

PIC® 2016

MANUAL DE ESPECIFICACIÓN DE NUTRIENTES



BIENVENIDO A LA EDICIÓN 2016 DEL MANUAL DE ESPECIFICACIÓN DE NUTRIENTES DE PIC



Este manual está estructurado en cuatro secciones que establecen los fundamentos de nuestras recomendaciones nutricionales: en primer lugar, se resumen los principios de formulación de dietas; en segundo lugar, expone cómo los distintos componentes nutricionales pueden ayudar a cumplir los principios de formulación de las dietas; y luego se detalla cómo las dietas básicas varían para los cerdos, dependiendo de la fase de producción.

Después de estas secciones que establecen los fundamentos de nuestra recomendaciones en nutrición, hemos incluido algunas herramientas y profundización en temáticas específicas que le ayudarán a optimizar las dietas para sus cerdos.

Por último, encontrará las tablas de especificación de nutrientes que puede utilizar para optimizar su dieta para tener éxito en la nutrición de cerdos PIC. Las recomendaciones se basan en estudios publicados, investigación interna de PIC, investigación de las universidades, y diseñaron experimentos de escala comercial. Las especificaciones de nutriente han sido validadas en entornos comerciales. La guía de nutrición porcina nacional (2010) y el Consejo Nacional de Investigación (2012) sirven como base para cierta información. Los conceptos y las bases de las recomendaciones se discuten en mayor detalle en otros documentos técnicos.

Este es un manual dinámico, y PIC continuará actualizando este manual en la medida que investigación nueva se hace disponible y compartiremos esta información con usted a través de actualizaciones nutricionales en nuestro sitio web. Para recibir actualizaciones regulares por favor suscríbese en http://na.picgenus.com/enewsletter_sign_up.aspx

SECCIÓN 1: PRINCIPIOS DE FORMULACIÓN DE DIETAS

A. LOS PRINCIPIOS Y LA TOMA DE DECISIONES EN LA FORMULACIÓN DE LA DIETA.....	A1
B. ENERGÍA.....	B1
LA IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA Y LOS VALORES NUTRICIONALES DE CARGA DE DIVERSOS INGREDIENTES.....	B3
RESPUESTA A NIVELES DE ENERGÍA EN DIETAS DE FINALIZACIÓN.....	B5

SECCIÓN 2: COMPONENTES NUTRICIONALES

C. PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS.....	C1
EXPRESANDO REQUERIMIENTOS DE AA.....	C1
FORMULANDO PARA LOGRAR UN PATRÓN DE AMINO ACIDOS IDEAL.....	D1
D. MACRO MINERALES.....	D1
E. MINERALES TRAZA Y VITAMINAS.....	E1
F. AGUA.....	F1
G. ADITIVOS PARA LA DIETA.....	G1
FITASA.....	G1
RACTOPAMINA.....	G2
ZINC Y COBRE.....	G2
L-CARNITINA.....	G2
XILANASA.....	G2
H. LÍMITES DEL USO DE INGREDIENTES PARA DIETAS.....	H1

SECCIÓN 3: PROGRAMA DE NUTRICIÓN POR FASE DE PRODUCCIÓN

I. EL PROGRAMA DE NUTRICIÓN BÁSICO.....	I1
MACHOS MADUROS.....	I1
DESARROLLO DE HEMBRAS DE REEMPLAZO.....	I2
HEMRAS JÓVENES Y ADULTAS EN GESTACIÓN.....	I3
CERDA LACTANTE.....	I6
CERDA DESTETADA.....	I10
CERDOS EN FASE DE DESTETE.....	I11
CERDOS EN FINALIZACIÓN.....	I12
J. HITOS PARA ALIMENTACIÓN PARA CERDAS.....	J1
K. HERRAMIENTAS DINÁMICAS PARA LA TOMA DE DECISIONES.....	K1
CALCULADOR PIC DE EFICIENCIA CALÓRICA AJUSTADA POR MACHO.....	K1
MODELO ECONÓMICO PARA UNA PROPORCIÓN OPTIMA DE TRIPTÓFANO:LISINA PARA CERDOS EN FASE DE DESTETE Y FINALIZACIÓN.....	K1
CALCULADOR PARA LA OPTIMIZACIÓN PARA GRANOS SECOS DE DESTILERÍA DE MAÍZ.....	K1
L. CALIDAD DE CANAL.....	L1
INGREDIENTES CON ALTO CONTENIDO EN FIBRA EN LA CALIDAD DE LA CARNE.....	L1
CALIDAD DE GRASA.....	L2
M. PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE ALIMENTACIÓN DE CERDOS PIC.....	M1
N. FABRICACIÓN DE ALIMENTOS.....	N1
TAMAÑO DE PARTÍCULAS.....	N3
PELLET VS ALIMENTO MOLIDO.....	N3
O. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN, ESPACIO DE COMEDERO, SISTEMA DE BEBEDEROS.....	O1

APPENDIX: TABLAS DE ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES

P. TABLAS DE ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES.....	P1
ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES DE PIC PARA VERRACOS SEXUALMENTE ACTIVOS.....	P1
ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES DE PIC PARA HEMBRAS DE REEMPLAZO.....	P2
ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES DE PIC PARA HEMBRAS GESTANTES.....	P3
ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES DE PIC PARA HEMBRAS LACTANTES.....	P4
ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES DE PIC CERDOS EN NA FASE DE DESTETE.....	P5
ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES DE PIC PARA HEMBRAS PARA MERCADO.....	P6
ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES DE PIC PARA CERDOS DE ENGORDA.....	P7
Q. BIBLIOGRAFÍA.....	Q1
R. AGRADECIMIENTOS.....	R1

PRINCIPIOS Y TOMA DE DECISIONES EN LA FORMULACIÓN DE LA DIETAS

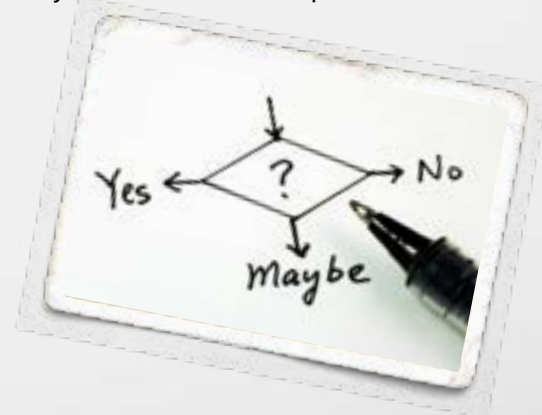


Una vez que los principios de formulación de la dieta son entendidos, existen varias estrategias que pueden adoptarse para la formulación de dietas. Los sistemas de producción en todo el mundo normalmente decidirán entre una combinación de maximizar el desempeño animal, reducir los costos de producción y maximizar la rentabilidad.

Desde un nivel macro, una vez que el crecimiento y el consumo de alimento en el sistema de producción específicos son conocidos, el primer paso en la formulación de la dieta es definir el nivel de energía neta (NE) más económico. El segundo paso es determinar la lisina (Lys) digestible ileal estandarizada (SID) en la dieta basada en la proporción de SID Lys:NE. A continuación, el SID de otros aminoácidos (AA) se define como una proporción a SID Lys. Por último, los niveles de macro minerales, minerales traza y vitaminas se definen para alcanzar el requerimiento en la cantidad de nutrientes (es decir, gramos, miligramos, o unidades internacionales (UI) por animal al día.

LAS IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE TIEMPO FIJO VS PESO FIJO

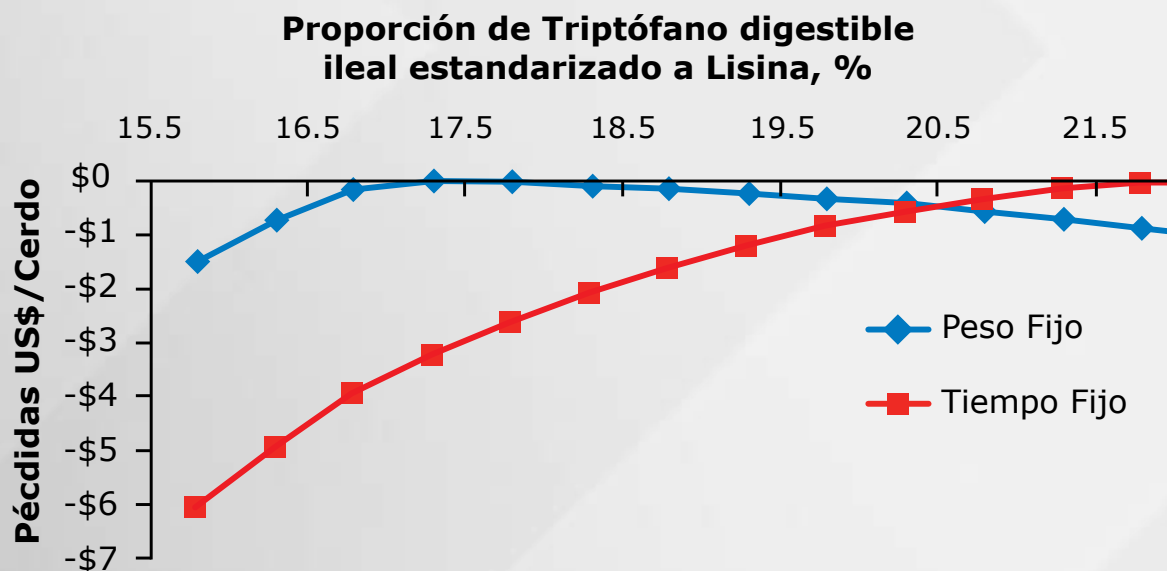
Un concepto clave a tener en cuenta a la hora de formular dietas para un determinado sistema de producción es para saber si el sistema comercializa cerdos en un período de tiempo fijo o peso fijo. Tiempo fijo, significa que el sistema no tiene espacio flexible o extra en el flujo de la producción. Por ejemplo, cuando un grupo de cerdos alcanza 120 días después de su llegada, los cerdos son comercializados y la edificación se vacía para recibir al próximo grupo de cerdos. Tiempo fijo también puede ser explicado como una situación de limitaciones de espacio y peso fijo sin limitaciones



de espacio. Un programa de peso fijo, sin embargo significa que el sistema tiene algo de espacio disponible en el flujo de producción, de esta manera los cerdos pueden ser mantenidos en la edificación hasta que alcancen el peso óptimo para un determinado valor de canal y estructura de pagos por parte de las planta procesadora. La diferencia entre estos dos escenarios es importante debido a que el valor relativo de la tasa de crecimiento cambia. El valor de la ganancia de peso en un sistema de tiempo fijo tiene más valor debido a la restricción del tiempo disponible, sin embargo, en el sistema de peso fijo, los cerdos pueden permanecer en la edificación a un costo fijo (por ejemplo \$0.11/cerdo/día) y de esta manera el valor económico de la ganancia de peso por una determinada estrategia nutricional o manejo es menor comparada con un escenario de tiempo fijo. Los sistemas productivos a menudo se encontrarán en un sistema de peso fijo durante el invierno cuando los cerdos tienen una mejor tasa de crecimiento y un sistema de tiempo fijo durante el verano cuando la tasa de crecimiento es más lenta. Lo importante de destacar es que ambos escenarios representan el rango de óptimos económicos, y evaluando ambos escenarios puede ser una herramienta efectiva para analizar la sensibilidad económica de cambios en la dieta.

El concepto de niveles de nutrientes óptimos para maximizar la rentabilidad en tiempo fijo relativos a peso fijo se ilustra en la Figura 1A. La proporción de triptófano (TRP) a Lys puede tener un impacto significativo en la tasa de crecimiento. En esta situación específica, variando el triptófano a Lys tiene mucho más impacto económico en un sistema de tiempo fijo que un sistema de peso fijo simplemente porque la ganancia de peso ofrece un mayor retorno económico marginal en comparación con el escenario de peso fijo. Para obtener información adicional sobre el valor de distintas proporciones de Trp a Lys, visite <http://www.lysine.com/en/tech-info/TrpLys.aspx> para descargar gratis una calculadora económica dinámica para la proporción Trp a Lys más económica específico para un sistema de producción.

FIGURA 1A. PROPORCIÓN DE TRIPTÓFANO DIGESTIBLE ILEAL ESTANDARIZADO (SID) A LISINA, (%)
 Proporción de Triptófano digestible ileal estandarizado (SID) a Lisina para maximización de rentabilidad en escenarios de peso fijo y tiempo fijo (PIC 337 x 1050; Kansas State University y Ajinomoto Heartland, 2016).



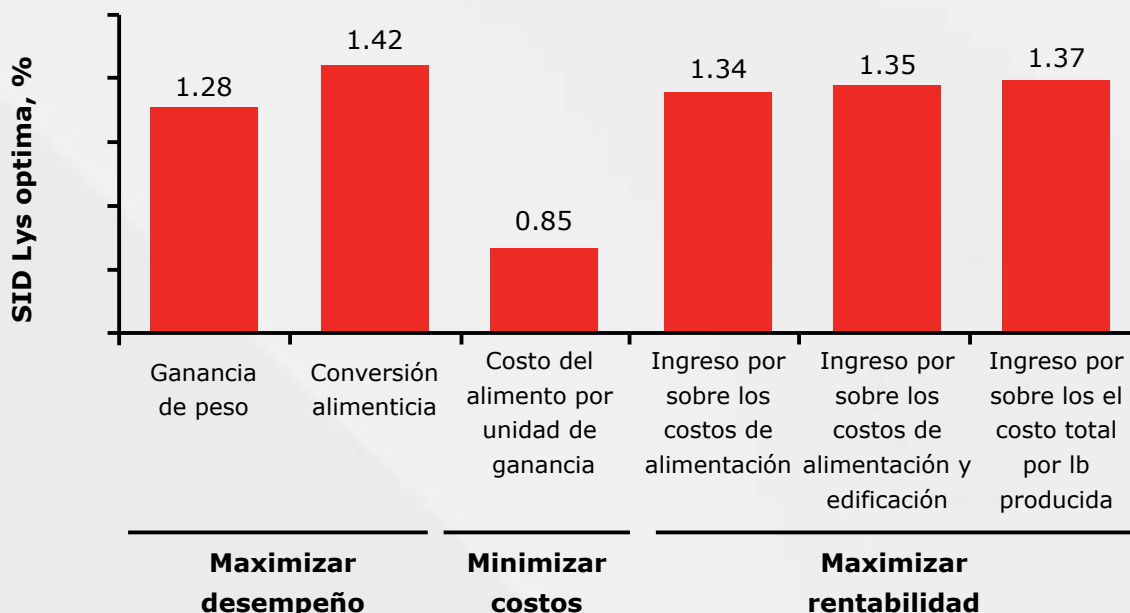
ESTRATEGIAS PARA FORMULACIÓN DE DIETAS

Existen múltiples estrategias, u objetivos, que son comúnmente utilizados para la formulación de la dieta. Algunos de los métodos comúnmente usados son:

- Basados en el crecimiento
 - Maximizar la ganancia diaria de peso (GPD)
 - Minimizar la eficiencia alimenticia (conversión alimenticia)
- Basado en la reducción de costos
 - Minimizar el costo por kilo de dieta
 - Minimizar el costo de alimentación por unidad de ganancia
- Base de maximización de rentabilidad
 - Maximizar ingresos por sobre los gastos de alimentación
 - Maximizar ingresos por sobre los gastos de alimentación y costos de edificación
 - Maximizar ingresos sobre el costo total (peso vivo o canal)

Un resumen que muestra cómo estos objetivos puede influir en la formulación de estrategias y la dieta resultante se muestra en la figura 1B. Estos resultados demuestran que los niveles de SID Lys para optimizar las diferentes estrategias mencionadas anteriormente. Tenga en cuenta que el nivel de Lys SID para maximizar el beneficio es mayor que el necesario para minimizan el costo. El óptimo económico SID Lys es dinámico y depende de los precios de mercado. Cada uno de estos conceptos, y algunos de los riesgos relativos, se explican en detalle más abajo.

FIGURA 1B. EJEMPLO DE LOS NIVELES DE LISINA DIGESTIBLE ILEAL ESTANDARIZA PARA OPTIMIZAR DIVERSOS RESULTADOS PARA CERDOS PIC (CERDO DE 20- TO 25-KG; DATOS INTERNOS DE PIC).



FORMULACIÓN PARA OBTENER EL MÁXIMO RENDIMIENTO

El nivel de SID Lys para mejorar la conversión alimenticia es generalmente mayor que la necesaria para maximizar ganancia de peso. Sin embargo, la formulación para máximo desempeño no considera ninguna medida económica, sólo considera el impacto de la respuesta biológica.

FORMULACIÓN DE COSTO MÍNIMO

Para minimizar el costo de la dieta, los nutricionistas establecen el nivel de nutrientes necesarios y utilizan un software de formulación de mínimo costo para lograr el costo más bajo posible dieta pero todavía cumplen con los requisitos necesarios. Así, el costo de la dieta es técnicamente una variable económica; sin embargo, no tiene en cuenta los cambios en el rendimiento. El costo del alimento por unidad de ganancia se calcula multiplicando la conversión alimenticia por el costo por kilo de alimento y, por tanto, el costo del alimento por unidad de ganancia considera conversión alimenticia. Sin embargo, este enfoque no tiene en cuenta los cambios en ganancia de peso, precio del cerdo, o el costo de mantener a los cerdos en la edificación.

$$\text{Costo del alimento por kilo de ganancia} = (\text{Conversión alimenticia} \times \$\text{por kilo de alimento})$$

FORMULACIÓN PARA MAXIMIZAR RENTABILIDAD

El ingreso sobre el costo del alimento (ISCA), considera el precio de mercado y valor de la ganancia de peso bajo un escenario de tiempo fijo.

$$\text{ISCA} = (\text{precio de mercado por kilo/kg de peso vivo} \times \text{ganancia de peso}) - (\text{costo del alimento por kilo/kg de ganancia} \times \text{ganancia de peso}).$$

El ingreso sobre el costo del alimento y costo de la edificación (ISCACE) es similar, sin embargo apropiado para un escenario de peso fijo.

$$ISCACE = (\text{precio de mercado por kilo/kg de peso vivo} \times \text{ganancia de peso}) - (\text{costo del alimento por kilo/kg de ganancia} \times \text{ganancia de peso}) - (\text{costo de espacio por cerdo} \times \text{días en la fase}).$$

JUNTANDO TODO

El concepto del costo del alimento por unidad de ganancia generalmente conduce a la conclusión de dietas más baratas; sin embargo, a menudo esto no es necesariamente el nivel óptimo para maximizar el beneficio neto. Los ingresos sobre el costo total (ISCT) toma en cuenta el efecto de dilución de la ganancia adicional por cada kilo de animales vivos o canales producidas. Por ejemplo, supongamos que el costo de los cerdos destetados fue de \$40. Por lo tanto, un sistema de producción con 121 kilos de ganancia desde el destete al mercado resulta en un costo de \$0.3306 por kilo que estarán relacionados con el costo de los cerdos destetados. Sin embargo, si una determinada estrategia nutricional aumenta la ganancia de peso de 123 kilos, el costo por kilo relacionado con ese costo de cerdos destetados inicial cambiará a \$0.325 dólares o un 1,7% de reducción en los costos.

