal EN/kg en la dieta, en los niveles de nitrógeno ureico sérico sobre las cerdas primíparas, al obtener valores de 13.20, 17.76, 21.17 mg/dl respectivamente, valores inferiores a los reportados en este estudio, con 0,9% lisina (18.8 mg/dl) y 1.9% lisina (18,74 mg/dl).

Reese *et al*,¹²¹ investigaron el efecto de la energía metabolizable en dietas para cerdas en lactación, encontrando que la concentración de BUN fue mayor en las cerdas alimentadas con baja concentración energética (8 Mcal EM/kg) ($P < .01$), debido posiblemente al aumento del catabolismo proteico para satisfacer las necesidades de energía, durante la lactancia.

¹¹⁸ GALVIS, R y CORREA, H. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera: es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido?. En: Rev. Col. Cienc. Pec. Vol. 15. (2002); Pp. 36-50.

¹¹⁹ REIST, M. et al. Concentrate feeding strategy in lactating dairy cows: Metabolic and endocrine changes with emphasis on leptin. Journal of Dairy Science, 2003. 86: 1690 - 1706.

¹²⁰ YANG, PETTIGREW, JOHNSTON, SHURSON y WALKER, Op. Cit., Pp.348-357.

¹²¹ REIST. Op. Cit.

En el estudio de Goncalves, *et al*¹²², a medida que se incrementa los niveles de lisina en la dieta (0.75, 0.90, 1.05 y 1.20%) la concentración de BUN, disminuye, reportándose valores más altos en el tratamiento con 3250 Kcal EM/Kg, en comparación al tratamiento con 3400 kcal EM/kg.

3.3.4 Triglicéridos. Para esta variable no se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados. (Anexo G y H).

Tabla 13. Concentración de triglicéridos en sangre en cerdas primerizas en los periodos de destete y servicio.

Tratamiento	Triglicéridos (mg/dl)	
	Destete ¹	Servicio
T0	34.46 a	34.44 a
T1	31.76 a	31.88 a
T2	30.68 a	30.96 a

¹ Valor de referencia. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística (p<0,05) entre tratamientos.

Fuente. Este estudio

Los valores obtenidos en este estudio indican que el T2, es el tratamiento que menor concentración plasmática de triglicéridos (TG) reportó, esto podría deberse a una mayor concentración energética en la dieta, con altos niveles de energía, una mayor porción de la TG podrían ser utilizados para la producción de leche, lo cual reduce las concentraciones de TG en suero. Según Dunshea *et al*,¹²³ los triglicéridos de origen alimentario pueden ser utilizados por la glándula mamaria para la producción de grasa de leche.” Los triglicéridos disminuyen en sangre en la medida que se observa un déficit energético, y se aumenta la movilización de reservas corporales”.¹²⁴

En estudios realizados por Park, *et al*,¹²⁵ reportan que, la concentración de triglicéridos en hembras lactantes alimentadas con 3365 y 3265 Kcal EM/Kg, no se

¹²² GONCALVES, J; MOREIRA, I. y NUNES, E. Op. Cit., Pp. 575-581.

¹²³ DUNSHEA, F; BELL, A y TRIGG, T. Relations between plasma non- esterified fatty acid metabolism and body fat mobilization in primiparous lactating goats. En: British Journal of Nutrition. Vol. 62. (1999); Pp. 51-61.

¹²⁴ GRUMMER. Op. Cit., Pp.3882-3896.

¹²⁵ PARK, YANG, CHOI, YOON, AHN, LEE, YANG, LEE, y CHAE, Op. Cit., Pp. 121-128.

vieron afectados ($P>0.05$) por los tratamientos de la dieta, sin embargo al destete, las cerdas alimentadas con niveles altos de energía, mostraron concentraciones más bajas de triglicéridos (TG) en comparación con las cerdas alimentadas con niveles bajos de energía, resultados similares en este estudio.

Nogueira *et al.*¹²⁶, reportan un valor de triglicéridos de 30.5 mg/dl en hembras primíparas alimentadas *ad libitum* a 21 días de lactancia (destete), valor similar al obtenido en el tratamiento 2 al destete.

3.3.5 Cuerpos cetónicos. La prueba colorimétrica realizada a los diferentes tratamientos durante el parto, destete y servicio, dio negativa, probablemente porque la mayor producción de leche se alcanza a la mitad de la lactancia, requiriendo altos niveles de proteína y energía Revell *et al.*¹²⁷ y es entre los 7 y 14 días posparto, en donde la cerda hace el mayor uso de las reservas corporales para mantener altos niveles de producción de leche, cabe anotar que las cerdas en lactación son capaces de eliminar β -hidroxibutirato rápidamente de la circulación sanguínea, presumiblemente por su uso en la síntesis de cadena corta de ácidos grasos en la glándula mamaria o como sustrato para la oxidación.