Para calcular el ingreso por kilo de peso vivo (ISCT-Vivo):

$$[\text{precio de mercado por kg} - ((1/\text{peso de mercado}) \times (\text{costo del alimento por cerdo} + \text{otros costos por cerdo} + \text{costo del cerdo de 23 kg}))]$$

O para calcular el ingreso por kg de canal producida (ISCT-Canal):

$$[\text{precio de mercado por kg} - ((1/\text{peso de mercado}/\% \text{ rendimiento}) \times (\text{costo del alimento por cerdo} + \text{otros costos por cerdo} + \text{costo del cerdo de 23 kg}))]$$

Los siguientes ejemplos utilizan estos principios para comparación de algunos escenarios específicos y el impacto sobre los ingresos sobre gastos e ingresos de alimentación sobre el costo total en base a canal:

COMPARACIÓN ENTRE MINIMIZAR COSTOS VS MAXIMIZAR RENTABILIDAD POR CERDO

TABLA 1. ESCENARIOS Y SUPUESTOS

	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2 ^a
Suposiciones	Tiempo fijo/sin adición de grasa	Tiempo fijo/3% de grasa añadida
Ganancia de peso, kg	0.816	0.841
Eficiencia alimenticia (F/G) ^b	2.800	2.632
Días alimentados	112	112
Costo de la dieta, \$/kg ^c	0.229	0.245

^aAsumiendo que cada 1% de grasa añadida mejora la ganancia de peso en 1% y la conversión en 2%. Esta respuesta puede variar de sistema a sistema y según la estación.

^bAlimento/Ganancia de peso

^cAsumiendo costos de harina de soja, maíz, and grasa a \$350/ton, \$3.60/bushel (25.5 Kg), y \$0.68/kg, respectivamente.

La dieta debe tener costos de fabricación y entrega incluida y no sólo el costo de ingredientes porque este es un reflejo más exacto del costo de los alimentos consumidos y el valor de las diferencias en rendimiento.

CÁLCULOS

Escenario 1 (sin añadir grasa): 112 días x 0.816 GPD= 91.4 kg de ganancia en finalización

Costo del alimento por cerdo = 91.4 kg de ganancia x 2.80 x \$0.229 costo del alimento/kg = \$58.60

Escenario 2 (3% de grasa añadida): 112 días x 0.841 GPD = 94.2 kg de ganancia en finalización
Costo del alimento por cerdo = 94.2 kg ganancia x 2.632 F/G x \$0.245 costo del alimento/kg = \$60.74

En conclusión, el costo del alimento por cerdo en el escenario 2 es \$2.14 más elevado que el escenario 1. De esta manera el escenario 1 tiene el costo más bajo por cerdo; sin embargo, en el escenario 2 hay más kilos de cerdo producidas por cerdo. Por lo tanto esto debe ser considerado: Considerando el precio de mercado del cerdo \$1.21/kg y recalculando utilizando el ingreso sobre el costo del alimento:

Escenario 1:

ISCA (Escenario 1) = (\$1.21 precio cerdo/kg x 91.4 kg de ganancia) – (\$58.60 costo alimento/cerdo)
= \$51.99 por cerdo

ISCA (Escenario 2) = (\$1.21 precio cerdo/kg x 94.2 kg de ganancia) – (\$60.74 costo alimento/cerdo)
= \$53.56 por cerdo

En conclusión, el ingreso sobre los costos del alimento en el escenario 2 es \$1.25 mejor que el escenario 1, de esta manera, agregar grasa a la dieta en este escenario es más rentable.

INGRESOS SOBRE EL COSTO TOTAL

Supuestos:

- Rendimiento de la canal= 74%
- Precio de la canal=\$1.65/kg
- Costo del cerdo de 22.7 kg = \$55
- Otros costos (instalaciones/transporte/medicinas/vacunas/matadero)=\$14.56 por cerdo

Cálculos sobre peso vivo:

$ISCT_{v \text{ escenario } 1} = [\$1.21 - ((1/(22.7+91.4)) \times (\$58.60 + \$14.56 + \$55.0))] = \$0.0868$ por kg de peso vivo producido.

$ISCT_{v \text{ escenario } 2} = [\$1.21 - ((1/(22.7+94.2)) \times (\$60.74 + \$14.56 + \$55.0))] = \$0.0954$ por kg de peso vivo producida.

Escenario 2 (3% de grasa añadida) es 9.9% (\$8.6/ton de peso vivo) más rentable que escenario 1 (sin grasa incluida) en esta situación de mercado con peso vivo.

Cálculos sobre la canal:

$ISCT_{C \text{ escenario } 1} = [\$1.65 - ((1/(22.7+91.4)/0.74) \times (\$58.60 + \$14.56 + \$55.0))] = \$0.1321$ por kg de canal producida

$ISCT_{C \text{ escenario } 2} = [\$1.65 - ((1/(22.7+94.2)/0.74) \times (\$60.74 + \$14.56 + \$55.0))] = \$0.1437$ por kg de canal producida

De esta manera, escenario 2 (3% de grasa añadida) es 8.8% (\$11.62/ton de canal producida) más rentable que escenario 1 (sin grasa añadida) en esta simulación.

TABLA 2. DIFERENCIAS ECONÓMICAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS ENTRE ESCENARIO 1 Y 2.

	DIFERENCIAS (ESCENARIO 2 – ESCENARIO 1)	
	ABSOLUTAS	RELATIVAS (%)
Costo de la dieta, \$/kg	0.016	+ 7.0%
Costo del alimento por cerdo, \$/cerdo	2.14	+ 3.6%
Costo del alimento por kg producida, \$/kg	0.004	+ 0.6%
ISCA, \$/cerdo	1.25	+ 2.3%
ICTC _{vivo} , \$/ton	8.60	+ 9.9%
ICTC _{canal} , \$/ton	11.62	+ 8.8%

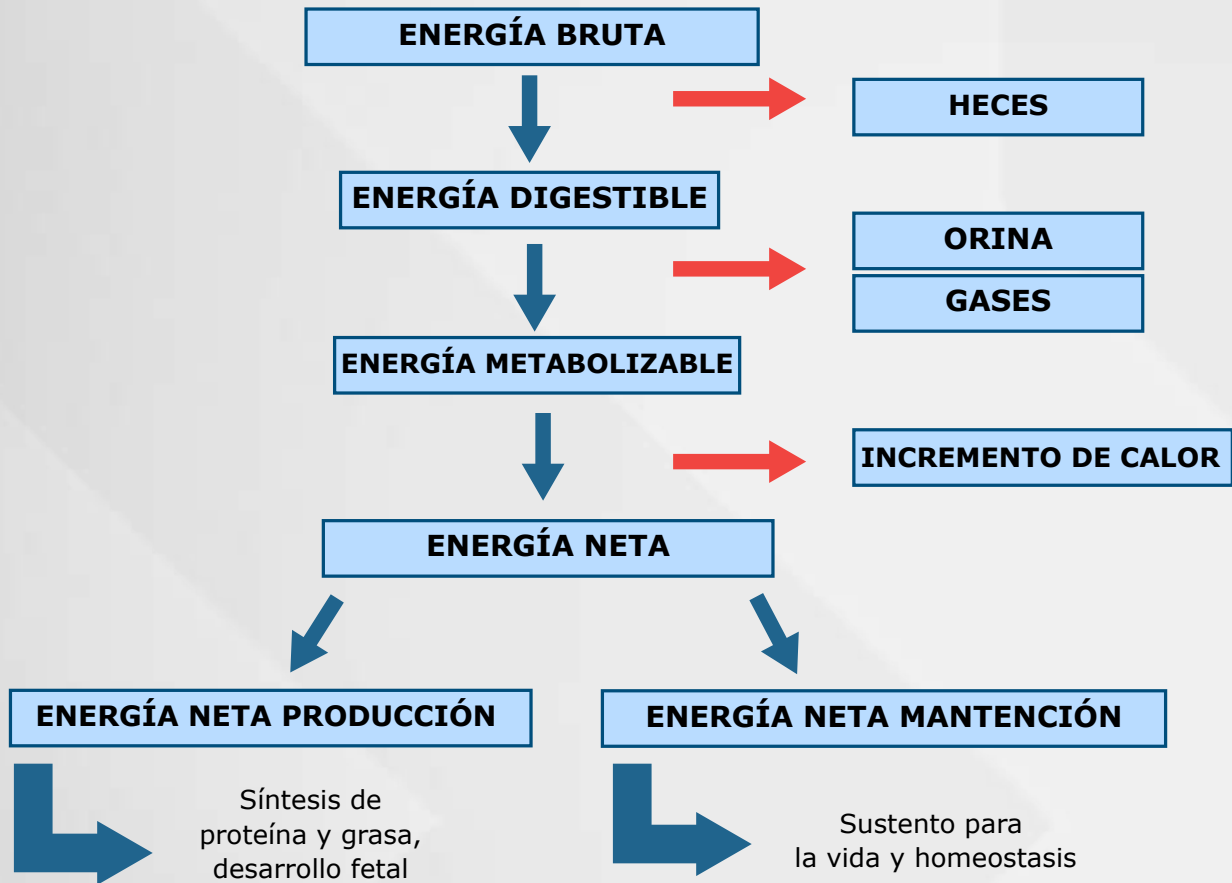
En conclusión, existen varias estrategias y enfoques para la formulación de dietas. Es importante usar un enfoque que considera el valor de desempeño (es decir, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento), sino también el tiempo fijo o peso fijo propio del sistema. Por lo tanto, utilizando métodos como los ingresos sobre los costos de alimentación (e instalaciones) gastos o ingresos sobre el costo total en base a la canal, son soluciones idóneas para maximizar la rentabilidad de las operaciones.



La energía es el componente más costoso de la dieta, representando aproximadamente el 50% del costo total de la dieta. Por lo tanto, la comprensión de sus funciones en los procesos metabólicos en las diferentes fases de la producción, así como sus implicaciones económicas y respuesta productiva es importante.

La utilización de la energía en la dieta por los cerdos es ilustrada en figura 2A. Energía digestible (ED) es energía bruta (EB) menos el calor de la combustión del material fecal. Energía metabolizable (EM) es ED menos el calor de la combustión de la producción orina y gas. La producción de gas en cerdos es inferior a 1%, y es generalmente no considerada. Energía neta (EN) es EM menos el incremento de calor (IC), el cual representa el calor producido por la digestión y metabolismo de nutrientes. Energía neta es dividida en EN para mantención (ENM), y EN para producción (ENp). Energía neta para mantención es requerida como sustento para la vida y homeostasis (por ejemplo temperatura corporal). Energía neta para producción es energía utilizada en la síntesis de proteína, grasa, desarrollo fetal y síntesis de leche. De esta manera EN es el sistema más apropiado para predecir el crecimiento y ganancia de peso (Nitikanjana et al., 2015).

FIGURE 2A. UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA EN LA DIETA EN CERDOS



Ingredientes con alto contenido de fibra y/o proteína generan un mayor incremento de calor durante la digestión (Figura 2B), de esta manera un mayor diferencia entre ED o EM y EN comparada con ingredientes con niveles moderados de fibra y proteína. Sin embargo, es importante considerar el incremento de calor puede ser utilizado por los cerdos como fuente de calor cuando están bajo su zona termo neutral. De esta manera, dietas altas en fibra y proteína no son perjudiciales durante el invierno o en otras situaciones en las cuales controles medioambientales pueden mantener cerdos en crecimiento en su zona termo neutral.

FIGURA 2B. INCREMENTO DE CALOR COMO PORCENTAJE DE ENERGÍA METABOLIZABLE (EM) PARA CERDOS. ADAPTADO DE NOBLET & VAN MILGEN (2004) Y RIJNEN ET AL. (2003).

	Incremento de calor como % de Energía Metabolizable	
Grasa	➔	11%
Carbohidratos	➔	18%
Proteína	➔	43%
Fibra	➔	46%

LA IMPORTANCIA DE LOS VALORES DE COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ENERGÍA E INGREDIENTES PARA FORMULACIÓN DE DIETAS

Los valores de composición nutricional utilizados en formulación de dietas son de crítica importancia. Hay múltiples sistemas para el uso de energía y es importante ser consistente en el sistema empleado en nuestra base de datos. Tabla 2A muestra EM, EN, y niveles de SID Lysine (Lys) utilizados en dos bases de datos de ingredientes: National Research Council (NRC, 2012) y Central Bureau for Livestock Feeding (CVB, 2008). Existe una diferencia de 3.3, 4.2, y 2.2% en EM, EN, y SID Lys. Estos valores nos muestran la importancia de utilizar un a base de datos de ingredientes que precisamente describa la región específica, pero al mismo tiempo el conocimiento local de la energía y composición nutricional de los ingredientes utilizados en la formulación de dietas. Igualmente trascendental es el conocimiento el conocimiento de los valores de composición nutricional para determinar los requerimientos nutricionales del cerdo. Por ejemplo, valores de composición nutricional para lisina utilizados en experimentos de dosis-respuesta tendrán distintos requerimientos. Finalmente, es importante conocer la humedad de los ingredientes cuando se determinan energía y niveles de nutrientes.

TABLA 2A. DIETAS IGUALES FORMULADAS CON DOS BASES DE DATOS DE INGREDIENTES DISTINTAS (NRC 2012 VS. CVB 2008)

DIETA	PORCENTAJE, %	
Maíz	70.99	
Harina de soja, ext. con solv. FC < 4%, CP < 48%	25.19	
Aceite de maíz	1.00	
Carbonato de calcio	0.95	
Fosfato mono cálcico	0.78	
Sal (NaCl)	0.37	
L-Lisina HCl	0.17	
DL-Metionina	0.04	
L-Treonina	0.02	
Mezcla de vitaminas y minerales traza	0.50	
Total, %	100	
	NRC, 2012	CVB, 2008
EM, kcal/kg	3342	3232
EN, kcal/kg	2515	2414
SID Lisina , %	0.93	0.91

Tabla 2B ilustra una dieta de maíz y harina de soja e ingredientes altos en fibra formulada para tener los mismos niveles de EM. Se destaca, aunque la EM de las dietas es igual, la dieta con ingredientes altos en fibra tiene un 2.5% menos EN. Esto puede resultar en un 2.5% detrimento en conversión alimenticia (Nitikanchana et al., 2015). De esta manera, escenarios en los cuales ingredientes con alta fibra, las diferencias en EN deben ser consideradas cuando se llevan a cabo los cálculos económicos.

TABLA 2B. DIETAS CON IGUAL ENERGÍA METABOLIZABLE (EM) PERO DISTINTA ENERGÍA NETA CON VALORES PARA INGREDIENTES DE NRC (2012)

	DIETA DE MAÍZ Y HARINA DE SOJA	DIETA CON INGREDIENTES ALTOS EN FIBRA
Maíz	70.99	37.48
Granos secos de destilería de maíz , < 4% aceite	---	30.00
Harinilla de Trigo	---	19.00
Harina de soja, ext. con solv. FC < 4%, CP < 48%	25.19	7.11
Aceite de maíz	1.00	3.52
Carbonato de calcio	0.95	1.28
Fosfato mono cálcico	0.78	---
Sal (NaCl)	0.37	0.39
L-Lisina HCl	0.17	0.57
L-Treonina	0.02	0.10
L-Triptófano	---	0.04
DL-Metionina	0.04	0.03
Mezcla de vitaminas y minerales traza	0.50	0.50
Total, %	100	100
ME, kcal/kg	3342	3342
EN, kcal/kg	2515	2452
SID Lisina, %	0.93	0.93

RESPUESTA A LOS NIVELES DE ENERGÍA EN DIETAS DE FINALIZACIÓN.

En la tabla 2C se presenta un resumen de ensayos de crecimiento con machos PIC 280, PIC 327 y PIC 337. Todos las cruzas emplearon cerdas Camborough®.

A los cerdos se les fueron asignadas una serie de dietas con altos niveles de energía (maíz, harina de soja, 6% de granos secos de destilería con un 4.5% de grasa añadida, los niveles de NRC EM oscilaron entre 3408-3454 kcal/kg desde los 27 kg a finalización) o una series de dietas con bajos niveles de energía (maíz, harina de soja, 6% de granos secos de destilería sin grasa añadida, harinilla de trigo los niveles de NRC EM oscilaron entre 3150-3209 kcal/kg desde los 27 kg a finalización, respectivamente. Las dietas fueron balanceadas en base a la proporción de SID lisina a Mega cal de EM de acuerdo a las recomendaciones de PIC. Una mínima proporción de amino ácidos fue mantenida en todas las dietas. Las dietas son presentadas en el apéndice A.

TABLA 2C. RESPUESTA A DISTINTOS NIVELES DE ENERGÍA^a

ITEM	DIETA ALTA EN ENERGÍA	DIETA BAJA EN ANERGIA	PROBABILIDAD, P <
Peso de finalización 125 kg			
Peso inicial, kg	26.90	26.95	P = 0.86
Peso final, kgb	124.72	125.31	P = 0.27
Ganancia diaria, kg/d	0.940	0.909	P = 0.0001
Consumo de alimento, kg/d	2.313	2.504	P = 0.0001
Conversión alimenticia Alim/Ganancia	2.46	2.76	P = 0.0001
Peso de finalización 133 Kg			
Peso inicial, kg	26.90	26.90	P = 0.82
Peso final, kgb	134.68	133.72	P = 0.09
Ganancia diaria, kg/d	0.945	0.909	P = 0.0001
Consumo de alimento, kg/d	2.363	2.545	P = 0.0001
Conversión alimenticia Alim/Ganancia	2.51	2.81	P = 0.0001

^aResumen ejecutivo PIC 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55.

^bCerdos alimentados dietas bajas en energía les tomo 6 días más para lograr pesos similar.

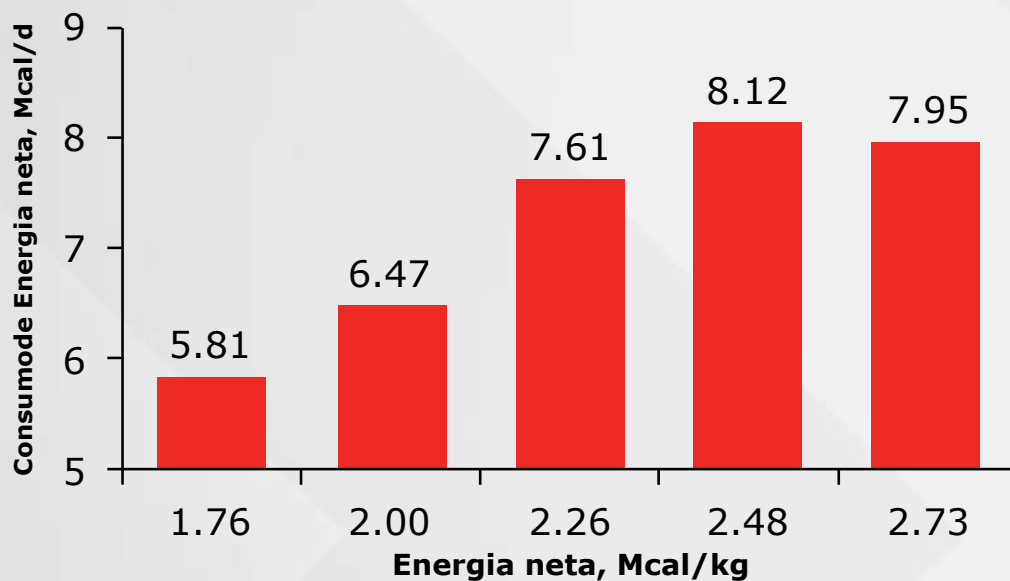
En este ensayo, alimentar dietas altas en energía resultó en una ganancia de peso 3.5% más rápida (P < 0.0001), menor consumo de alimento (P < 0.0001) y un 11% de mejoramiento en conversión alimenticia (P < 0.0001). La ganancia de peso de la canal fue mejorada (P<0.05) en cerdos alimentados dietas altas en energía versus cerdos alimentados dietas bajas en energía.

Sin embargo, la eficiencia calórica fue similar (P > 0.5) entre la dieta alta en energía (8774 kcal ME/kg ganancia) y la dieta baja en energía (8840 kcal ME/kg ganancia). Esta información demuestra que las mismas calorías fueron consumidas y la misma cantidad de calorías fue utilizada para depositar la misma cantidad de peso. Aunque la conversión alimenticia fue distinta, los cerdos en alimentados las dietas bajas en energía no fueron necesariamente menos eficientes en la utilización de la energía. No hubo interacción entre línea genética y energía en este experimento.

Estos resultados indican que el desempeño de los cerdos PIC es similar a través de varios escenarios de consumo energético, y se ajustan bien a distintos niveles de energía. Además, estos resultados indican que los cerdos PIC son eficientes en rangos de peso superiores, como lo indican los resultados de las curvas de crecimiento. Las curvas de crecimiento pueden ser solicitadas a través de su administrador de cuenta.

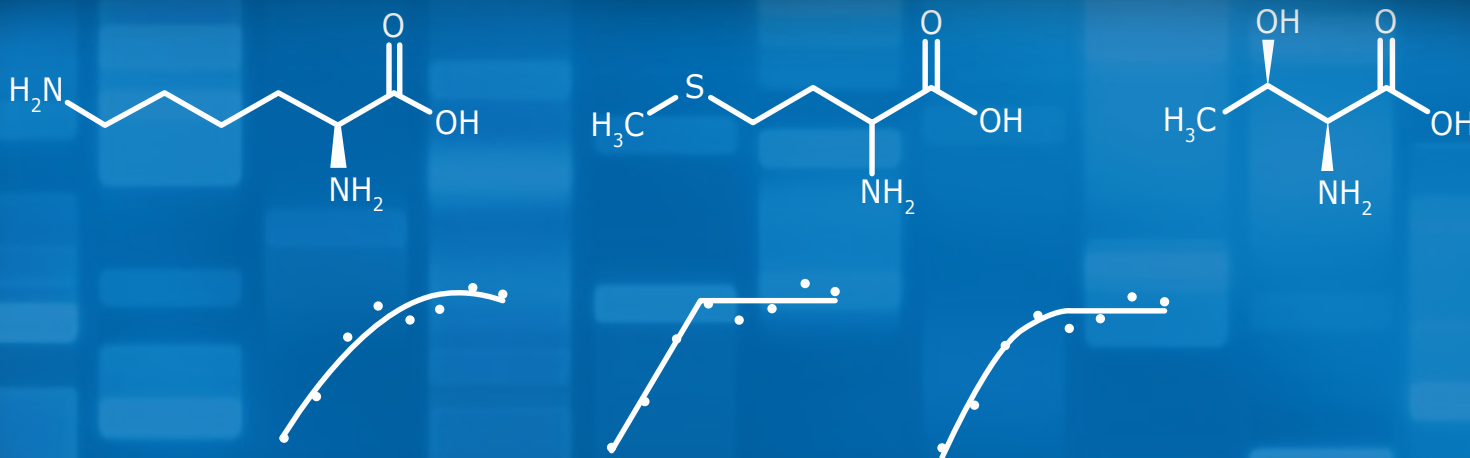
Es importante considerar que dietas bajas en energía incrementarían el consumo de alimento hasta el punto que la capacidad digestiva se transforma en una limitante y el consumo de energía es reducido (Figura 2C). Adicionalmente, cuando dietas de baja energía son usadas, debe ser comunicado al personal de producción para que se realicen los ajustes necesarios en comederos y el espacio necesario en corrales, para que los cerdos logren los niveles de consumo adecuados. Restringir el consumo bajo estos niveles reducirá el desempeño de los cerdos. Más información del espacio de comederos puede ser encontrado en: <http://na.picgenus.com/resources.aspx>.

FIGURA 2C. EFECTOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR DÍA BASADO EN DIFERENTES NIVELES DE ENERGÍA POR KILO DE DIETA (ADAPTADO DE STEIN Y EASTER, 1996)



Para decidir el nivel de energía neta más económica para un sistema de producción específico, se necesita considerar el desempeño esperados en función de los niveles de EN y el costo asociado a esos niveles de EN. Es importante enfatizar que gran parte de la respuesta en desempeño a energía depende de adecuados niveles de amino ácidos.

PROTEÍNAS Y AMINO ÁCIDOS



Los aminoácidos son los bloques de construcción de proteínas que, en definitiva, permiten una alta eficiencia de crecimiento magro. Los cerdos de PIC tienen un alto potencial de deposición magra, incluso a un peso de mercado mayor. Por lo tanto, entender los impactos de cada aminoácido en los depósitos de proteína, así como otros procesos metabólicos es importante para maximizar el éxito con los cerdos PIC.

Una vez que el nivel más económico de energía es definido, el nivel de SID lisina es especificado basado en la proporción de Lisina a Caloría derivado del requerimiento del cerdo. Para obtener un desempeño óptimo, todos los amino ácidos (AA) deben cumplir con los requerimientos.

EXPRESANDO LAS NECESIDADES DE AA

Los amino ácidos pueden ser expresados de varias formas (AA total, AA aparente, etc.). Sin embargo, la digestibilidad de los amino ácidos en distintos ingredientes varían en su digestibilidad, los valores de digestibilidad ileal estándar (SID) son preferidos para formular de manera más precisa.

FORMULANDO PARA UN PATRÓN DE AMINO ÁCIDOS IDEAL

El NRC (2012) ha definido recomendaciones de amino ácidos para cada fase fisiológica. NRC ha servido como referencia para las recomendaciones de PIC cuando el acceso a información fue limitado, pero recientes modificaciones basadas en investigación han sido hechas basadas en la investigación desarrollada por PIC, Ajinomoto Heartland, sistemas de producción y universidades. Los requerimientos para amino ácidos además de lisina, son expresados al nivel de lisina debido a que representa el primer amino ácido limitante. Esta guía especifica el nivel de SID lisina utilizando el NRC (2012) para los valores de carga de distintos ingredientes en el formulador. La proporción de amino ácidos sugeridos es presentada en la tabla de especificación de nutrientes al final de este manual.



Los macro minerales participan en muchos procesos que van desde la estructura del ADN y el ARN para el desarrollo de los huesos, el equilibrio de electrolíticos y el crecimiento. Por lo tanto, ajustar los niveles macro minerales en la formulación de la dieta es un aspecto clave de una dieta formulada adecuadamente.

Macro minerales como el calcio (Ca) y el fósforo (P) principalmente están implicados en funciones estructurales como el desarrollo de huesos y el metabolismo, pero también están relacionados con otras funciones metabólicas. Típicamente, los niveles mínimos de P los niveles de la dieta están definidos, y luego el nivel de Ca es definido como una proporción a P. Generalmente le recomiendan que la proporción de Ca total al total P esté entre 1 a 1.5. NRC (2012) concluyó que una proporción más amplia proporción baja la absorción P, sobre todo si P es marginal en la dieta.

EL FÓSFORO PUEDE SER EXPRESADO DE MUCHAS MANERAS:

- Fósforo total: El P total representa todo el P que el ingrediente contiene (incluyendo P no disponible)
- Fósforo biodisponible:
 - Fósforo Disponible es estimado usando un método llamado "evaluación de la pendiente" y estima el P digestible más la utilización post-absorción de P en el tejido; sin embargo, este método es más caro y asume que un estándar inorgánico es 100 % disponible.
- Fósforo Digestible
 - Digestibilidad aparente total del tracto (ATTD P): estima la digestibilidad total del tracto de P y no corrige para pérdidas endógenas de P
 - Digestibilidad estandarizada del tracto total (STTD P): estima la digestibilidad total de P y corrige por pérdidas endógenas P

El método STTD P esta progresivamente siendo más aceptado entre investigadores y nutricionistas en todo el mundo. Este manual proporciona los requerimientos en P disponible y STTD P.

El calcio principalmente ha sido expresado de manera total hasta este punto. Trabajo reciente ha estado enfocando en definir niveles de calcio digestibles en distintos ingredientes y esto puede ser usado en la formulación de dietas en el futuro. Sin embargo, en este punto, este manual enfocará el calcio total. Otra consideración con el calcio consiste en que algunos ingredientes y aditivos pueden contener fuentes de calcio como densificadores o diluyentes. Muchas veces estas fuentes no son consideradas para en la formulación de dieta y pueden tener el impacto significativo sobre la proporción de Ca a P.

El sodio es importante para mantener la homeostasis del agua y los electrolitos y puede ser fácilmente suplementado por la adición de sal en la dieta. Un suministro de agua inadecuado puede provocar "intoxicación de sal". La deficiencia de sodio puede reducir el consumo de alimento, ganancia diaria de peso y empeorar la eficiencia alimenticia. Fraser et al. (1987) han reportado que la deficiencia de sal puede inducir mordidas de cola. Por último, es importante vigilar los niveles de sodio en los ingredientes de los piensos con el fin de garantizar que los niveles formulados sean alcanzados.

MINERALES TRAZA Y VITAMINAS



Un suplemento adecuado de minerales traza y vitaminas es importante debido a su variedad de roles en funciones reguladoras. Sus funciones pueden variar desde mantener una fuerte estructura locomotora para maximizar la eficiencia reproductiva.

Las recomendaciones de PIC fueron establecidas después de extensivas comparaciones con las recomendaciones de universidades y grupos de nutrición. Una concesión sistemática fue hecha en relación con el NRC el reconocer que esta información está basada en estudios en condiciones prácticamente ideales. Los valores son adiciones de micro nutrientes y no dan ningún crédito a los contenidos de los ingredientes.

Hay formas orgánicas e inorgánicas de minerales traza tales como el zinc, manganeso, hierro, cobre y selenio disponibles en el mercado con diferentes formas (quelatos, proteínatos, etc. en el caso de compuestos orgánicos y sulfatos, óxidos, etc. en sus formas inorgánicas). Estas formas pueden tener distinta biodisponibilidad y debería considerarse.

Los requerimientos de vitaminas son presentadas en las especificaciones nutricionales al final de este manual. Para una revisión en detalle sobre vitaminas por favor refiérase a Matte y Lauridsen (2013) y para una revisión en minerales refiérase a Hill (2013).





El agua es posiblemente la sustancia nutritiva más importante para cerdos. Disponibilidad limitada de agua reducirá el consumo de alimento y tendrá efectos negativos en el crecimiento.

Dos aspectos claves son la disponibilidad de agua (Tabla 6A) y la calidad del agua (Tablas 6B y 6C). El total de sólidos disueltos no es una medida exacta de calidad de agua, pero puede ser usada para estimar la calidad de agua. Los sulfatos son agentes laxantes y pueden causar diarrea sobre todo en cerdos jóvenes (NRC, 2012) con datos limitados que documenten un impacto sobre el desempeño. En distintos países pueden tener normas de calidad diferentes de agua para cerdos. Para una revisión extensa del agua en la nutrición de cerdo refiérase a Thacker (2001) y el manual de PIC para cerdas y hembras de reemplazo en: <http://na.picgenus.com/resources.aspx>.

TABLA 6A. CONSUMO DE AGUA MÍNIMO POR FASE DE PRODUCCIÓN^a

CATEGORÍA	CONSUMO DE AGUA MÍNIMO, L/D
Cerdos destetados	3
Cerdos de finalización	10
Cerdas en gestación	17
Cerdas en lactación	19
Cerdas destetadas	19
Machos	17

^aAdaptado de Thacker, 2001.

TABLA 6B. RECOMENDACIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA CERDOS^a

ITEM	PPM (PARTES POR MILLÓN) MENOS QUE
Calcio	1000
Cloro	400
Cobre	5
Flúor	2-3
Dureza (Carbonato de calcio)	< 60 suave; > 200 duro
Hierro	0.5
Lead	0.1
Magnesio	400
Manganeso	0.1
Mercurio	0.003
Nitritos	10
Nitratos	100
Fosforo	7.8
Potasio	3
Sodio	150
Selenio	0.05
Solidos disueltos	1000
Sulfato	1000
Zinc	40
Conteo de bacterias viables (CBV) per ml	Bajo pero más importante es que no exista variación entre muestras.
	Target < 2 × 10 ²
37 oC (99 oF)	> 1 × 10 ⁴ pobre
22 oC (72 oF)	Zero
Coliformes/100 ml	

^aAdaptado de NRC (2012) y fuerza operativa en recomendaciones para la calidad de agua, 1987. Canadian Water Quality Guidelines, Inland Waters Directorate, Ottawa, Ontario.

TABLA 6C. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CERDOS BASADO EN SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (NRC, 2012).

SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (MG/L)	CLASIFICACIÓN	COMMENTS
<1,000	Segura	Sin riesgo para los cerdos
1,000 - 2,999	Satisfactoria	Diarrea leve en cerdos no adaptados
3,000 - 4,999	Satisfactoria	Puede ocasionar rechazo temporal
5,000 - 6,999	Razonable	Niveles altos para animales reproductivos deben ser evitados
> 7,000	No apta	Riesgo para animales reproductivos y cerdos expuestos a estrés por calor

ADITIVOS EN LA DIETA



Los avances tecnológicos e investigación bajo condiciones comerciales están constantemente permitiendo la evaluación de los efectos de diferentes aditivos en la dieta. Vea a continuación algunos aditivos para la dieta disponibles en el mercado.

FITASA

La fitasa exógena es usada como un aditivo en la dieta que permite hidrolizar el ácido fítico y mejorar la disponibilidad de fósforo en diversos ingredientes. Hay múltiples proveedores de fitasa y una comparación entre fuentes de fitasa, estabilidad y también los efectos de altas dosis o “super dosificación” son revisados por Gonçalves et al. (2016). Es importante que el nutricionista este seguro en los niveles de liberación asociados con la fitasa para evitar deficiencias de Ca y P, sobre todo en sistemas de producción con bajo consumo de alimento. Fuente estables al calor son preferidas debido a la estabilidad aumentada de la fitasa y sobre todo en dietas peletizadas (Sulabo et al., 2011). Además, altos niveles de fitasa pueden ser necesarios cuando los altos niveles de óxido de zinc son usados. Existe evidencia que el incremento de los niveles de fitasa en dietas de cerdos destetados a aquellos más allá de la liberación de Ca y P pueden mejorar el crecimiento (Kies et al., 2006; Paseo et al., 2012; Langbein et al., 2013; Koehler et al., 2015). Sin embargo, el mecanismo para tal realce en el desempeño no es claro aún y la magnitud del impacto es dependiente de los niveles de P, aminoácidos, y otros nutrientes en la dieta (Adeola y Cowieson, 2011). En este punto, los resultados de múltiples investigaciones son variados en relación al impacto de la fitasa en la liberación de nutrientes más allá de fósforo y calcio (Johnston y del Sur, 2000; Holloway et al., 2015).

RACTOPAMINA

La Ractopamina es un aditivo con efectos comprobados en cerdos de finalización cuando las dietas son formuladas correctamente. Por favor tenga presente que la Ractopamina no debe ser alimentado a hembras de reemplazo o machos. Las tablas con especificaciones de nutrientes al final de este manual proporcionan pautas para alimentar Ractopamina durante menos de 21 días y para alimentar más de 21 días antes de enviar los cerdos a mercado. Debido a que la lisina SID en la dieta con Ractopamina es alta, hay un riesgo de añadir demasiada harina de soja y causar una reducción de producción (Gaines et al., 2004 y 2007). Los amino ácidos sintéticos deberían ser usados para reducir la cantidad de la harina de soja en dietas con Ractopamina. Distintos países tienen reglamentación diferente en cuanto al uso de Ractopamina.