La baja ingestión de nutrientes causa un balance energético negativo, asociado a una movilización de reservas corporales destinadas a mantener la producción láctea, esto induce la formación de cuerpos cetónicos y ocasiona una pérdida de peso acentuada en el postparto, la cual parece prolongar el anestro, siendo este el principal problema que afecta la eficiencia reproductiva de las explotaciones y que ocasiona grandes pérdidas económicas para los productores.¹²⁸

Revell, *et al.*,¹²⁹ realizaron un estudio con cerdas lactantes ofreciendo una dieta *ad libitum* con baja proteína (7.9% PC y 15.5 MJ ED/kg) y una dieta con alta proteína (19.0% PC y 15.6 MJ ED/kg), durante un periodo de lactancia de 4 semanas, algunas de las cerdas perdieron grasa corporal considerable (hasta 17 kg) y tuvieron un bajo consumo voluntario (Hasta 3,3 kg/d).

En esta situación las cerdas son propensas a la acumulación de cuerpos cetónicos en el plasma. Sin embargo, en el experimento realizado, el β -hidroxibutirato no alcanzó niveles que indiquen cetosis. La concentración de β -hidroxibutirato varió

¹²⁶ NOGUEIRA y GUEDES, Op. Cit.

¹²⁷ REVELL, WILLIAMS, MULLAN, RANFORD, y SMITS, Op. Cit., Pp. 1729-1737.

¹²⁸ MEJÍA, HENAO, BOTERO, ACEVEDO, GIRALDO y TRUJILLO, Op. Cit., p. 2.

¹²⁹ REVELL, WILLIAMS, MULLAN, RANFORD, y SMITS, Op. Cit., Pp. 1729-1737.

de 6 a 42 mM y fue similar al reportado por Newcomb *et al.*,¹³⁰ para cerdas lactantes.

3.3.6 Análisis de heces. La comparación de los datos obtenidos en los muestreos de heces de las cerdas, durante los periodos: parto, día 13 de lactancia y destete se observan en la tabla 14.

Tabla 14. Estimativo de análisis de energía de heces de acuerdo a cada tratamiento evaluado.

	T0			T1			T2		
	Parto	Día		Parto	Día		Parto	Día	
		13	Destete		13	Destete		13	Destete
Mcal. EB/kg Heces	4,6	4,0	4,1	4,5	4,3	4,4	4,2	4,6	3,9
kg/Heces/día	4,2	4,0	3,5	4,0	3,9	3,5	3,7	4,0	3,9
MS heces	28,5	30,8	29,8	33,7	30,1	27,6	32,6	30,7	33,1
Mcal. EB/día heces	5,5	4,9	4,3	6,1	5,0	4,3	5,1	5,7	5,0
Mcal. EB/día Ingerido	24,9	24,9	24,9	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
Energía en heces en relación a energía Ingerida (%)	22,1	19,8	17,3	23,3	19,3	16,4	19,6	21,8	19,2

Fuente. Este estudio

Al revisar los valores se puede apreciar que de acuerdo a la energía ingerida el porcentaje de eliminación aproximado en energía en heces es muy similar en todos los tratamientos. Sin embargo la cantidad aproximada de energía eliminada en heces del tratamiento control fue mayor en comparación con el T1 (adición de aceite) y menor en comparación con el T2 (adición de aceite y lisina). Cabe tenerse en cuenta que no todo el material que compone las heces proviene del alimento ingerido, también están incluidas las pérdidas de nutrientes endógenos del animal.¹³¹

Por lo tanto la adición de aceite y lisina en las cantidades recomendadas en este estudio fue asimilada por los animales, sin tener efectos negativos sobre el tránsito intestinal y la asimilación de nutrientes.

¹³⁰ NEWCOMB, HARMON, NELSSON, THULIN, ALLEE, Op. Cit., Pp. 230-236.

¹³¹ MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. y MORGAN, C.A. . Animal Nutrition. 6th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2002. p. 693

Además el aceite de soya por su estructura química, grado de insaturación y contenido en triglicéridos, tiene alta digestibilidad, y es utilizado en la industria de piensos, para animales jóvenes”.¹³² De acuerdo con Dolz,¹³³ la digestibilidad del aceite de soya en cerdos puede oscilar entre el 76 y 84%.

3.4 VARIABLES ECONÓMICAS

3.4.1 Análisis parcial de costos. En la tabla 15 se indican los gastos incurridos en las cerdas y lechones durante el periodo de lactancia, así como también durante el periodo de días no productivos de las cerda desde el destete hasta los 30 días después del servicio posdestete.

Tabla 15. Análisis parcial de costos por tratamientos.

Rubros	T0	T1	T2
A. Ingresos			
Peso final (kg)	274	290	283,5
Valor de venta (Pesos)	4822400	5104000	4989600
Total de ingresos	4822400	5104000	4989600
B. Egresos			
Valor lechón nacido	2.103.150	2.103.150	2.103.150
Alimento Cerda	778.800	682.000	708.400
Alimento lechones	21.000	21.000	21.000
Aceite	-	12.064	12.064
Lisina	-		14.647
Mano de obra (Pesos)	54.672	46.453	50.741
Droga Veterinaria y vacunas	96.000	96.000	96.000
Otros	162.000	162.000	162.000
Total de egresos	3.215.622	3.122.667	3.168.002
C. Ingreso netos (A-B)	1.606.778	1.981.333	1.821.598
Costo de alimentación (Pesos)	799.800	703.000	729.400
Costo de alimentación (%)	71.89	68.95	68.49

¹³² MATEOS, REBOLLAR y MEDEL, Op. Cit.

¹³³ DOLZ, Op. Cit.

Como se puede observar el tratamiento que mayor ingreso obtuvo fue el T1, debido a que los animales presentaron un mayor peso al finalizar la investigación, con una diferencia de \$281.600 con respecto al T0 y de \$114.400 para el T2.

El rubro con mayor costos de producción (sin incluir el costo del lechón recién nacido) es la alimentación, que representa entre el 68.49 y 71.89%, donde el tratamiento testigo generó los mayores costos, debido al alto número de días vacíos, en los cuales la cerdas consumieron mayor cantidad de balanceado y necesitaron mano de obra extra.

En cuanto a los costos que involucran la utilización de aceite y lisina, representa un porcentaje muy bajo 1.2% para el aceite y 1.5% para lisina de los costos parciales de producción, evidenciándose los efectos económicos positivos en la productividad de las cerdas.

4. CONCLUSIONES

La adición de aceite vegetal y lisina no afectó significativamente los perfiles metabólicos sanguíneos: BUN, Glucosa, creatinina y triglicéridos, ni para la variable ganancia de peso camada al destete.

La adición de aceite vegetal durante la lactancia, mejora el balance energético, reflejado en la condición corporal, ganancia de peso de las hembras al destete e intervalo destete - servicio.

La adición de aceite vegetal y lisina influye positivamente en las variables productivas de peso corporal y espesor de grasa dorsal en hembras primerizas al destete y al servicio.

La adición de aceite vegetal y lisina en dietas para cerdas lactantes es económicamente viable, al lograr de esta manera un aumento en los parámetros productivos y reproductivos, reflejado en mayores ingresos para el porcicultor.

Finalmente, con este trabajo se concluye que la adición de aceite vegetal y lisina, influye positivamente sobre los parámetros productivos y reproductivos de la cerda en lactación de primer parto, sin afectar el estatus metabólico, ni el funcionamiento hepático.

5. RECOMENDACIONES

En sistemas productivos porcícolas en trópico alto, se recomienda suministrar a hembras lactantes primerizas en la dieta un nivel de energía de 3510 Kcal de EM y 1% de lisina por kilo de alimento.

Adicionar aceite vegetal y lisina en la ración diaria en cerdas primerizas lactantes con el fin de incrementar la concentración energética y proteica de la dieta.

BIBLIOGRAFIA

ÁLVAREZ, C. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. 1 ed. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2001. p. 24.

ARIAS, M. Influencia de diferentes estrategias reproductivas y nutricionales sobre la fisiología ovárica en conejas primíparas. [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, 2010. p. 256.

BAIDOO, S; AHERNE, F; KIRKWOOD, R y FOXCROFT, G. Effect of feed intake 129 during lactation and after weaning on sow reproductive performance. En: J. Anim Sci. Vol 72. (1992); Pp. 911- 917.

BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. En: Journal of Animal Science. (1995); 73: 2804 - 2819

BUSH, B. Manual del Laboratorio Veterinario de Análisis Clínicos. Zaragoza España: ACRIBIA, 1982. p. 96.

BRITO, R. Fisiología de la Reproducción animal. La habana Cuba: Félix Varela, 2008. 100 p.

CAMPABADAL, C. condición corporal durante la lactación. [online] 2008. Asociación Americana de soya. [Citado 5 de octubre de 2010]. Disponible en internet: <http://www.docstoc.com/docs/20558025/alimentacion-de-la-cerda-lactante-dr-carlos-campabadal-consultor#>

CARAVACA, F. Introducción a la alimentación y racionamiento animal. [online] 2003. [Citado 7 Noviembre de 2010]. Disponible en internet: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf

CARRIÓN, D; MEDEL, P. Interacción nutrición reproducción en ganado porcino. [online]. XVII Curso de Especialización FEDNA “Avances en nutrición y alimentación animal” 2001. [Citado el 6 de marzo de 2012]. Disponible en internet: <http://www.acorex.es/PO/pienso/Interaccionnutricionreproduccionenganadoporcino.pdf>

COFFEY, M; YATES, J y COMBS, G. Effects of feeding sows fat or fructose during late gestation and lactation. En: J. Anim. Sci. Vol. 65. (1987); Pp. 1249-1256.

COFFEY, M; DIGGS, B; HANDLIN, D; KNABE, D; MAXWELL, C; NOLAND, Jr; PRINCE, T y GROMWELL, G. Effects of dietary energy during gestation and

lactation on reproductive performance of sows: A cooperative study. J. En: Anim. Sci. Vol 72. (1994). Pp. 4-9.

COMA, J; ZIMMERMAN, D y CARRION, D. Lysine requirement of the lactating sow determined by using plasma urea nitrogen as a rapid response criterion. En: J. Anim. Sci. (1997); 74. p.