COBRE Y ZINC

Una revisión realizada por Jacela et al. (2010a) sugiere que el empleo de altos niveles de óxido de zinc desde el destete a 11.5 kilos de peso vivo mejora el desempeño y reduce la ocurrencia de diarrea. De la misma manera, usando una fuente de cobre (ej., 100 a 250 ppm) ha sido reportado que se mejora el desempeño productivo. Sin embargo, los datos en cuanto a una respuesta aditiva al alimentar altos niveles de zinc y cobre simultáneamente son contradictorios. Estos altos niveles de zinc no deberían ser alimentados durante más de 20 a 25 días. Así, la recomendación es alimentar 3000 ppm de zinc desde el destete a 7.5 kilos, 2000 ppm de zinc de 7.5 a 11.5 kilos, y 125 a 250 ppm de cobre de 11.5 a 23 kilos. Distintos países tienen regulaciones diferentes en cuanto al empleo de zinc y cobre como promotores de crecimiento.

L-CARNITINA

Eder et al. (2001) suplementó con 125 mg por día a cerdas desde el destete al parto y observó una mejora de 8 y 7% en el peso de las camadas al nacer en primerizas y multíparas, respectivamente. Estos resultados fueron apoyados por investigación posterior (Ramanau et al., 2002; Ramanau et al., 2008). Más investigación es necesaria para validar estos efectos con camadas más numerosas.

XILANASA

Existe un aparente reducción en mortalidad en cerdos de finalización con el uso de xilanasas en dietas altas en fibra (15% Granos secos de destilería de maíz y 10% harinilla de trigo). Esto ha sido revisado por Boyd et al. (2015) e investigación adicional es requerida.



LÍMITES DE INCLUSIÓN PARA INGREDIENTES



Hay una gran variedad de ingredientes utilizados en todo el mundo y, con el asesoramiento de expertos, es posible lograr las exigencias de cerdos PIC.

Los diferentes ingredientes pueden utilizarse hasta su límite de inclusión en la medida que la dieta este balanceada (Tabla 8). En determinadas situaciones, puede ser más económico ir por sobre los límites de inclusión, pero esto debe hacerse con cautela, conocimiento del ingrediente, y con asesoramiento nutricional de expertos.

Además, es importante entender el impacto de ingredientes con alto contenido de fibra tienen sobre el rendimiento en canal e ingresos cuando se incluyen en la dieta. Minimizar el costo de la dieta debe compensar la pérdida de ingresos debido a una canal más liviana. Este tema se examina en más detalle en la sección calidad de la canal.

TABLA 8A. LIMITES SUPERIORES RECOMENDADOS (% DE LA DIETA) PARA INGREDIENTES PARA DIETAS DE CERDOS (NATIONAL SWINE NUTRITION GUIDE, 2010)

FASE	LECHÓN	LECHÓN	CRECIMIENTO	FINALIZACIÓN	GESTACIÓN	LACTACIÓN
Peso, kg	<10	10-20	20-60	60-145		
Harina de panadería	15	25	*	*	*	*
Cebada	*	*	*	*	*	*
Pulpa de remolacha	0	5	10	15	50	10
Granos secos de destilería	10	20	30	20	40	20
Arvejas	15	30	40	50	15	25
Harina de canola	0	5	15	20	15	15
Cascara de soja	5	5	10	10	25	5
Grano de Sorgo	*	*	*	*	*	*
Harina de girasol, 42% CP	0	5	*	*	*	*
Triticale (sin ergot)	20	30	*	*	*	40
Trigo	*	*	*	*	*	*
Harina de Trigo ^b	5	10	25	35	*	10

* Sin restricciones en dieta balanceada. Niveles más altos pueden ser alimentados pero el crecimiento y el desempeño reproductivo y la composición de la canal pueden ser impactados negativamente. Consideraciones económicas deben determinar los niveles de inclusión.

^aEs importante que el nutricionista entienda los niveles de glucosinatos en canola para evitar un impacto sobre el consumo

^bSi se utilizan en dieta de cerdas es importante el monitoreo para alcaloides de ergot, los cuales pueden tener un impacto negativo sobre el desempeño reproductivo. Niveles máximos en alimento final es de 200

Cuidadosa atención debe ser empleada cuando se utilizan subproductos. Subproductos tienden a ser altamente variables en el contenido de nutrientes y posiblemente podría contener altos niveles de micotoxinas, dependiendo del subproducto. Muestras deben tomarse y analizarse para determinar sus niveles de nutrientes. Un sólido sistema de vigilancia debe implementarse para garantizar su consistencia. Cuando se trata de ingredientes alternativos, los productores deben tener en cuenta su capacidad de almacenamiento en el molino, flujo de alimento, y las características de canal.

EL PROGRAMA BÁSICO DE NUTRICIÓN

The Basic Nutrition Program to a Successful Nutrition Program

- + Ingredient price discovery
- + Quality Assurance
- + Diet Formulation
- + Feed Manufacturing
- + Feed Management

Esta sección cubrirá los conceptos básicos para la alimentación de los cerdos PIC durante las distintas fases de la producción. Las tablas con especificación de nutrientes, que se encuentran al final de este manual, ofrecen recomendaciones específicas sobre los niveles de nutrientes de la dietas.

MACHOS MADUROS

El objetivo de la alimentación de machos es promover un crecimiento adecuado para maximizar la producción y calidad del semen, evitando problemas locomotores y reducir la tasa de eliminación del plantel.

La subalimentación de machos puede tener consecuencias negativas en la producción de espermatozoides (PIC Nota Técnica 142). La energía necesaria para mantener la condición corporal sin comprometer la producción de espermatozoides se ha calculado en planteles de producción de machos (Tabla 9A; véase la Nota Técnica PIC 142).

TABLA 9A. NIVELES DE ALIMENTACIÓN EN RELACIÓN AL PESO^a

PESO, kg	MCAL EM/d	MCAL EN/d	ALIMENTO, kg/d
<159	7.2	5.3	2.3
159	7.9	5.9	2.5
205	8.6	6.4	2.7
250	9.5	7.0	3.0
295	10.4	7.7	3.3
341	11.2	8.3	3.5

^aAdaptado de Nota Técnica PIC 142. Asume temperatura ambiente de 17-18oC. Basado en una densidad energética de 2350 kcal NRC EN/kg.

Los niveles de consumo de alimento dependerán del peso corporal de los machos en el plantel. Con el nivel de nutrientes proporcionados en la tabla de especificaciones al final de este manual, el consumo de alimento típico es de 2.5-2.7 kg. Machos delgados normalmente son alimentados 2.7 kg/d, machos en condición ideal son alimentados con 2.5 kg/d, y machos con sobre condición normalmente son alimentados 2.3 kg/d.

Existe muy poca información sobre la cual basar la especificación de nutrientes. Los valores presentados en las tablas son los utilizados por PIC y son proporcionados solo como referencia. La energía y los niveles de aminoácidos están basados en limitada investigación universitaria.

Existe evidencia de que 0,3 ppm de selenio orgánico puede ayudar a mantener la motilidad de los espermatozoides después de colectas consecutivas, contribuir a paliar los efectos negativos de almacenamiento sobre la motilidad del semen, y por último, mejorar las tasas de fertilización in vitro (Speight et al., 2012).

Se ha reportado un incremento del 11% en el total de espermatozoides por eyaculado después que los machos han sido alimentados durante 16 semanas con 0,295 kg/d de un suplemento que contiene 31% de ácidos grasos omega-3 (Estienne et al., 2008). En un estudio reciente se ha informado de un aumento de 11% en la dosis de espermatozoides producido cuando la alimentación 2000 FTU (unidades de fitasa) de Quantum® Blue/kg de dieta (Stewart et al., 2016). Otro estudio reciente ha notificado un incremento marginal en la producción de espermatozoides de un 6% para los machos alimentados 16,3 g por día de un producto con un 96% de betaína durante los meses de verano (Cabezón et al., 2016a). Se requiere de más investigación para validar estos resultados.

HEMBRAS DE REEMPLAZO

La nutrición de hembras de reemplazo tiene un impacto significativo sobre el desempeño productivo en etapas tempranas al igual que durante toda la vida productiva de las hembras. El objetivo de esta fase es para satisfacer las demandas de nutrientes para: 1) tener un crecimiento apropiado, en lugar de maximizar la ganancia (como sería el objetivo de un programa de alimentación comercial), 2) adecuado desarrollo óseo, 3) adecuado desarrollo del tracto reproductivo, y 4) construir una estructura de locomoción sólida

El desarrollo y manejo de las hembras de reemplazo comienza en etapas tempranas y finaliza cuando la hembra completa su primera lactancia (Boyd et al., 2002).

El objetivo es tener una ganancia diaria promedio desde el nacimiento hasta el primer servicio de de 0,61 a 0,77 kg/día.

El peso mínimo individual para inseminación es de 135 kg. Por lo tanto, el peso promedio del grupo será, aproximadamente, de 145 a 160 kg. El peso de inseminación por sobre 160 kg debe ser evitado. Por debajo de 135 kg, hay una reducción de prolificidad y por encima de 160 kg hay un aumento en el costo de mantenimiento energético, aumento de la pérdida de peso durante la lactancia debido al bajo consumo de alimento, mayores posibilidades de problemas locomotores, y el aumento de la tasa eliminación del plantel.

Para más información sobre el manejo de la hembra de reemplazo, por favor revise el Manual de Hembras de reemplazo y cerdas adultas publicado por PIC: <http://na.picgenus.com/resources.aspx>.

Diferencias clave entre una dieta para hembras de reemplazo y una dieta para hembras de mercado:

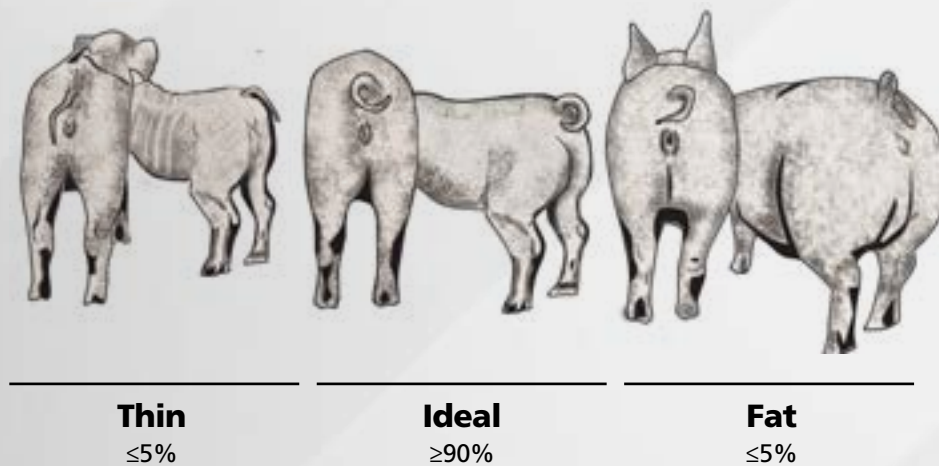
- 1) Vitaminas específicas con fines reproductivos
- 2) Las recomendaciones de Vitaminas y minerales traza son superiores a las recomendaciones comerciales con el propósito de no limitar las función reproductivas de la hembra (véase las tablas de requerimientos).
- 3) Mayores niveles de Ca y P en comparación con hembras destinadas al mercado.

CERDAS GESTANTES

El objetivo principal durante la gestación es manejar la condición corporal para permitir un adecuado desarrollo embrionario/fetal y de la placenta para maximizar el tamaño de la camada logrando una condición corporal adecuada.

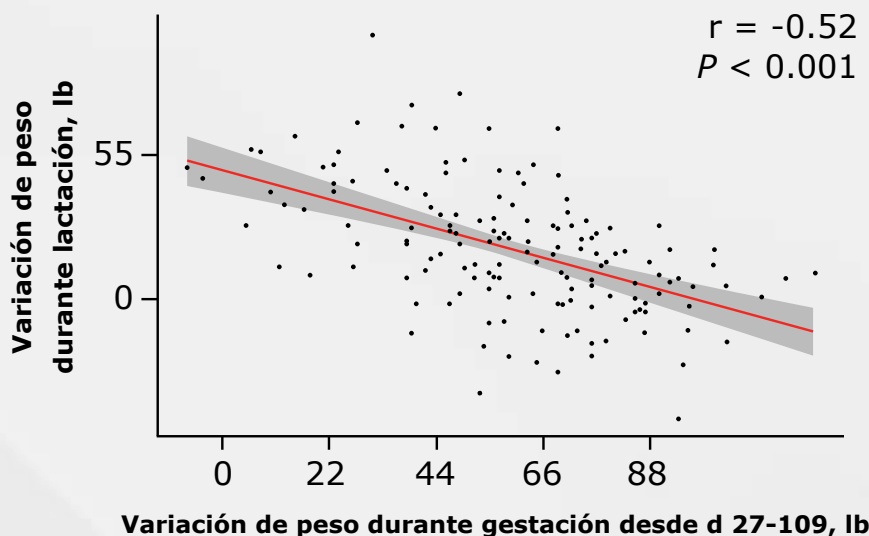
Manejar la condición corporal (Figura 9A) es un aspecto clave de planteles de buen desempeño. Una cerda con condición corporal ideal es aquella que la espalda, cadera y huesos de las costillas no pueden observarse pero se puede sentir al tacto. Si estos huesos no se pueden sentir, entonces la hembra esta sobre condicionada. El objetivo es tener un 90% de las cerdas en condición ideal.

FIGURA 9A. CONDICIÓN CORPORAL (ADAPTADO DE DISEASE OF SWINE, 2006).



Cerdas con sobre condición al parto probablemente tendrán un bajo consumo de alimento durante la lactancia, perderán más peso (Figura 9B), y producirán menos leche y, en consecuencia, podrían destetar lechones más livianos. Este balance energético negativo influirá en una reducción en el tamaño de la camada siguiente.

FIGURA 9B. VARIACIONES DE PESO EN GESTACIÓN Y LACTANCIA EN LA HEMBRA ESTÁN INVERSAMENTE RELACIONADAS (REN ET AL., 2015).



En un reciente resumen descriptivo de experimentos (Tabla 9b) en donde se evaluó el aumento del consumo de alimento durante el final de la gestación ha mostrado que las hembras aumentan aproximadamente 6,9 kg cuando se alimentan con 0.9 kg/d adicionales durante el final de la gestación. Del mismo modo, el efecto del peso al nacer en lechones es modesto (28 g). Este efecto es mayor y más coherente en cerdas primíparas (31 g) en comparación con las cerdas adultas (11 g). De hecho, múltiples estudios han demostrado efectos negativos de la alimentación adicional durante gestación tardía en las cerdas (Shelton et al., 2009; Soto et al., 2011; Greiner et al., 2016).

TABLA 9B. RESUMEN DESCRIPTIVO DE EXPERIMENTOS EVALUANDO EL INCREMENTO DE LA ALIMENTACIÓN DURANTE GESTACIÓN TARDÍA (GONÇALVES, 2015).

EXP.	TIPO	DÍA DE INICIO EN GESTACIÓN	CAMADA POR TRATAMIENTO	NACIDOS TOTALES	CONTROL, Mcal ME/d	CONTROL, g SID Lys/d	INCREMENTO DE ALIMENTO CONSUMIDO, Mcal ME/d	INCREMENTO DE ALIMENTO CONSUMIDO, g SID Lys/d	INCREMENTO POR TRATAMIENTO		
									INCREMENTO DE PESO EN LA HEMBRA, KG/KG DE ALIMENTO DIARIO ADICIONAL ^a	PESO AL NACIMIENTO DEL LECHÓN, g	
1	P ^c & C ^d	90	540	10.6	5.8	10.6	10.2	18.4	5.7	40	
2	P	90	21	14.3	6.8	11.9	9.8	17.1	5.7	86	
2	C	90	32	12.4	7.9	11.9	11.4	19.9	5.4	-109	
3	P	90	371	14.2	5.9	10.7	8.9	10.7	5.6	24	
3	P	90	371	14.2	5.9	20.0	8.9	20.0	9.1	28	
3	C	90	181	15.1	5.9	10.7	8.9	10.7	9.0	47	
3	C	90	181	15.3	5.9	20.0	8.9	20.0	10.8	19	
4	P & C	100	57	11.2	7.5	10.8	12.7	18.3	4.8	10	
5	P	100	24	12.5	7.0	9.8	12.9	18.2	---	126	
5	C	100	51	12.9	7.9	11.2	13.9	19.5	---	-69	
Promedio ^b		---	90.6	---	12.6	6.0	13.5	9.6	16.6	6.9±0.8	28±20.4

^aAsumiendo una dieta basada en maíz y soja con 2,405 kcal EN/kg, es la cantidad en kg de Ganancia en peso por kg de alimento adicional sobre el nivel basal. Por ejemplo, incrementar la cantidad de alimento diario desde 1.8 a 2.7 kg durante gestación tardía, la hembra primeriza o cerda estará, aproximadamente, 6.9 kg más pesada al parto. (1) Cromwell et al., 1989, (2) Shelton et al., 2009, (3) Gonçalves et al., 2016b, (4) Miller et al., 2000, (5) Soto et al., 2011.

^bWeighted based on the number of sows in each study.

^cHembra Primeriza

^dCerda con 2 o más pariciones

Además, un reciente estudio con 1.102 hembras de PIC (14,2 y 15,2 total de lechones nacidos de hembras primíparas cerdas y cerdas con 2 o más pariciones, respectivamente) donde 15.979 lechones fueron pesados individualmente al nacer en condiciones comerciales, sugiere que el efecto el peso al nacimiento es impulsado por la energía (Figura 9C) del almidón en lugar de la ingesta de aminoácidos (Gonçalves et al., 2016b). En el mismo estudio, el alimento adicional tuvo un aumento de 2,1% de nacidos muertos en comparación con cerdas que no fueron alimentados con rugosidad (Figura 9D). Este efecto no fue observado en hembras primíparas.

FIGURA 9C. LA ENERGÍA FUE EL DETERMINANTE EN EL MODESTO AUMENTO DEL PESO AL NACIMIENTO DE LOS LECHONES EN VEZ DEL CONSUME DE AMINO ÁCIDOS (1,102 HEMBRAS PIC Y 15,979 LECHONES PESADOS AL NACIMIENTO; GONÇALVES ET AL., 2016B).