CLOSE, W y COLE, D. Nutrition and management strategies to optimise performance of the modern sow and boar. . [online] 2000. [Citado 23 octubre de 2010]. Disponible en internet: <https://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/pdf/bab18s01.pdf>

CROMWELL, L. Energy Requirements for Growth and Reproduction. En: The Farmer's Pride. Vol. 13. No. 1. (2001); p. 12.

DOLZ, S. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos, [online] 1996. XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://www.fagro.edu.uy/~nutanimal/96capituloll.pdf>

DUNSHEA, F; BELL, A y TRIGG, T. Relations between plasma non- esterified fatty acid metabolism and body fat mobilization in primiparous lactating goats. En: British Journal of Nutrition. Vol. 62. (1999); Pp. 51-61.

GALVIS, R y CORREA, H. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera: es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido?. En: Rev. Col. Cienc. Pec. Vol. 15. (2002); Pp. 36-50.

GONCALVES, J; MOREIRA, I. y NUNES, E. Lysine and Metabolizable Energy Requirements of Lactating Sows for Subsequent Reproductive Performance. En: Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol. 49, Nº. 4. (2006); Pp. 575-581.

GOÑI, D; BÁRTOLI, F; CÁCERES, G y GIANFELICCI, M. Nutrición de la cerda durante la gestación. 2006. [online] Vº Congreso de Producción Porcina del Mercosur. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-v-congreso_prod_porcina/04-goni_25.pdf

GRUMMER, R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. En: J. Dairy sci. Vol. 76. (1996); Pp.3882-3896.

JONES, D y STAHLY, T. Impact of amino acid nutrition during lactation on body nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows En: J. Anim. Sci. Vol. 77. (1999); Pp. 1513-1522.

HICKS, J. Bioquímica. 2da ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana, 2006.

HUGHES, P. The effects of food level during lactation and early gestation on the reproductive performance of mature sows. En: Anim. Prod. Vol. 75. (1993); Pp. 437-445.

HUGES, P.E. y PEARCE, G.P. En: Manipulating Pig Production, II. Bennett, J.L., Hennessy D.P. Australasian Pig Science Association. (2001); Pp: 290-295.

HULTEN, F; NEIL, M; EINARSSON, S y HAKANSSON, J. Energy metabolism during late gestation and lactation in multiparous sows in relation to backfat thickness and the interval from weaning to first oestrus. En: Acta Veterinaria Scandinavica. Vol. 34. (2002); Pp. 9-20.

KEMP, B; SOEDE, N; HELMOND, F y BOSCH, M. Effects of energy source in the diet on reproductive hormones and insulin during lactation and subsequent estrus in multiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 73. (1995); Pp. 3022-3029.

KIM, S; EASTER, D. Establishing Nutrient Requirements for the Lactating Sow: A Summary of Recent Illinois Research. USA: Department of Animal Sciences University of Illinois, 2001.

KIM, S; HURLEY, L y HAN, I; Easter. A. Changes in Tissue Composition Associated with Mammary Gland Growth During Lactation in the Sow J. En: Anim. Sci. Vol. 77. (1999); Pp. 2510-2516.

KIM, S; HURLEY, L; . HAN, K; HANS, H y EASTER. A. Effect of Nutrient Intake on Mammary Gland Growth in Lactating Sows J. En: Anim. Sci. Vol. 77. (1999); Pp. 3304-3315.

KOKETSU, Y; DIAL, G; PETTIGREW, J; MARSH, W y KING, V. Influence of imposed feed intake patterns during lactation on reproductive performance and on circulating levels of glucose, insulin, and luteinizing hormone in primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 74. (1996a); Pp. 1036-1046.

_____. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 74. (1996b); Pp. 2875-2884.

KIRKWOOD, R; BINTLOO, S; AHERNE, F. The influence of feeding level during lactation and gestation on the endocrine status and reproductive performance of second parity sows. En: Can. J. Anim. Sci. Vol. 70. (1990); Pp. 1119-1126.

LAZO, L y GUTIERREZ, Y. Estudio de factores de riesgo vinculados a la mortalidad neonatal en una granja porcina. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuba s.n, 2011.

LEHNINGER, A; NELSON, D y COX, M. Principios de bioquímica. 3 ed. España: Omega, 2002.

LUCY, MC. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. *Reproduction Domestic Animal*. 2008: Vol 43. [en línea] Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18638098>

MATEOS, G; REBOLLAR, P; MEDEL, P. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. 1996 [online] XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. [Citado el 12 de octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://www.fagro.edu.uy/~nutanimal/96capitulo1.pdf>

MAZA, L; SALGADO, R y VERGARA,O. Efecto de la condición corporal al parto sobre el comportamiento reproductivo y variación corporal postparto en vacas mestizas lecheras. En: *Redalic. MVZ Córdoba*. Vol. 6. (2001); Pp.75-80.

MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. y MORGAN, C.A. . *Animal Nutrition*. 6th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2002. p. 693

MEJÍA, C; HENAO, G; BOTERO, J; ACEVEDO, L; GIRALDO, A y TRUJILLO, L. Variaciones en el peso y la condición corporal postparto y su relación con algunos parámetros de eficiencia reproductiva en vacas cebú. En: *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Vol. 57. (2004); p. 2.

MOTA, D; LOURDES, M; SPILSBURY, A; RAMÍREZ, R; CISNEROS; ALBORES, V y TRUJILLO, M. Effect of Loss of Backfat and Body Weight on the Reproductive Performance of Primiparous Lactating Sows Fed With Three Different Diets. En: *Revista Científica, FCV-LUZ*. Vol. XIV. N°. 1. (2004); Pp. 13-19.

MUÑOZ, R. *Metabolismo de Lípidos* 2008. Disponible en internet: <http://bioquimicarmc.files.wordpress.com/2008/10/metabolismo-lipidos.pdf>

MURILLO, C; HERRADORA, M; MARTINEZ, L. Relación entre la perdida de grasa dorsal de cerdas lactantes con el consumo de alimento, tamaño de camada, peso de los lechones al destete y días de lactancia. En: *Revista científica universidad de Zulia*. N° 004. (2007); Pp. 380-385.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *The nutrient requeriment of swine*. 10 edition. National Academy Press. Washintong, D. C. 1998.

NELSSSEN, J.; LEWIS, A.; PEO, E Y MOSER, D. Effect of source of dietary energy and energy restriction during lactation on sow and litter performance. En: *J. Anim. Sci*. Vol. 60. (1985); Pp. 171 – 178.

NEWCOMB, M; HARMON, D; NELSSSEN,J; THULIN, A; ALLEE, G. Effect of energy source fed to sows during late gestation on neonatal blood metabolite homeostasis, energy stores and composition. En: J. Anim. Sci. Vol. 69. (1991); Pp. 230-236.

NOBLET, J; ETIENNE, M; DOURMAD, J. Energetic efficiency of milk production. 1998. The Netherlands: Wageningen University Press. The Lactating Sow. p. 113-130.

NOBLET; ETIENNE. Energy requirements for lactating sow: determination by a factorial approach. *Produccion animal*. 1997. Vol. 1(5). p. 355-358.

NOGUEIRA R; GUEDES, R. Souza Serum concentrations of creatine kinase and of triglycerides during lactation in gilts bred older and in multiparous sows fed ad libitum. *Med. Vet. Zootec*. 2000. Vol. 52. N° 1. p. 45.

PACHECO, L; Bioquímica Estructural y aplicada a la medicina. [online]. 2001. Instituto Politecnico Nacional. . [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/18788278/Bioquimica-Estructural-y-Aplicada-La-medicina>

PALOMO, Antonio. Mortalidad de lechones predestete. SETNA Nutrición S.A. [online] 2010. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/6338463/4-Mortalidad-en-lechones-predestete>

_____. Nutrición aplicada en cerdas lactantes. Anaporc. [online] 2010. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: http://issuu.com/instituto_leblu/docs/24-30.art_culo_cientifico_setna

PARK, M; YANG, Y; CHOI, J; YOON, S; AHN, S; LEE, S; YANG, B; LEE, J; CHAE, B. Effects of dietary fat inclusion at two energy levels on reproductive performance, milk compositions and blood profiles in lactating sows. En: Republic of Korea Acta Agriculturae Scand. Vol 58. (2008); Pp. 121-128.

PETTIGREW, J. Supplemental Dietary Fat for Peripartal Sows: a Review. En: J. Anim. Sci. Vol. 53. (1981); Pp.107-117.

PLUSKE, J; WILLIAMS, I; CEGIELSKI, A; AHERNE, F. Stomach cannulation of pregnant gilts for nutrition studies during lactation. En: Can. J. of Anim. Sci. Vol. 75. (1995); Pp. 497-500.

PRUNIER, A; DOURMAD, J y ETIENNE, M. Feeding level, metabolic parameters and reproductive performance of primiparous sows. En: Livest. Prod. Sci. Vol. 37. (1993); Pp. 185-196.

QUESNEL, H; ETIENNE, M; PÈRE, M. Influence of litter size on metabolic status and reproductive axis in primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 85. (2007); Pp. 118-128.

QUILES, A; HEVIA, M. Papel de los ácidos grasos Omega 3 en la alimentación del cerdo. 2006. [online]. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: http://www.axoncomunicacion.net/criaysalud/revistas/36/cys_36_56-62_Papel%20de%20los%20acidos%20grasos%20Omega%203%20en%20la%20alimentacion%20del%20cerdo.pdf

QUINIOU, N., DAGORN, J. y GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*. 2002. Vol. 78. p. 63-70.

QUINIOU, N; J. NOBLET. Influence of high ambient temperature on performances of multiparous lactating sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 77. (1999); Pp. 2121-2134.

REESE, D; MOSER, B; PEO, J; LEWIS, A; ZIMMERMAN, D; KINDER, J y STROUP, W. Influence of energy intake during lactation on the interval from weaning to first estrus in sows. En: J. Anim. Sci. Vol 55. (1982); Pp. 590-598.