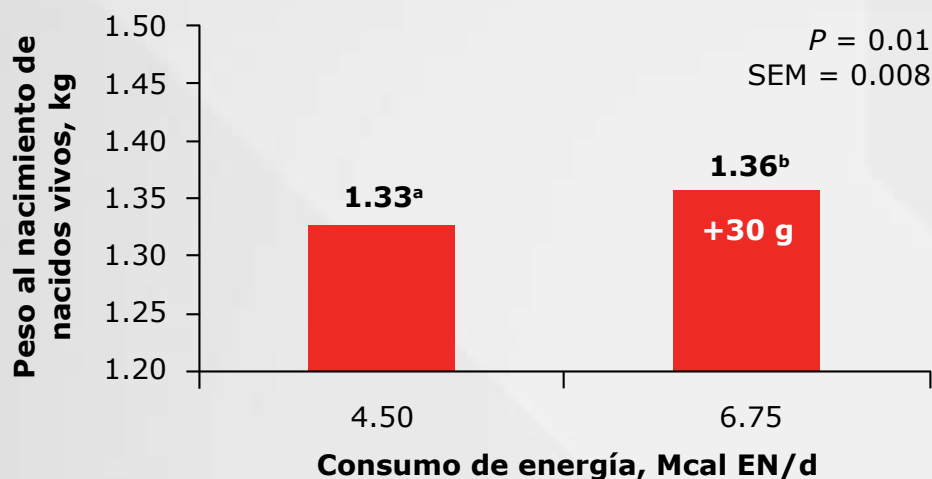
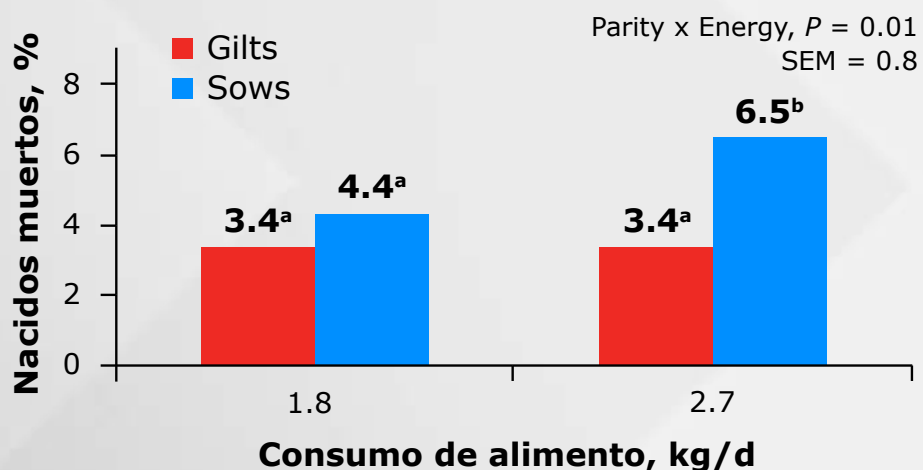
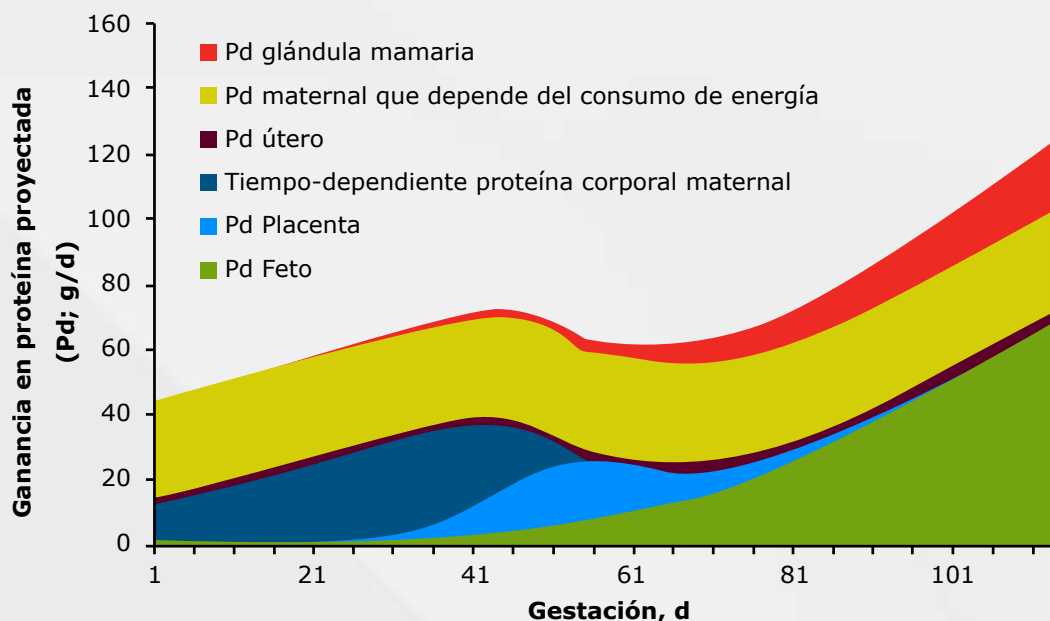


FIGURA 9D. ALIMENTACIÓN ADICIONAL PUEDE INCREMENTAR LOS NACIDOS MUERTOS EN 2.1%, PERO NO EN CERDAS PRIMÍPARAS (DIETA CON 3307 KCAL EM/KG; GONÇALVES ET AL., 2016B).



NRC (2012) sugiere que las necesidades durante la gestación son mayores con grandes camadas. No obstante, los requisitos diarios no son sólo para las necesidades fetales; una alta proporción es para mantenimiento y crecimiento (Figura 9F). Así, las necesidades de nutrientes no han cambiado lo suficiente como para tener una actualización de requerimiento para cerdas gestantes. Esto ha sido confirmado por varios estudios en los cuales no se observaron beneficios sobre el desempeño reproductivo al aumentar la energía e ingesta de aminoácidos (Ampaire y Levesque, 2016; Buis et al., 2016; Gonçalves et al., 2016b; Greiner et al., 2016). Parece que las cerdas priorizan el feto durante la gestación tardía a expensas de la ganancia de peso corporal (Theil et al., 2014; Gonçalves et al., 2016). El equipo de nutrición global PIC junto con las principales universidades y sistemas de producción en todo el mundo seguirá vigilando los cambios de requisitos como del tamaño y el peso de la camada, y la información se enviará a través de actualizaciones de nutrición PIC. En este punto, el alimento adicional durante gestación tardía es sólo recomendado para cerdas primíparas en condición corporal óptima y hembras delgadas con 2 o más pariciones.

FIGURA 9F. GANANCIA DE TOTAL DE PROTEÍNA PROYECTADA PARA DISTINTOS GRUPOS PROTEICOS A TRAVÉS DE LA GESTACIÓN (NRC, 2012).



El manejo de la alimentación durante el período pre-parto ha sido un área de creciente interés para los investigadores (Cools et al., 2014; Decaluwe et al., 2014). Cools et al. (2014) mostraron que la provisión de alimento a discreción antes del parto para cerdas con sobre condición reduce el peso al destete y la tasa de crecimiento de los lechones, pero sin efectos negativos sobre las cerdas que eran delgadas o condición ideal. Evidencias anecdóticas hechas por algunos veterinarios y nutricionistas teorizan que la provisión de alimento a discreción antes del parto, especialmente en planteles con cerdas con sobre condición e inducidas al parto pueden aumentar el riesgo de prolapso rectal y uterino. Opiniones actuales han teorizado que alimentación a discreción antes del parto puede tener efectos negativos en la cerda en lactancia, y cerdas con sobre condición pueden haber debilitado el tono muscular y uterino mayor distocia (Almendra et al., 2006). En este momento, no hay evidencia sólida para recomendar más de 7,63 Mcal EM o 5.65 Mcal EN por día antes del parto a hembras de reemplazo o cerdas con buena condición corporal.

CERDA LACTANTE

El objetivo durante la lactancia es maximizar el consumo de alimento para mantener la producción de leche mientras minimiza el uso de las reservas corporales. Así, las cerdas deben ser alimentadas a discreción desde el día del parto.

Los efectos positivos de maximizar el consumo de alimento en hembras lactantes PIC han demostrado en múltiples estudios; con incrementos en producción de leche y peso al destete de lechones (Figura 9G) y minimizando la pérdida de peso de la cerda (JBS United, 2009; Sulabo et al., 2010). El consumo de alimento durante la lactancia (Figura 9H) y la ingesta de energía (Figura 9I) curvas para diferentes pariciones son presentadas más abajo. Además, asegurándose de que el comedero esté ajustado correctamente y tener alimento fresco es extremadamente importante (Figuras 9J y 9K).

Los factores que afectan el consumo de alimento durante lactancia:

- Ambiente
 - Velocidad del aire
 - Temperatura ambiente
 - Enfriamiento por evaporación
 - Humedad
 - Ventilación
- Instalaciones y equipamiento
 - Diseño del comedero
 - Alimentación manual vs automática
 - Superficie del suelo
 - Diseño de la jaula
 - Flujo de agua
- Consumo de alimento en gestación
 - Condición corporal al parto
- Factores asociados a la cerda
 - Duración de la lactancia
 - Tamaño de la camada
 - Genética
 - Parición
 - Enfermedad
- Manejo
 - Frecuencia de alimentación
 - Alimento permitido
 - Frescura del alimento
 - Ajuste del comedero
 - Disponibilidad de agua

El nivel específico del Lys en el plantel para la lactancia depende de la tasa de crecimiento de la camada y el consumo de alimento de las cerdas. El requerimiento diario de Lys está determinado por la tasa de crecimiento de la camada, lo cual puede variar con la salud y estrés térmico. Esto debe coincidir con el nivel de alimento consumido. La tabla 9C podría utilizarse para derivar las necesidades específicas necesidades de lisina. Al comienzo, algunos planteles pueden requerir de mayores niveles de Lys para maximizar el tamaño de la segunda camada (Boyd et al., 2000). En ausencia de otra información, un punto de partida típico sería de 1,05 a 1,10% SID Lys, para planteles estables de 1,15 a 1,25% SID Lys para hembras primíparas en función del consumo de alimentos. Por último, en el cuadro 9D se muestra que el alto consumo de alimento reduce la pérdida de peso corporal, aumenta la ganancia del lechón, y reduce el intervalo entre destete y estro.

FIGURA 9G. CERDAS ALIMENTADAS A DISCRECIÓN DURANTE LA LACTANCIA TIENEN UN INCREMENTO DE LOS PESOS DE DESTETE EN LOS LECHONES (SULABO, ET AL., 2010).

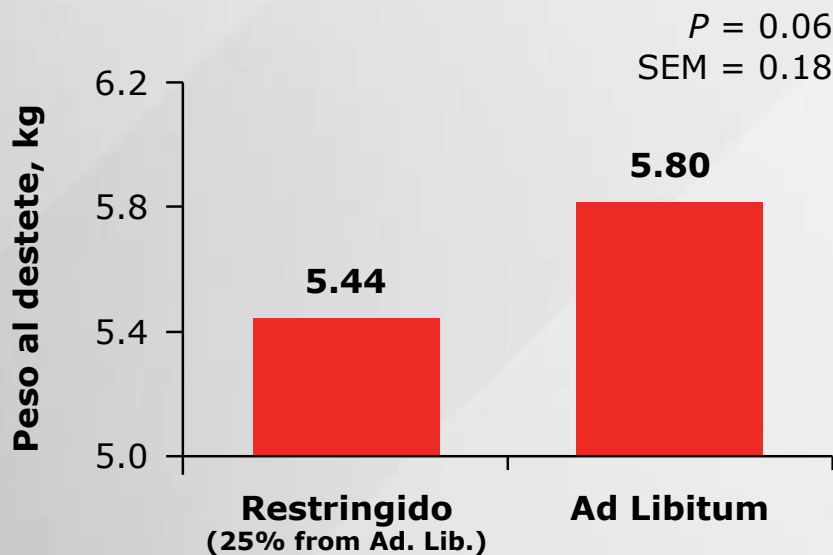


FIGURE 9H. CONSUMO DE ALIMENTO DURANTE LA LACTANCIA EN CERDAS PIC CON DISTINTO NÚMERO DE PARICIONES (2.50 MCAL NRC EN/KG DE DIETA; ADAPTADO DE CABEZÓN ET AL., 2016B).

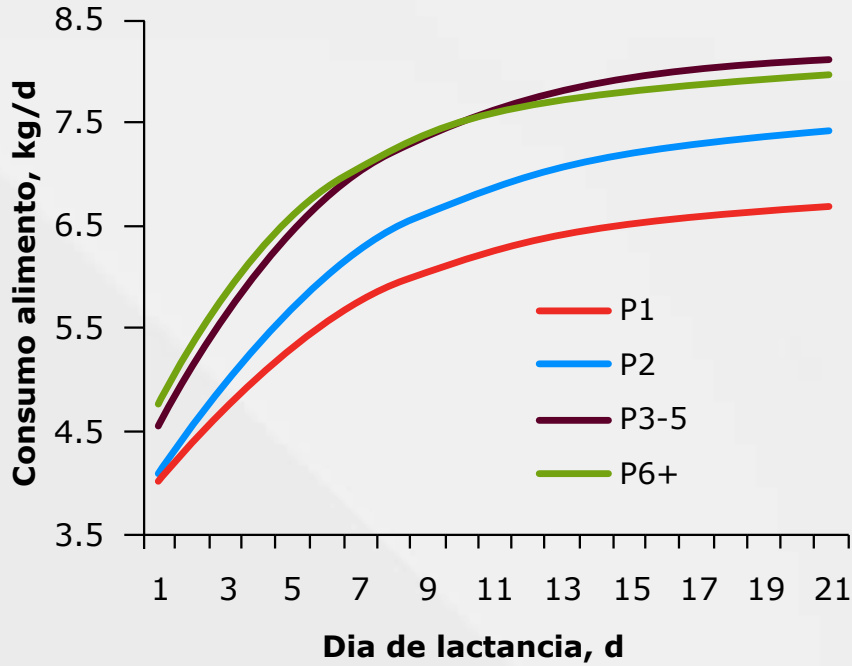


FIGURE 9I. CONSUMO DE ENERGÍA NETA DURANTE LACTANCIA EN CERDAS PIC CON DISTINTO NÚMERO DE PARICIONES (ADAPTADO DE CABEZÓN ET A., 2016B).

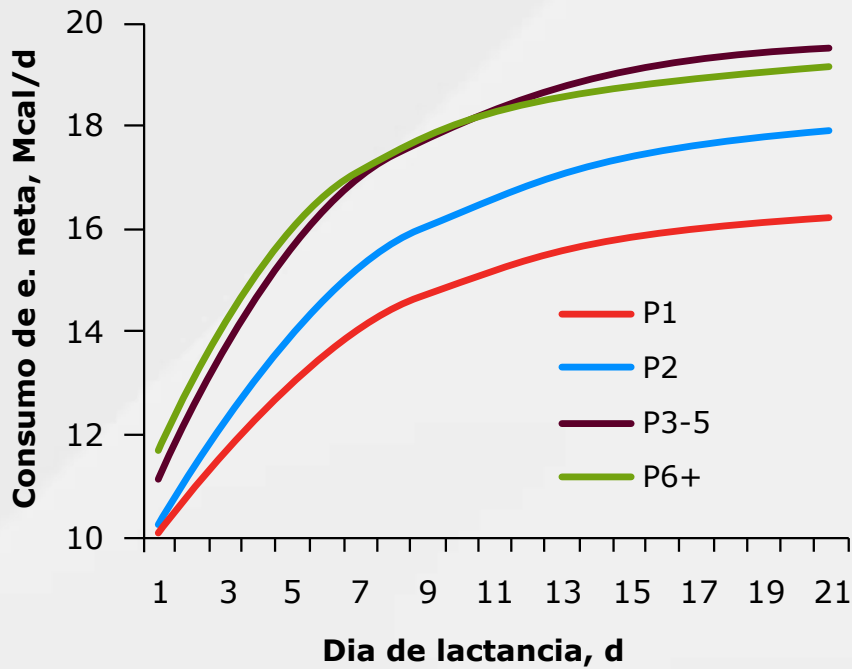


FIGURA 9J. COMEDERO AJUSTADO CORRECTAMENTE CON ALIMENTO FRESCO.

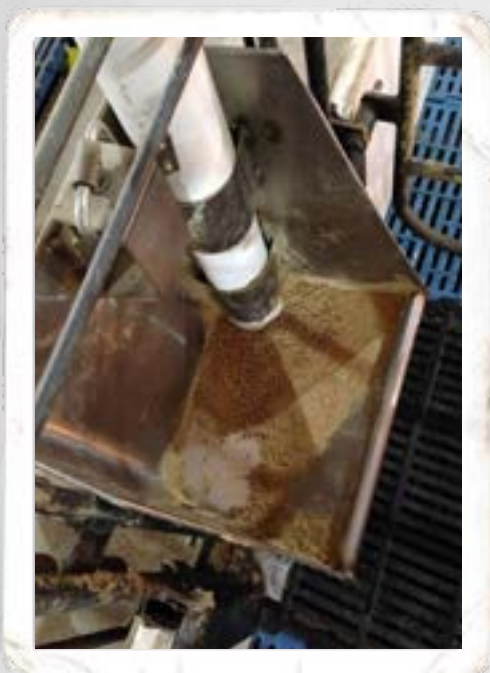


FIGURA 9K. COMEDERO AJUSTADO INCORRECTAMENTE CON ALIMENTO MOHOSO.