REIST, M. et al. Concentrate feeding strategy in lactating dairy cows: Metabolic and endocrine changes with emphasis on leptin. *Journal of Dairy Science*, 2003. 86: 1690 - 1706.

REVELL, D; WILLIAMS, I; MULLAN, B; RANFORD, J y SMITS, R. Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: I. Voluntary feed intake, weight loss, and plasma metabolites. En: J. Anim. Sci. Vol. 76. (1998); Pp. 1729-1737.

SÁ, L. y NOGUEIRA, E. Atualização das relações valina e isoleucina com a lisina na proteína ideal para frangos de corte e suínos. [online] [Acesso en: 14 abr. 2012] Disponible en: <http://www.lisina.com.br/publicacoes_detalhes.aspx?id=2179>.

SANCHEZ, A. Evaluación de la condición corporal y su influencia en indicadores reproductivos en cerdas. Cuba. 2011. P. 65. [Tesis Maestría]. Instituto de ciencia animal.

SCHNEIDER, JILL. Energy balance and reproduction. [online] *Physiology & Behavior* 81 (2004) 289 – 317. [Citado 23 octubre de 2012]. Disponible en internet: <http://lehigh.edu/~inbios/schneider/schneider.pdf>

TIETZ, N. Clinical Guide to Laboratory Tests. 3^a ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co. PA, 1995.

TOKACH, M; PETTIGREW, J; DIAL, G; WHEATON; CROOKER, B. and KOKETSU, Y. Influence of glucose infusions on luteinizing hormone secretion in the energy-restricted, primiparous, lactating sow. En: J. Anim. Sci.. Vol. 70. (1992a); Pp. 2202-2206.

TOKACH, J; PETTIGREW, E; DIAL, G; WHEATON, E y CROOKER, V. Characterization of luteinizing hormone secretion in the primiparous, lactating sow: relationship to blood metabolites and return-to-estrus interval. En: J. Anim. Sci. Vol. 70. (1992b); Pp. 2195-2201.

TOUCHETTE, K; ALLEE, G; NEWCOMB, M y BOYD, R. The lysine requirement of lactating primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 76. (1998); Pp. 1091-1097.

TRESGUERRES, J. y CASTILLO, C. Fisiología de la reproducción. [online] Disponible en: <http://novella.mhhe.com/sites/dl/free/8448606477/55975/Cap79.pdf>

TRITTON, S.; KING, R.; CAMPBELL, A; EDWARDS, C y HUGHES, P. The effects of dietary protein and energy levels of diets offered during lactation on lactational and subsequent reproductive performance of first-litter sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 62. (1996); Pp. 573-579.

TROLLIET, J. Producción numérica de la cerda, factores y componente que la afectan. 2005. [online] Disponible en internet: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/09-productividad_numerica_cerda.pdf

VAN DEN BRAND, H; LANGENDIJK, P; SOEDE N y KEMP, B. Effects of postweaning dietary energy source on reproductive traits in primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol. 79. (2001); Pp. 420-426.

_____. Dietary energy source at two feeding levels during lactation of primiparous sows: I. Effects on glucose, insulin and luteinizing hormone and on follicle development, weaning-to-estrus interval, and ovulation rate. En: J. Anim. Sci. Vol. 78. (2000); Pp. 396-404.

VELÁSQUEZ, M. y ORDORICA, M. Bioquímica Médica, 2008. [online] Disponible en internet: <http://www.bioquimica.dogsleep.net/Teoria/archivos/Unidad72.pdf>

WELDON, W; LEWIS, LOUIS, A; KOVAR, J; MILLER, P. Postpartum hypophagia in primiparous sows: II. Effects of feeding level during gestation and exogenous insulin on lactation feed intake, glucose tolerance, and epinephrine-stimulated

release of nonesterified fatty acids and glucose. En: J. Anim. Sci. Vol. 72. (1994); Pp. 395-403.

WILLIS, L; ZAK, y FOXCROFT, G. Duration of lactation, endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows. En: J. Anim. Sci. Vol 81. (2003); Pp. 2088-2102.

YANG, H; PETTIGREW, J; JOHNSTON, L; SHURSON, G y WALKER, R. Lactational and subsequent reproductive responses of lactating sows to dietary lysine (protein) concentration. En: Journal Animal Science. Vol. 78. (2000); Pp.348-357

ANEXOS

ANEXO A. Andeva para glucosa al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2339.093366	779.697789	3.21	0.0655
Error	11	2668.639968	242.603633		
Total correcto	14	5007.733333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	607.660396	303.830198	1.25	0.3236
Parto	1	2089.360032	2089.360032	8.61	0.0136

R- cuadrado	Coef Var
0.467096	2.364.738

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	70.200	5	T0
A			
A	67.000	5	T1
A			
A	60.400	5	T2

ANEXO B. Andeva para glucosa al servicio

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1483.221230	494.407077	2.56	0.1082
Error	11	2123.712104	193.064737		
Total correcto	14	3606.933333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	520.7035886	260.3517943	1.35	0.2994
Parto	1	650.6878964	650.6878964	3.37	0.0935

R- cuadrado	Coef Var
0.411214	1.775.312

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	86.400	5	T1
A			
A	80.000	5	T0
A			
A	68.400	5	T2

ANEXO C. Andeva para creatinina al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.00676492	0.00225497	1.40	0.2958
Error	11	0.01776841	0.00161531		
Total correcto	14	0.02453333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	0.00595328	0.00297664	1.84	0.2041
Parto	1	0.00043159	0.00043159	0.27	0.6155

R- cuadrado	Coef Var
0.275744	1.973.368

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	2.0600	5	T0
A			
A	2.04000	5	T2
A			
A	2.01000	5	T1

ANEXO D. Andeva para creatinina al servicio

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.01365422	0.00455141	1.91	0.1862
Error	11	0.02618578	0.00238053		
Total correcto	14	0.03984000			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	0.01365370	0.00682685	2.87	0.0995
Parto	1	0.00033422	0.00033422	0.14	0.7150

R- cuadrado	Coef Var
0.342726	2.394.045

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	2.08000	5	T0
A			
A	2.02000	5	T2
A			
A	2.01400	5	T1

ANEXO E. Andeva para BUN al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	18.24277513	6.08092504	5.70	0.0132
Error	11	11.72655820	1.06605075		
Total correcto	14	29.96933333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	1.58315678	0.79157839	0.74	0.4983
Parto	1	16.01744180	16.01744180	15.03	0.0026

R- cuadrado	Coef Var
0.608715	5.640.007

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	18.8000	5	T0
A			
A	18.2600	5	T2
A			
A	17.8600	5	T1

ANEXO F. Andeva para BUN al servicio

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	29.55177634	9.85059211	5.50	0.0149
Error	11	19.70155700	1.79105064		
Total correcto	14	49.25333333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	0.07682953	0.03841477	0.02	0.9788
Parto	1	27.82244300	27.82244300	15.53	0.0023

R- cuadrado	Coef Var
0.599995	7.260.225

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	18.7400	5	T2
A			
A	18.6000	5	T0
A			
A	17.9600	5	T1

ANEXO G. Andeva para triglicéridos al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	194.4987760	64.8329253	4.51	0.0269
Error	11	158.0212240	14.3655658		
Total correcto	14	352.5200000			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	7.1788415	3.5894207	0.25	0.7832
Parto	1	156.5907760	156.5907760	10.90	0.0071

R- cuadrado	Coef Var
0.551738	1.173.434

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	34.460	5	T0
A			
A	31.760	5	T1
A			
A	30.680	5	T2

ANEXO H. Andeva para triglicéridos al servicio

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	99.7814210	33.2604737	5.85	0.0122
Error	11	62.5079124	5.6825375		
Total correcto	14	162.2893333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	0.18560944	0.09280472	0.02	0.9838
Parto	1	67.26408764	67.26408764	11.84	0.0055

R- cuadrado	Coef Var
0.614837	7.351380

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	34.440	5	T0
A			
A	31.880	5	T1
A			
A	30.960	5	T2

ANEXO I. Andeva para primer estro postparto

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	52.93333333	26.46666667	13.02	0.0010
Error	12	24.40000000	2.03333333		
Total correcto	14	77.33333333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	52.93333333	26.46666667	13.02	0.0010

R- cuadrado	Coef Var
0.684483	19.44477

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	9.6000	5	T0
A			
BA	7.400	5	T2
B			
B	5.000	5	T1

ANEXO J. Andeva para peso corporal al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	190.9008333	63.6336111	31.77	<.0001
Error	11	22.0325000	2.0029545		
Total correcto	14	212.9333333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	190.5681289	95.2840645	47.57	<.0001
Parto	1	39.9675000	39.9675000	19.95	0.0010

R- cuadrado	Coef Var
0.896529	0.936843

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	154.400	5	T1
A			
A	152.000	5	T2
B	146.800	5	T0

ANEXO K. Andeva para peso corporal al servicio

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	104.5075000	34.8358333	8.89	0.0028
Error	11	43.0925000	3.9175000		
Total correcto	14	147.6000000			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	104.5018396	52.2509198	13.34	0.0011
Parto	1	26.1075000	26.1075000	6.66	0.0255

R- cuadrado	Coef Var
0.708045	1.280251

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	156.600	5	T1
A			
A	155.800	5	T2
B	151.400	5	T0

ANEXO L. Andeva para ganancia de peso diario al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	263.3333333	131.6666667	70.54	<.0001
Error	12	22.4000000	1.8666667		
Total correcto	14	285.7333333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	263.3333333	131.6666667	70.54	<.0001

R- cuadrado	Coef Var
0.921605	10.90101

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	18.2000	5	T0
B	11.2000	5	T2
C	8.2000	5	T1

ANEXO M. Andeva para ganancia de peso diario al servicio

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	14.93333333	7.46666667	10.18	0.0026
Error	12	8.80000000	0.73333333		
Total correcto	14	23.73333333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	14.93333333	7.46666667	10.18	0.0026