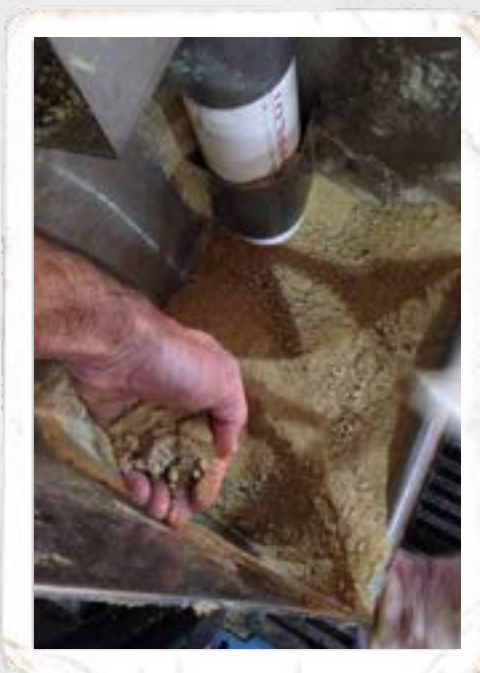


TABLE 9C. NIVELES DE LISINA BASADOS EN CRECIMIENTO DE LA CAMADA Y CONSUMO DE ALIMENTO DE LA CERDA^a

LITTER GROWTH RATE, kg/d	CONSUMO DE ALIMENTO PROMEDIO, KG/D (SID LISINA, %)						SID LISINA, g/d
	4.1	4.5	5.0	5.5	5.9	6.4	
2.1	1.19	1.07	0.97	0.89	0.82	0.77	49
2.3	1.34	1.20	1.09	1.00	0.93	0.86	55
2.6	---	1.34	1.22	1.11	1.03	0.96	61
2.8	---	---	1.34	1.23	1.13	1.05	67

^aAsume 21 d de lactación. Basado en la ecuación de Pettigrew actualizada (Boyd, et al., 2000) y asume que que Lisina no está estrictamente relacionada con el consumo de energía. La ecuación está basada en la relación lineal entre la tasa crecimiento de la camada y las necesidades de lisina (g/d) para mantener la producción de leche. SID lisina está basada en un 86% of total Lisina.

TABLA 9D. EFECTO DEL CONSUMO DE ALIMENTO DURANTE LA LACTANCIA SOBRE EL INTERVALO ENTRE DESTETE A ESTRO, PÉRDIDA DE PESO, Y LA GANANCIA DE PESO DIARIO DE LA CAMADA (GREINER ET AL., NO PUBLICADO)

CONSUMO PROMEDIO DIARIO, KG	SID LYS, g/d	DIFERENCIA DE PESO, KG	DIFERENCIA DE PESO, %	GANANCIA DE PESO DIARIO, KG	INTERVALO ENTRE DESTETE A ESTRO, D
3.2	31.5	-12.0	-5.1	0.22	6.3
4.1	42	-10.4	-4.81	0.23	5.0
5.0	52.5	-2.6	-1.04	0.25	4.4
5.9	63	4.0	2.06	0.25	4.4
6.8	73.5	11.3	5.41	0.25	4.2
8.2	84	13.5	6.57	0.26	4.4
9.1	94.5	12.1	5.57	0.27	4.3

CERDA DESTETADA

El objetivo del manejo de la alimentación de la cerda destetada es iniciar la recuperación de las reservas corporales perdidas durante la lactancia, para maximizar la tasa de ovulación, y asegurar un importante tamaño de la camada en el siguiente parto.

El manejo de la alimentación de la cerda destetada requiere de un equilibrio entre proporcionar suficiente alimento fresco y paralelamente evitar el desperdicio (Figuras 9L a 9N). Cuando sea posible, las cerdas destetadas deberían alimentarse de 2 a 3 veces por día. Para maximizar el consumo de alimento, normalmente, en la línea de animales destetados tendría un bebedero individual para cada cerda o compartido entre dos cerdas.

Un estudio observacional interno con 670 cerdas PIC observó que incrementado el nivel de alimentación de 2.6 a 4.2 kg/d durante el período entre el destete al servicio se redujo de 5,3 a 4,4 d, se aumentó del porcentaje de las cerdas inseminadas al d 7 de 92,8 a 97,5%, y se aumentó el tamaño de la camada posterior por un cerdo de 12,9 a 13,9. Graham et al. (2015) utilizó 637 cerdas y alimento con 2.7, 3.6 ó 5.4 kg/d de una dieta que contenía aproximadamente 2,44 Mcal EN/kg desde el destete a estro. Se consiguieron ingestas de EN de 6.5, 8.6 y 12.6 Mcal por día. No se encontraron diferencias estadísticas en el intervalo entre destete a estro (5.1, 5.0 o 5.0 d), tasa de concepción (95.6, 95.6, o 94.7%), porcentaje de partos (85,4, 87,0 y 82,3%), o nacidos vivos (13.1, 12.9, o 12.9) para las cerdas alimentadas 2.7, 3.6 ó 5.4 kg/d, respectivamente. El número de pariciones de la cerda no influyó en la respuesta al nivel de alimentación. Graham et al. sólo utilizó cerdas en condición corporal ideal y sobre condicionadas, lo cual que puede haber limitado el beneficio de un alto consumo de alimento, debido a que cerdas delgadas pueden beneficiarse de mayores niveles de alimentación. El consumo de alimento a discreción varía con la temporada y el número de pariciones del grupo destetado, por lo tanto, para maximizar el consumo de alimento, las cerdas en la línea de destete son alimentados dos veces al día. Además, hay una gran variación en el consumo voluntario de alimento de cerdas destetadas. Por lo tanto, la identificación de cerdas delgadas con alto consumo voluntario de alimento y ajustar comederos en consecuencia es la clave para satisfacer sus necesidades diarias. Dada la limitada investigación y resultados contradictorios en esta, la actual recomendación de PIC es alimentar a las cerdas delgadas a discreción y cerdas con sobre condición un mínimo de 3.6 kg/d hasta la investigación provea con mejor información en esta temática.

FIGURA 9L. COMEDERO EN LA LÍNEA DE CERDAS DESTETADAS CON LIMITADO ALIMENTO



FIGURA 9M. COMEDERO EN LA LÍNEA DE CERDAS DESTETADAS CON ADECUADA CANTIDAD DE ALIMENTO



FIGURE 9N. COMEDERO EN LA LÍNEA DE CERDAS DESTETADAS CON DESPERDICIO DE ALIMENTO.



LECHONES DESTETADOS

El objetivo del programa de nutrición para lechones destetados es maximizar el consumo de alimentos durante la primera semana posterior al destete con dietas altamente digestibles para facilitar la transición a dietas más simples, tales como las dietas de finalización.

El programa de alimentación para cerdos destetados representa un rango de un 10 a un 15% del total de los costos de alimentación en la producción de un cerdo. Debido a los altos costos de insumos de los productos lácteos y de las proteínas de alta calidad en este tipo de dietas, los ingredientes deben reducirse rápidamente luego del destete.

La edad de destete es un factor importante que afecta la formulación de dietas para lechones porque provoca un impacto directo en la rentabilidad y rendimiento de la crianza de cerdos. Desde una perspectiva nutricional, el destete es una etapa, en la cual, un cerdo está fisiológicamente maduro y apto para la transición a la comida seca.

En la actualidad, muchos sistemas globales de producción están incrementando la edad de destete de 18 a 21 días, ya que se estima que este incremento puede aumentar las ganancias aproximadamente de US\$1 a 2,5 por cerdo o de US\$25 a 65 por espacio para las hembras después de la contabilidad al prolongar el uso del espacio de lactancia (Main et al., 2004).

El acceso de alimentación a discreción es esencial durante la primera hora posterior al destete y puede causar un gran impacto en el peso al final del período de destete. Los cerdos destetados son extremadamente dependientes de la ingesta energética; por lo tanto, la maximización del consumo de alimentos es esencial.

El incremento de la ingesta alimentaria en la primera semana causa un aumento en la actividad del flujo digestivo y disminuye la proliferación de bacterias en el intestino, lo cual, reduce la incidencia de diarrea. Un estudio epidemiológico a gran escala indicó que, en comparación a un alto consumo de alimento, el bajo consumo después del destete incrementa la probabilidad del desarrollo de diarrea (Madec et al., 1998). Por lo tanto, la edad de destete y un alto consumo de alimento post destete son críticos para maximizar el rendimiento en la fase de destete. Para obtener información sobre los aspectos del manejo en la mejora de la ingesta alimentaria post destete, puede dirigirse a: <http://na.picgenus.com/resources.aspx>.

Alimentación por fases

Usualmente se aplican de 3 a 4 dietas durante el período de destete basadas en el desarrollo del sistema digestivo de los lechones destetados (Tabla 9E).

Cerdos de 3,5 - 7,5 kg

Los cerdos destetados que pesan menos de 5,5 kg se enfrentan a un gran desafío para adaptarse al ambiente de destete y alimentación; por esta razón, es estrictamente necesario estimular el desarrollo de sistemas que no produzcan promedios rutinarios de peso menores a 5,5 kg. Cerdos bajo los 7,5 kg requiere de una dieta diseñada para maximizar el consumo de alimento. Es así que, comparadas con las fases subsiguientes, este tipo de dietas generalmente tienen un gran impacto en el costo por tonelada debido a una mayor inclusión de carbohidratos altamente digestibles y fuentes de proteínas (harina de pescado, plasma animal, harina de soya enzimáticamente tratada, etc.). Los carbohidratos altamente digestibles más utilizados son las fuentes de lactosa como el suero de leche en polvo, el suero de leche, etc. Otras fuentes de carbohidratos altamente digestibles pueden reemplazar parte de la lactosa si el precio de los insumos es conveniente (Por ejemplo: maltosa, dextrosa, maíz micronizado, arroz micronizado, maltodextrina, etc.). Se debe poner cuidado en el tipo de lactosa y, generalmente, la opción preferida son las fuentes de lactosa comestible (Bergstrom et al., 2007). De manera similar, las evidencias demuestran que distintas fuentes de harina de pescado (por ejemplo, con distinta proteína cruda, ceniza y niveles de aceite) tienen efectos diferentes en el desempeño productivo (Jones et al., 2015).

SID Lys en esta dieta es ligeramente superior a las dietas de destete tardío. Se requiere una práctica estandar para una mínima inclusión de harina de soya para apoyar la adaptación de los cerdos a una dieta más simple en las fases subsiguientes; sin embargo, es importante considerar la calidad de la harina de soya disponible (Por ejemplo: factores anti nutricionales, niveles de proteína cruda y sobre calentamiento). Investigación ha demostrado que la alta inclusión de aminoácidos sintéticos (hasta un 0,50% de L-Lys HCl) puede usarse como reemplazo parcial de proteínas específicas en tanto se cumplan todos los requisitos de los otros aminoácidos esenciales (Nemecheck et al., 2011).

Cerdos de 7,5 a 11,5 kg

Esta fase tiene menores niveles de proteínas altamente digestibles y fuentes de carbohidratos, pero tiene un incremento en los niveles de harina de soya. En cuanto a las fuentes de lactosa, se prefiere el uso de suero de leche en polvo; sin embargo, el suero de leche permeado de alta calidad puede reemplazar parcialmente a la lactosa.

Cerdos de 11,5 a 23 kg

Esta dieta consta principalmente de una fuente de granos, harina de soya y aminoácidos sintéticos que generalmente contienen ingredientes muy similares a las dietas de cerdos en etapa de finalización. Es de extrema importancia que los cerdos se adapten, tan pronto como sea posible, a comenzar el consumo de dietas basadas en granos de harina de soya. Ajustes menores en la formulación de la dieta en esta fase pueden traer beneficios económicos positivos debido al gran impacto en el costo total de destete (aproximadamente la mitad del total de los costos de alimentación del período de destete).

TABLA 9E. EJEMPLO DE PROGRAMA Y PRESUPUESTO DE ALIMENTACIÓN^a

EDAD DE DESTETE, D	18	21	24
PESO DE DESTETE, KG	5.5	6.5	7.5
PRESUPUESTO DE ALIMENTACIÓN POR CERDO EN KG			
Phase 1	2.3	1.8	1.6
Phase 2	4.1	4.1	3.4
Phase 3	18.1	18.1	18.1
Consumo total de alimentos	24.5	24.0	23.1
Ganancia total	17.2	16.6	15.9
Alimento/ganancia	1.42	1.45	1.46

^aEl presupuesto supone 23 kg de peso final de destete y un F/G demostrado en la tabla de especificaciones de nutrientes de destete.

CERDOS EN FINALIZACIÓN

El objetivo la fase de finalización es formular dietas que permitan una óptima deposición de proteínas y maximizar beneficios económicos.

Los pasos en la dieta de cerdos en finalización son:

- 1) Determinar el nivel de energía más económico;
- 2) Determinar la proporción de lisina: calorías para utilizar por género;
- 3) Determinar la proporción para los otros aminoácidos;
- 4) Determinar nivel de fósforo disponible o digestible;
- 5) Establecer los niveles de calcio, vitaminas, minerales traza, sal y otros ingredientes.

En una revisión de la literatura, Tokach y Gonçalves (2014) resumieron los conceptos clave relacionados con la

energía y los aminoácidos en la alimentación de cerdos en finalización:

Energía alimentaria. *El requerimiento nutricional de cerdos para la deposición de masa magra tiene dos fases diferentes: una fase energético-dependiente y una fase proteico-dependiente. En la fase energético-dependiente, el consumo de alimento es el factor limitante porque la ingesta voluntaria de alimentos está bajo el potencial de crecimiento de los cerdos. Por otro lado, en la fase proteico-dependiente, el consumo no es un factor limitante porque la ingesta voluntaria de alimentos está sobre el requerimiento de deposición de proteínas para cerdos (Dunkin et al., 1986). Cualquier consumo más allá de lo requerido para la deposición máxima de proteínas resulta en un aumento de la deposición de grasas (Campbell et al., 1988). Si un cerdo consume una cantidad de alimento más allá de lo requerido para deposición máxima de proteínas depende de varios factores, incluidos el potencial genético de los cerdos, la densidad energética de la dieta y las restricciones medioambientales (Por ejemplo: espacio disponible, capacidad del comedero y su ajuste). En general, genética moderna permanece en una etapa de crecimiento energético-dependiente a pesos corporal más altos que en el pasado. De esta manera, se puede alimentar a discreción a peso corporal más elevado que en el pasado sin exceso de depósito de grasa.*

Durante la fase de crecimiento energético-dependiente, las dietas deberían ser formuladas en base a una proporción lisina: energía como un incremento del consumo de alimento y requerimiento de aminoácidos con el fin de respaldar la deposición extra de proteínas que se puede llevar a cabo con la energía extra.

En la fase de crecimiento proteico-dependiente, cuando los cerdos consumen más energía que la requerida para la deposición máxima de proteínas, las dietas deberían estar formuladas para reunir el requerimiento de gramos por día. Por consiguiente, cualquier aumento en el consumo puede ir acompañado de una reducción en los niveles de aminoácidos en la dieta, puesto que el cerdo no aumentará aún más la deposición de proteínas con la energía extra.

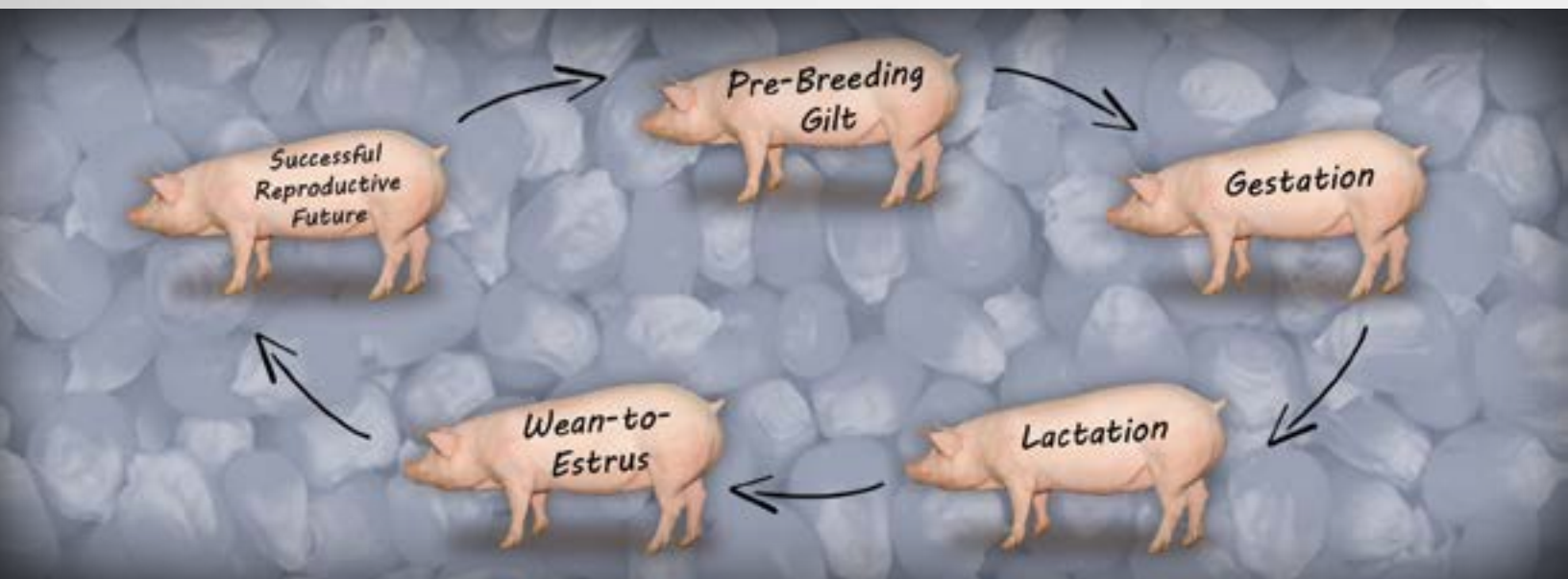
De nuevo es importante tener en cuenta que el punto de transición de los cerdos desde la fase de crecimiento energético-dependiente a la fase proteico-dependiente, obedece altamente al genotipo y sexo. Los machos rara vez comerán lo suficiente antes de obtener pesos de mercado para maximizar la deposición de proteínas. Del mismo modo, las hembras jóvenes de muchos genotipos, estarán en la fase de crecimiento energético-dependiente hasta los pesos de mercado, bajo la mayoría de condiciones de campo. Por el contrario, los machos castrados físicamente o castrados inmunológicamente suelen tener una ingesta diaria de energía más allá de sus necesidades para la deposición máxima de proteína en las fases posteriores de finalización.