R- cuadrado	Coef Var
0.629213	24.23629

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	4.6000	5	T0
A			
A	3.8000	5	T2
B	2.2000	5	T1

ANEXO N. Andeva para condición corporal al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.97356863	0.32452288	19.43	0.0001
Error	11	0.18376471	0.01670588		
Total correcto	14	1.15733333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	0.80942495	0.40471247	24.23	<.0001
Parto	1	0.07623529	0.07623529	4.56	0.0560

R- cuadrado	Coef Var
0.841217	4.436541

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	3.16000	5	T1
A			
A	3.00000	5	T2
B	2.58000	5	T0

ANEXO Ñ. Andeva para condición corporal al servicio

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.27088235	0.09029412	6.84	0.0072
Error	11	0.14511765	0.01319251		
Total correcto	14	0.41600000			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	0.17074442	0.08537221	6.47	0.0139
Parto	1	0.04288235	0.04288235	3.25	0.0988

R- cuadrado	Coef Var
0.651160	3.545021

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	3.40000	5	T1
A			
BA	3.22000	5	T2
B			
B	3.10000	5	T0

ANEXO O. Andeva para espesor de grasa dorsal al Destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	9.93100000	3.31033333	35.62	<.0001
Error	11	1.02233333	0.09293939		
Total correcto	14	10.95333333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	8.51659524	4.25829762	45.82	<.0001
Parto	1	0.60166667	0.60166667	6.47	0.0273

R- cuadrado	Coef Var
0.906665	2.247123

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	14.2400	5	T1
A			
A	14.0000	5	T2
B	12.4600	5	T0

ANEXO P. Andeva para espesor de grasa dorsal al servicio

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	2.40700000	0.80233333	9.13	0.0025
Error	11	0.96633333	0.08784848		
Total correcto	14	3.37333333			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	2	2.33259524	1.16629762	13.28	0.0012
Parto	1	0.48166667	0.48166667	5.48	0.0391

R- cuadrado	Coef Var
0.713538	2.107055

Tukey	Media	Nº de obs.	Trat
A	14.3200	5	T1
A			
A	14.3200	5	T2
B	13.5600	5	T0

ANEXO Q. Prueba Chi-Cuadrado para Preñez

Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
Chi-cuadrado	2	2.1429	0.3425
Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	2	2.3439	0.3098
Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	1.5000	0.2207
Coeficiente Phi		0.3780	
Coeficiente de contingencia		0.3536	
V de Cramer		0.3780	

ANEXO R. Andeva para peso de la camada al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	3.3956400	0.8489100	1.19	0.3179
Error	145	103.4798433	0.7136541		
Total correcto	149	106.8754833			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
NAC	1	0.03978157	0.03978157	0.06	0.8137
SEX	1	0.81233973	0.81233973	1.14	0.2878
TRAT	2	2.57502503	1.28751252	1.80	0.1683

R- cuadrado	Coef Var
0.731772	14.94217

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	5.8040	50	T1
A			
A	5.6720	50	T2
A			
A	5.4850	50	T0

ANEXO S. Andeva para ganancia diaria de peso de la camada al destete

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	5.4483067	1.3620767	1.91	0.1121
Error	145	103.4798433	0.7136541		
Total correcto	149	108.9281500			

Fuente	DF	Sum. de Cuadr.	Cuadr. de la media	F-Valor	Pr > F
NAC	1	1.75679976	1.75679976	2.46	0.1188
SEX	1	0.81233973	0.81233973	1.14	0.2878
TRAT	2	2.57502503	1.28751252	1.80	0.1683

R- cuadrado	Coef Var
0.750017	19.98534

Tukey agrupamiento	Media	Nº de obs.	Trat
A	4.3900	50	T1
A			
A	4.2260	50	T2
A			
A	4.0650	50	T0

ANEXO T. Composición Nutricional del Balanceado Comercial.

Nutriente	Valor
E. Metab. Cerdos (Kcal)	3,267,0000
Materia Seca (%)	88,4307
Proteína Cruda (%)	18
Lisina Total	0,9289
Metionina Total	0,2846
Cisteína Total	0,2966
Met + Cist	0,5908
Treonina Total	0,6618
Triptófano Total	0,2123
Arginina Total	1,2006
Lisina Dig. Cerdo	0,8
Metion. Dig. Cer	0,2523
Cist. Dig. Cer.	0,2474
Met. + Cist. Dig. Cer.	0,4998
Fibra Cruda	3,459
Extracto Etéreo	6,4033
Calcio	0.95
Cenizas	6,2748
Fósforo Disponible	0,45

Fuente: Concentrados S.A.

ANEXO U. Análisis de energía de heces

Análisis	unidad Medida	B.S.
Energía	Kcal/100 g	415
Materia seca	g/100 g	87,8
Humedad	g/100 g	12,2
Proteína	g/100 g	17,2

B.S.: Base seca

Fuente: Laboratorio Universidad de Nariño