Aminoácidos en la dieta. *Alimentar dietas que están por debajo del requerimiento de aminoácidos disminuirán la deposición de proteínas y aumentarán la deposición de grasa (Main et al., 2008). Los aminoácidos consumidos en el periodo de finalización tienen un mayor impacto en el contenido de carne magra. En general, las deficiencias de aminoácidos que no tienen un mayor impacto en la ingesta de alimento (Ej. Lisina, metionina, treonina), resultarán en un mayor incremento en el contenido de grasa en comparación a las dietas deficientes en aminoácidos, las cuales, tienen un mayor impacto en la ingesta de alimento menor a lo requerido (ex. triptófano, valina, isoleucina).*

Las especificaciones nutricionales que se presentan al final de este manual sirven respectivamente para la optimización del crecimiento del tejido magro para el mercado de las hembras jóvenes y los machos castrados. El rendimiento se determina bajo condiciones comerciales. Las especificaciones de lisina se presentan en gramos por Mcal del NRC (National Research Council), EN (Energía Neta) y EM (Energía Metabolizable). Hay dos enfoques típicos para la alimentación en los criaderos de cerdos tanto para hembras jóvenes como machos castrados: 1) uso de un promedio del requerimiento de SID lisina entre las hembras y los machos castrados, o 2) uso del requerimiento de SID lisina para hembras jóvenes. Después de cada tabla se proporciona un ejemplo de cómo calcular el porcentaje del nivel de SID lisina de una dieta. Cuando se formulan los niveles de energía variables de las dietas, se debe seguir la SID lisina: relación de calorías que se proporciona en las tablas. Los niveles reales de energía en la dieta requieren de una serie de consideraciones específicas de mercado y entorno (Usry et al., 1997). Esto también se discute en los capítulos introductorios de este manual.

Para ayudar a evitar prácticas inadecuadas y alcanzar el desempeño esperado, se deben seguir las características nutricionales mínimas que aparecen en la tabla siguiente. Típicamente, los estimulantes nutricionales para prácticas inadecuadas se pueden aplicar cuando los aminoácidos, el sodio y / o los niveles de fósforo no son adecuados. Las interrupciones y las restricciones alimentarias también pueden representar factores de riesgo favorables a la aparición de prácticas inadecuadas. Otras condiciones medioambientales que pueden causar prácticas inadecuadas se discuten en el Manual de destete a venta PIC en el link: <http://na.picgenus.com/resources.aspx>.

HITOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE HEMBRAS



Las cerdas de PIC son altamente eficientes. La sobrealimentación y la subalimentación debe ser evitado para maximizar el éxito de las cerdas PIC y de sus camadas.

TABLA 10A. RÉGIMEN DE ALIMENTACIÓN DE HEMBRAS ADULTAS^a

ETAPA	CANTIDAD, kg/d	NRC MCAL EM/d	NRC MCAL EN/d	TIPO DE ALIMENTO
Hembra pre-reproductora	Alimentación a discreción			Desarrollador de hembras jóvenes ^e
Gestación: 0 to 28 d				
Hembra joven	1.8	5.9	4.3	Gestación
Hembra adulta	2.3	7.3	5.4	Gestación
Gestación: 29 to 90b d				
Hembra joven	1.8	5.9	4.3	Gestación
Hembra adulta	1.8	5.9	4.3	Gestación
Gestación : 90 to 114c d				
Hembra joven	2.7	8.8	6.5	Gestación
Hembra adulta	1.8	5.9	4.3	Gestación
Independientemente de la fase de gestación:				
Hembras adultas delgadas	3.2	10.3	7.6	Gestación
Hembras adultas gordas	1.6	5.1	3.8	Gestación
Hembra pre-parto 2 to 4 d	2.3	7.3	5.4	Lactancia
Lactancia: a 1 d del destete				
Alimentación a discreción ^d				Lactancia
Destete mediante la cría				
Alimentación a discreción				Gestación ^f
Alimentación a discreción				Gestación ^f
Ideal/hembras adultas gordas	3.6			Gestación ^f

^aSupone 3230 kcal NRC EM/kg o 2390 kcal NRC EN/kg para la gestación y 3362 kcal NRC EM/kg o 2488 kcal NRC EN/kg para las dietas de lactancia.

^bEl objetivo es recuperar las reservas corporales (grasa, proteínas, minerales óseos) a los 28 d de gestación.

^cPromedio del período de gestación, 116 d.

^dLa alimentación completa o los comederos automáticos son comunes en la lactancia en muchos de los productores alrededor del mundo. Esto permite el acceso de la hembra al alimento 24 horas al día. No debería haber restricción para una hembra productora de leche. Siempre y cuando el estado físico de gestación se mantenga en línea, las hembras comerán tanto como gusten sin una reducción de la ingesta alimentaria en la lactancia.

^eDespués de 170 días de edad, las hembras jóvenes pueden pasar a la dieta de gestación.

^fCuando sea posible, la hembra que ha dejado de amamantar debe ser alimentada 2 a 3 veces al día; la hembra gestante puede ser alimentada 1 o 2 veces por día. Las hembras gestantes una vez al día pueden mitigar la inexactitud de las cajas de alimento y reducir la actividad cuando la alimentación automática no está disponible.

HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES DINÁMICAS



La toma de decisiones en un sistema de producción porcina requiere un entendimiento profundo de todos los factores clave de la cadena de producción. Por lo tanto, resulta esencial para los nutricionistas disponer de un conjunto de herramientas que les pueden ayudar a navegar a través de escenarios altamente dinámicos y tomar decisiones informadas.

CALCULADOR PIC DE EFICIENCIA CALÓRICA AJUSTADA POR MACHO

Hay múltiples factores que tienen influencia en la eficiencia alimentaria de los cerdos desde el destete a la venta. Los principales factores que afectan la eficiencia alimentaria son el peso corporal de entrada y final, la energía en la dieta y el macho. La mayoría de los sistemas de producción ajustan la eficiencia alimenticia para el peso final en la fase de destete, peso de entrada y final en la fase de finalización con el objeto de conseguir una comparación significativa entre cierres (close outs). Algunos sistemas de producción han incluido un reciente ajuste para la energía alimentaria (Gaines et al., 2012). Se espera un 1% de cambio en la energía neta de la dieta para cambiar la eficiencia alimentaria en un 1% (Euken, 2012). La energía alimentaria cambia a través del tiempo debido a la variabilidad de los pesos de los ingredientes. De esta forma, ajustar por energía para comparar entre cierres y evaluar cambios en el desempeño a través del tiempo es importante. Finalmente, los diferentes machos tienen diferentes tasas de crecimiento y eficiencia alimenticia. De este modo, usando información específica del macho para ajustar por pesos de entrada y salida es posible ahora. Descargue esta herramienta en: http://na.picgenus.com/tech_support/nutrition/adjusted_caloric_efficiency_calculator.aspx

MODELO ECONÓMICO PARA UNA PROPORCIÓN ÓPTIMA DE TRIPTÓFANO:LISINA PARA CERDOS EN FASE INICIACIÓN Y FINALIZACIÓN

Esta herramienta, desarrollada por Kansas State University y Ajinomoto Heartland, calcula la proporción más económico de SID triptófano (Trp) a lisina (Lys) considerando la información específica de su sistema de producción y el precio de mercado. Los modelos subyacentes fueron desarrollados con la utilización de la genética PIC bajo condiciones comerciales. La herramienta también toma en cuenta si el sistema de producción favorece la comercialización de cerdos en un tiempo fijo vs peso fijo y el impacto de diferentes SID Trp: Lys para maximizar la rentabilidad. Descargue esta herramienta en: <http://www.lysine.com/en/tech-info/TrpLys.aspx>

CALCULADOR PARA LA OPTIMIZACIÓN PARA GRANOS SECOS DE DESTILERÍA DE MAÍZ

Este calculador desarrollado por Kansas State University trata de considerar un retorno económico por cerdo desde un cambio en el costo de la dieta, la eficiencia alimenticia y la tasa de crecimiento. No considera impacto económico en el rendimiento o valor de yodo. Descargue esta herramienta en: <http://www.asi.k-state.edu/research-and-extension/swine/calculators.html>

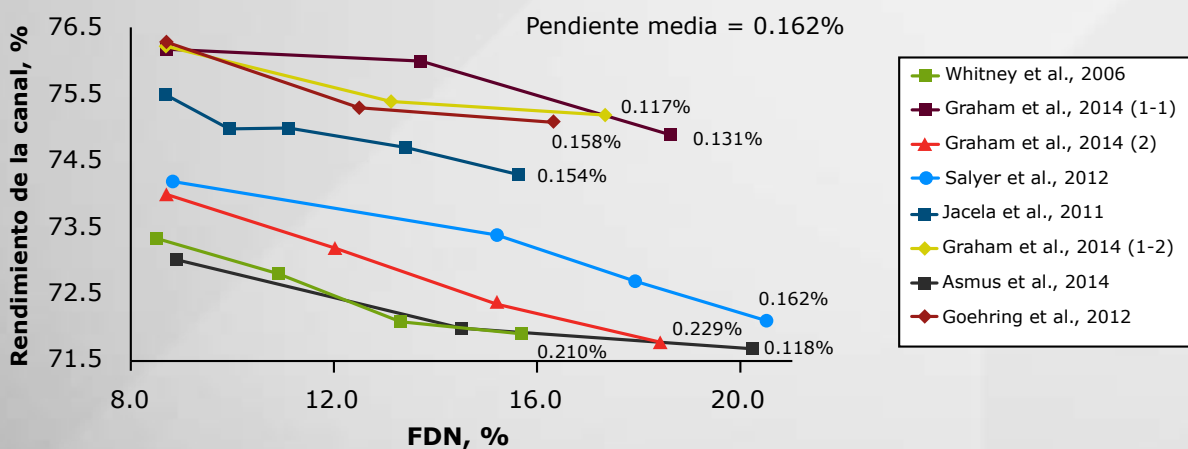


Asegurando un alto rendimiento en canal y calidad de la carne de cerdo es una de las funciones de la nutrición porcina.

INGREDIENTES CON ALTO CONTENIDO EN FIBRA EN LA CALIDAD DE LA CARNE

Múltiples estudios (Jacela et al., 2010b; Asmus et al., 2014; Coble et al., 2015) demuestran que alimentar hasta mercado cerdos con ingredientes de alto contenido en fibra pueden reducir el rendimiento. Se recomienda que dieta con menos de un 9% de fibra de detergente neutro (FDN) debe alimentarse unos 15 a 20 días antes de enviar los cerdos a mercado. La figura 12 A muestra los efectos del incremento de FDN en el rendimiento de la canal. Este también ha demostrado ser el enfoque más económico en múltiples escenarios comerciales. Sin embargo, hay escenarios, en los cuales, los ingredientes altos en fibras pueden ser lo suficientemente económicos como para compensar la disminución del rendimiento.

Figura 12 A. Efectos del incremento de la fibra de detergente neutro en el rendimiento de la canal (Coble et al., 2015).

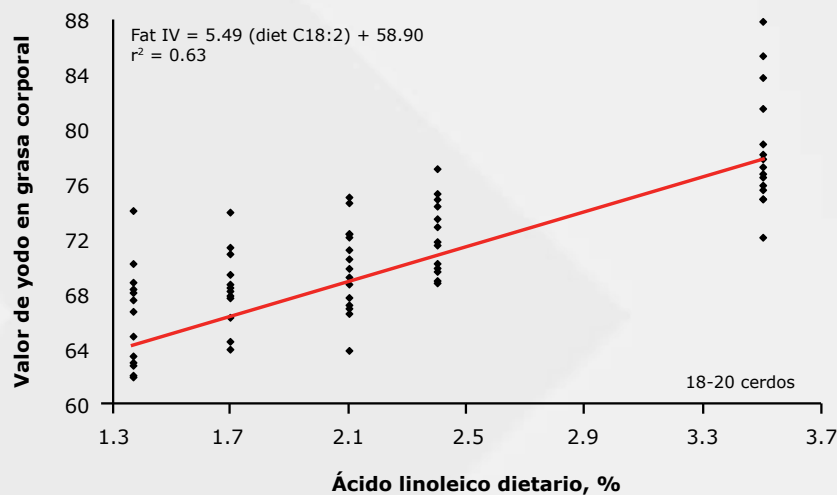


CALIDAD DE GRASA

El estándar actual de medición de la firmeza de la grasa es el valor de yodo, el cual, es una medición de la grasa insaturadas y se expresa en términos de la cantidad de yodo absorbida en una muestra de grasa. Básicamente, el valor de yodo (VY) determina el nivel de insaturación de las grasa a través del número de enlaces dobles en los ácidos grasos. El punto focal de nutrición debería estar en toda la dieta y no en ingredientes individuales dentro de las dietas. Hay muchas ecuaciones disponibles para la predicción del valor de yodo presente en la grasa (Wu et al., 2016), la clave es ser consistente en la ecuación utilizada al momento de comparar estimaciones. PIC desarrolló una ecuación para la predicción la grasa posterior (grasa posterior predecida = $0.32 \times (\text{VYP}) + 52.4$; memo técnico PIC 153). Los esfuerzos para el manejo de la calidad de la grasa deberían estar alineados con los principios establecidos por los procesadores porcinos.

Investigación ha demostrado que el ácido linoleico y linolenico son incrementados en las dietas (Figura 12 B) estos provocarán un aumento en el valor de yodo. Los productores deben trabajar estrechamente con sus nutricionistas para evaluar los ingredientes altos en ácido linoleico en sus dietas.

FIGURA 12 B. LOS EFECTOS DEL ÁCIDO LINOLEICO SOBRE EL VALOR DE YODO EN LA GRASA CORPORAL (MEMO TÉCNICO PIC 153).



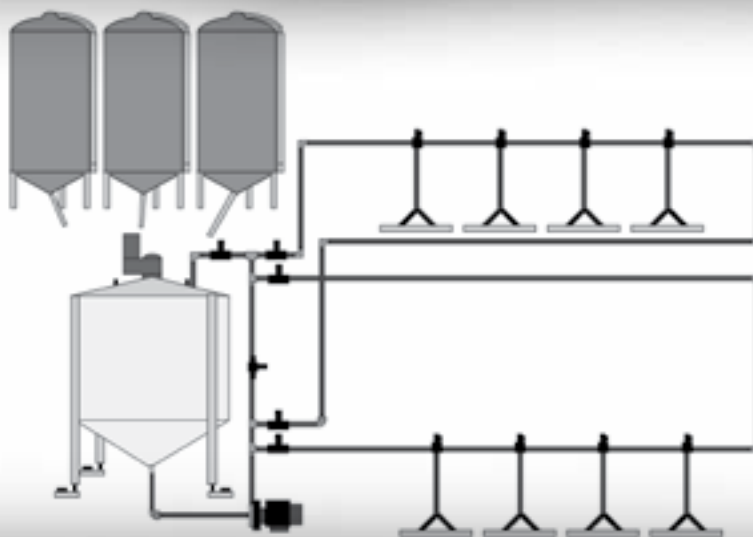
En el siguiente link encontrará un a útil hoja de cálculo para la predicción del valor de yodo: <http://www.asi.k-state.edu/research-and-extension/swine/calculators.html>.

Para más información acceda al resumen PIC de calidad de grasa porcina en: http://www.pic.com/Images/Users/1/salesportal/newsletters/cuttingedge/CuttingEdge1stQ10_Spanish.pdf

Para una información más profunda sobre la calidad de la grasa refiérase a Apple (2013).

SECCIÓN M:

PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE ALIMENTACIÓN DE CERDOS PIC



Los cerdos PIC pueden desempeñarse satisfactoriamente en múltiples entornos y sistemas de producción con desempeño demostrado en todo el mundo.

Para información relacionada con programas específicos de alimentación de cerdos PIC (requerimientos para machos en finalización, inmunocastración, segregación por género, alimentación líquida, alimentación en ambientes calurosos, producción en exteriores, producción de jamón Parma y Serrano), por favor descargue desde [aquí](#).



Un exitoso programa nutricional no sólo necesita una formulación adecuada, sino que también un proceso de fabricación de alimento de alta calidad y consistencia.

Más abajo se discuten el tamaño de partículas y la forma del alimento. Para más información referida a la producción de alimentos, descargue las "Directrices para la producción de alimentos para cerdos PIC" [aquí](#).

TAMAÑO DE PARTÍCULAS

Según la fase de producción, el tamaño de las partículas se puede manejar con el fin de maximizar la digestibilidad de los nutrientes o maximizar longevidad. La investigación demuestra que la reducción por cada 100 micrones en el tamaño de las partículas de grano mejora la eficiencia alimentaria de 1.0 to 1.2% (Steinhart, 2011a). Las recomendaciones indican que el tamaño práctico de partículas generalmente es mayor para los machos, el desarrollo de las hembras de reemplazo y durante la gestación. Por otro lado, el tamaño es menor o más fino para la lactancia, fase de destete y finalización. El tamaño de partícula los granos es influenciado por la metodología de muestreo y, de esta manera, las prácticas consistentes de muestreo son la clave para el manejo exitoso del tamaño de las partículas.

Machos, hembras de reemplazo y gestación

Un enfoque elemental para los machos, hembras de reemplazo y gestación es maximizar la longevidad mientras que se alcanza una buena digestibilidad de los nutrientes. Investigaciones previas han demostrado que un alto o reducido tamaño variable de partículas puede incrementar la incidencia de úlceras estomacales (Steinhart, 2011a) y la mortalidad potencial (Goodband et al., 2002). Basado en la combinación de estos factores es importante seguir un rango aceptable del tamaño de partícula presentados en la Tabla 1A.

TABLE 1A. TAMAÑO DE PARTÍCULA DE GRANO PARA CERDOS PIC^a

Lactancia

El foco del tamaño de partícula para las hembras adultas lactantes es maximizar la digestibilidad de nutrientes

FASE DE PRODUCCIÓN	MEDIDA DEL GRANO MICRON, μ
Machos	750-900
Hembras de reemplazo	750-900
Gestación	750-900
Lactancia	500-600
Destete ^b	500-600
Finalización ^b	450-550
Si sólo un depósito (bin) está disponible para grano molido	550-650
Si sólo dos depósitos (bin) están disponibles para grano molido (preferido)	
Macho, Hembras de reemplazo, y hembras en gestación	750-900
Lactancia, Crianza, y finalización	450-600

^aSi se usa un agente de flujo, el rango óptimo se reducirá en aproximadamente 50 micrones.

^bSi las dietas son peletizadas, el grano puede estar por debajo de los 500 micrones para cerdos en destete y finalización con el fin de mejorar la calidad del pellet.

y, por consiguiente, la producción de leche. Por lo tanto, el tamaño de las partículas debería oscilar desde los 500 a los 600 micrones en promedio. Por la reducción de cada 100 micrones en un rango de 1200 a 400 micrones, el aumento de peso de la camada aumenta un 1,3% (Wondra et al., 1995).

Destete

Usualmente, el tamaño de partícula recomendado para la fase de destete es de 500 a 600 micrones para dietas molidas y, aproximadamente, 400 micrones para dietas peletizadas. El tamaño de la partícula para dietas molidas mayor a 600 micrones reducirá la digestibilidad de los nutrientes y el tamaño de partícula menor a 500 micrones disminuirá el consumo de alimento (Woodworth et al., 2015). La respuesta a la reducción del tamaño de las partículas es similar para el maíz, el sorgo y el trigo (Woodworth et al., 2015).

Finalización

La finalización es la fase de producción donde la digestibilidad de nutrientes debe ser altamente maximizada. La mayoría de las fábricas molerán el grano tanto como sea mientras el alimento fluya sin dificultades en los depósitos (bins), líneas de alimentación y alimentadores. Las dietas peletizadas reducen los problemas del flujo del alimento. Woodworth et al. (2015), en una revisión de la literatura, concluyó que hay un beneficio mínimo en una reducción por debajo de los 600 micrones en las dietas en base a pellet de alta calidad. Sin embargo, a menudo un tamaño de partículas menor, se utiliza para mejorar la calidad del pellet.

Tamaño de partículas y capacidad de almacenamiento de granos

Como se muestra en la Tabla 1A, si la fábrica solamente cuenta con un contenedor para los granos molidos, todas las fases deberían estar entre los 550 y los 650 micrones, sin embargo, nótese que la alimentación de las hembras gestantes con tamaño de partícula fino puede tener un impacto negativo en la mortalidad de cerdas. Por este motivo, se recomienda contar con dos contenedores para grano molido. Otro enfoque consiste en limitar la inclusión de maíz molido en la dieta de gestación y reemplazarlo por otros ingredientes, tales como DDGS que mitiga algunos de los efectos negativos del grano molido fino.

Si la fábrica tiene dos contenedores para almacenar el grano molido, uno podría almacenar el grano de 450 a 600 micrones para lactancia, destete y finalización y el otro de 750 a 900 micrones puede usarse para el grano de los machos, hembras de reemplazo y hembras gestantes.

EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

Para detalles sobre la metodología de muestreo del tamaño de partículas por favor referirse a Steinhart

(2011b) y a Benz y Goodband (2015). Para una metodología actual en la evaluación del tamaño de partículas, por favor visitar: <http://www.asi.k-state.edu/research-and-extension/swine/particle-size-information.html>.

PELLET VS ALIMENTO MOLIDO

Los cerdos alimentados con pellets de alta calidad tendrán mejoras en la eficiencia alimenticia. A medida que la calidad del pellet se reduce, la ventaja de la eficiencia alimenticia declina hasta que no se encuentra ninguna diferencia cuando la alimentación contiene 50% de partículas finas en el alimentador. La formulación de la dieta tiene un mayor impacto en la calidad del pellet. Asimismo, la revisión de la temperatura de la fábrica de pellet, la temperatura de enfriado y la durabilidad del pellet.

Para cerdos en la fase de destete, las dietas en base a pellet durante la primera fase han demostrado un incremento en el consumo de alimento y conversión alimenticia, aproximadamente, en un 8% (Groesbeck et al., 2005) y la mejora del flujo de las dietas (DeRouchey et al., 2007). Sin embargo, debido a la adición de altas cantidades de lactosa y de fuentes especializadas de proteínas, la inclusión de 2 a 3% de grasa es necesaria para facilitar el proceso de peletizado. Las dietas con alta adición de lactosa difícilmente se combinan con el pellet; por lo tanto, se debe tener cuidado cuando se utiliza una proporción alta (Leaver, 1988). Además, las dietas en la fase 1 del proceso de fabricación del pellet con temperaturas menores a 76,6°C usualmente se utilizan para evitar la desnaturalización de proteínas en este tipo de dietas que generalmente contienen altos niveles de plasma de origen animal y productos lácteos (Steidinger et al., 2000). Para dietas en base a pellet, es importante tener menos de un 20% de partículas finas, de lo contrario, es probable que los efectos positivos del proceso de fabricación del pellet se pierdan (Nemechek et al., 2012). Un reciente resumen de experimentos concluyeron que la eficiencia alimenticia aumentaría a 0,03 por cada 10% de incremento en partículas finas (de Jong, 2015).

PIC ha realizado una cantidad de pruebas a gran escala al comparar la forma de alimentación, es decir, molido y pellets para evaluar eficiencia alimenticia. Los resultados de los pruebas comúnmente muestran que la alimentación en base a pellets de alta calidad para cerdos en finalización mejora la eficiencia alimenticia en todas las líneas genéticas, en aproximadamente en un 6% (datos internos PIC). Sin embargo, la mejora en el valor total de los cerdos puede ser mayor (1 a 3%) con alimento molido para algunas líneas genéticas.

SECCIÓN O:

SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN, ESPACIO DE COMEDEROS Y BEBEDEROS



Una vez que una dieta está formulada y fabricada correctamente, el sistema de alimentación adecuado y espacio de comedero debe estar en su lugar. Asimismo, agua ad libitum a través de bebedor adecuado es crítico.

Para más información sobre los sistemas de alimentación, espacio de comederos y los sistemas de bebederos, por favor revise los manuales de manejo PIC en: <http://na.picgenus.com/resources.aspx>.

TABLA DE ESPECIFICACIÓN DE NUTRIENTES

Estas tablas se presentan en porcentaje por razones prácticas. Los nutrientes deben considerarse en gramos de ingesta por día basado en el consumo de alimento del plantel específico.

PIC ESPECIFICACIÓN DE NUTRIENTES PARA MACHOS SEXUALMENTE ACTIVOS

ITEM ^a	UNIDAD	CANTIDAD
NRC EN	kcal/kg	2308
NRC EM	Kcal/kg	3086
Consumo de alimento estimado + 5% pérdida	kg/día	2.5
Fibra detergente neutra (NDF), min.	%	11
AA, Digestibilidad ileal estandarizada		
Lisina	%	0.62
Metionina + cisteína: Lisina	Proporción	70
Treonina: Lisina	Proporción	74
triptófano: Lisina	Proporción	20
Valina: Lisina	Proporción	67
Isoleucina: Lisina	Proporción	58
Leucina: Lisina	Proporción	65
Histidina: Lisina	Proporción	30
Fenilalanina + tirosina:Lisina	Proporción	114
L-Lisina- HCL	%	0.25
Minerales ^d		
Calcio total	%	0.80
Av. fosforo	%	0.40
STTD fosforo ^e	%	0.40
Sodio ^f	%	0.22
Cloruro	%	0.22
Minerales traza añadidos		
Zinc	PPM	125
Hierro	PPM	100
Manganeso	PPM	50
Cobre	PPM	15
Yodo	PPM	0.62
Selenio ^g	PPM	0.3
Vitaminas añadidas ^{h,i}	por kg de dieta	
Vitamina A	UI/kg	11025
Vitamina D	UI/kg	2000
Vitamina E	UI/kg	110
Vitamina K	mg/kg	4
Colina ^j	mg/kg	660
Niacina	mg/kg	44
Riboflavina	mg/kg	10
ácido pantoténico	mg/kg	33
Vitamina B12	mcg/kg	37
Ácido Fólico	mcg/kg	1655
Biotina	mcg/kg	550
Tiamina	mg/kg	2
Vitamina B6 (Piridoxina)	mg/kg	3.3
ácido linoleico	%	1.90

^aEstas especificaciones alimentarias deberían usarse como una guía, las cuales, requieren de un ajuste de la ingesta alimentaria, las condiciones locales y los mercados.

^bLa energía neta se estimó con el uso de un factor de conversión de 0,74 de energía metabolizable. Para las composiciones de diferentes dietas esto puede variar (ej. 0,73 a 0,76) dependiendo de los ingredientes usados

^cLas adiciones máximas de L-lisina-HCl se recomiendan para dietas en base a maíz y harina de soya y deben usarse como una guía.

^dLos valores de calcio y fósforo se liberan debido a la fitasa. Sin embargo, los valores de liberación necesitan basarse en la recomendación establecida por los proveedores desde la investigación científica con evaluación de pares.

^eCantidad total estandarizada de fósforo digestible en el tracto intestinal

^fSodio: si no se conocen los niveles de sodio en los ingredientes principales, utilice al menos un 80% de sodio procedente de cloruro de sodio.

^gEl selenio orgánico se usa comúnmente para los machos.

^hLa tendencia en el caso de los machos es de 2,5 x NRC para vitaminas en general con márgenes extras establecidos para varios micronutrientes.

Agregar 5,1 UI de vitamina E/kg para una dieta completa por cada 1% de grasa sobre el 3% del total de la grasa alimentaria.

ⁱEl peletizado y/o la expansión disminuye la estabilidad de vitaminas en un rango de 10-12% y entre un 15-20% respectivamente. Consulte a los fabricantes de vitaminas para verificar la estabilidad específica de éstas bajo condiciones de alimentación en base a peletizado, en caso se requiera de una fortificación adicional.

^jEl contenido de colina se basa en las dietas de maíz y harina de soya. Para otras composiciones, se debe alcanzar un nivel total de 1325 mg de colina por kg.

Estas tablas se presentan en porcentaje por razones prácticas. Los nutrientes deben considerarse en gramos de ingesta por día basado en el consumo de alimento del plantel específico.

PIC ESPECIFICACIÓN DE NUTRIENTES PARA EL DESARROLLO DE LAS HEMBRAS DE REEMPLAZO

ITEM ^a	UNIDAD	PESO CORPORAL, KG				
		23-40	40-60	60-80	80-105	105-135
AA, Digestibilidad ileal estandarizada						
Lisina:Caloría EN ^b	g/Mcal	4.94	4.18	3.58	3.17	3.03
Lisina:Caloría EM ^b	g/Mcal	3.67	3.10	2.65	2.35	2.26
Metionina+cisteína:Lisina	Proporción	56	57	57	58	58
Treonina:Lisina	Proporción	61	62	63	64	66
Triptófano:Lisina	Proporción	18	18	18	18	18
Valina:Lisina	Proporción	67	67	67	67	67
Isoleucina:Lisina	Proporción	56	56	56	56	56
Leucina:Lisina	Proporción	101	101	101	101	102
Histidina:Lisina	Proporción	34	34	34	34	34
Fenilalanina+Tirosina:Lisina	Proporción	94	94	94	95	96
L-Lisina-HCL, max ^c	%	0.45	0.40	0.35	0.275	0.25
Minerales ^d						
Calcio Total	%	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Av. fósforo	%	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
STTD fósforo	%	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Sodio ^e	%	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cloruro	%	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Minerales trazas añadidos						
Zinc	PPM	120	120	125	125	125
Hierro	PPM	80	80	100	100	100
Manganeso	PPM	30	30	50	50	50
Cobre	PPM	12	12	15	15	15
Yodo	PPM	0.4	0.4	0.35	0.35	0.35
Selenio	PPM	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitaminas añadidas ^g	Por kg de dieta					
Vitamina A	IU/kg	6615	6615	9920	9920	9920
Vitamina D	IU/kg	1215	1215	1985	1985	1985
Vitamina E ^h	IU/kg	33	33	66	66	66
Vitamina K	mg/kg	3.3	3.3	4.4	4.4	4.4
Colina ⁱ	mg/kg	---	---	660	660	660
Niacina	mg/kg	40	40	44	44	44
Riboflavina	mg/kg	6	6	10	10	10
Ácido Pantoténico	mg/kg	20	20	33	33	33
Vitamina B12	mcg/kg	26	26	37	37	37
Ácido Fólico	mcg/kg	---	---	1325	1325	1325
Biotina	mcg/kg	---	---	220	220	220
Tiamina	mg/kg	---	---	2.2	2.2	2.2
Piridoxina	mg/kg	---	---	3.3	3.3	3.3

^aEstas especificaciones alimentarias deben ser usadas como una guía, las cuales requieren de un ajuste para la ingesta de alimentos, condiciones locales y los mercados.

^bLas especificaciones de lisina se basan en una serie de 27 pruebas conducidas bajo condiciones comerciales de investigación (9 de ellas en colaboración con JBS United).

Estas ecuaciones son válidas únicamente para los cerdos de 23 a 135 kg de peso corporal.

La ecuación utilizada para el requerimiento de lisina en hembras es de g/Mcal EM: $0.000043*(\text{peso}*2.2046)^2 - 0.02154*(\text{peso}*2.2046) + 4.9538$.

La ecuación utilizada para el requerimiento de lisina en hembras es de g/Mcal EN: $0.000056*(\text{peso}*2.2046)^2 - 0.02844*(\text{peso}*2.2046) + 6.6391$.

El cálculo del % SID lisina para para la dieta en la fase de peso de 23-40 kg es de:

(Lisina: proporción de calorías * NRC EN de dieta, kcal/kg)/10000

Ejemplo = $(4.94*2425)/10000 = 1.20\%$ SID lisina.

^cLas adiciones máximas de L-lisina-HCl se recomiendan para dietas en base a maíz y harina de soja y deben usarse como una guía.

^dLos valores de calcio y fósforo se liberan debido a la fitasa. Sin embargo, los valores de liberación necesitan basarse en la recomendación establecida por los proveedores desde la investigación científica con evaluación de pares.

^eCantidad total estandarizada de fósforo digestible en el tracto intestinal

^fSodio: si no se conocen los niveles de sodio en los ingredientes principales, utilice al menos un 80% de sodio procedente de cloruro de sodio.

^gEl peletizado y/o la expansión disminuye la estabilidad de vitaminas en un rango de 10-12% y entre un 15-20% respectivamente. Consulte a los fabricantes de vitaminas para verificar la estabilidad específica de éstas bajo condiciones de alimentación en base a peletizado, en caso que se requiera de una fortificación adicional.

^hAgregar 5,1 UI de vitamina E/kg para una dieta completa por cada 1% de grasa sobre el 3% del total de la grasa alimentaria.

ⁱEl contenido de colina se basa en las dietas de maíz y harina de soja. Para otras composiciones, se debe alcanzar un nivel total de 1325 mg de colina por kg.

Estas tablas se presentan en porcentaje por razones prácticas. Los nutrientes deben considerarse en gramos de ingesta por día basado en el consumo de alimento del plantel específico.

ESPECIFICACIÓN PIC DE NUTRIENTES PARA HEMBRAS PRIMERIZAS Y MULTÍPARAS DURANTE GESTACIÓN EN CONDICIÓN CORPORAL IDEAL.

ITEM ^{a,b}	UNIDAD	PRIMERIZAS	MULTÍPARAS	PLANTEL
NRC Energía Neta (NE) dieta ^c	kcal/kg	2390	2390	2390
NRC EN, d 0-28	Mcal/d	4.3	5.4	---
NRC EN, d 28-90	Mcal/d	4.3	4.3	---
NRC EN, d 90-112	Mcal/d	6.5	4.3	---
NRC Energía Metabolizable (EM) dieta	kcal/kg	3230	3230	3230
NRC EM, d 0-28	Mcal/d	5.9	7.3	---
NRC EM, d 28-90	Mcal/d	5.9	5.9	---
NRC EM, d 90-112	Mcal/d	8.8	5.9	---
Consumo de alimento estimado+ 5% pérdida ^{d,e}	kg/día	2.18	2.09	2.13
AA, Digestibilidad ileal estandarizada				
Lisina	%	0.60	0.60	0.60
(metionina + cisteína:Lisina)	Proporción	70	70	70
Treonina:Lisina	Proporción	76	76	76
Triptófano:Lisina	Proporción	19	19	19
Valina:Lisina	Proporción	71	71	71
Isoleucina:Lisina	Proporción	58	58	58
Leucina:Lisina	Proporción	92	92	92
Histidina:Lisina	Proporción	35	35	35
Fenilalanina + Tirosina:Lisina	Proporción	96	96	96
L-Lysine-HCl, max. ^f	%	0.25	0.25	0.25
Minerales ^g				
Calcio Total	%	0.85	0.85	0.85
Av. Fosforo	%	0.40	0.40	0.40
STTD Fosforo ^h	%	0.44	0.44	0.44
Sodio ⁱ	%	0.24	0.24	0.24
Cloruro	%	0.24	0.24	0.24
Minerales traza añadidos				
Zinc	PPM	125	125	125
Hierro	PPM	100	100	100
Manganeso	PPM	50	50	50
Cobre	PPM	15	15	15
Yodo	PPM	0.35	0.35	0.35
Selenio	PPM	0.3	0.3	0.3
Vitaminas añadidas ^{j,k}	Por kg de dieta			
Vitamina A	IU/kg	9920	9920	9920
Vitamina D	IU/kg	1985	1985	1985
Vitamina E ^l	IU/kg	66	66	66
Vitamina K	mg/kg	4.4	4.4	4.4
Colina ^m	mg/kg	660	660	660
Niacina	mg/kg	44	44	44
Riboflavina	mg/kg	10	10	10
Ácido Pantoteico	mg/kg	33	33	33
Vitamina B12	mcg/kg	37	37	37
Ácido fólico	mcg/kg	1325	1325	1325
Biotina	mcg/kg	220	220	220
Tiamina	mg/kg	2.2	2.2	2.2
Vitamina B6	mg/kg	3.3	3.3	3.3

^aEstas especificaciones alimentarias deben ser usadas como una guía, las cuales requieren de un ajuste para la ingesta de alimentos, condiciones locales y los mercados.

^bHipótesis: Primeriza – 135 kg de peso corporal en la cubrición y 34 kg de aumento de peso materno neto, múltipara – 180 kg de peso corporal en período de reproducción y 9 kg de aumento de peso materno neto.

^cLa energía neta se estimó con el uso de un factor de conversión de 0,74 de energía metabolizable. Para las composiciones de diferentes dietas esto puede variar (ej. 0,73 a 0,76) dependiendo del uso de los ingredientes.

^dA las hembras adultas delgadas, se les provee de un 10,2 Mcal ME o 7,6 Mcal NE por día hasta la recuperación. A hembras adultas gordas, se les provee de un 5,2 Mcal ME o 3,8 Mcal NE por día hasta que retornen a condiciones ideales.

^eSi las hembras gestantes, adultas y jóvenes, son alimentadas con una cantidad menor a la recomendada por día, los niveles de porcentaje deben ser ajustados para alcanzar una cantidad mínima diaria de gramos de cada nutriente.

^fLas adiciones máximas de L-lisina-HCl se recomiendan para dietas en base a maíz y harina de soya y deben usarse como una guía.

^gLos valores de calcio y fósforo se liberan debido a la fitasa. Sin embargo, los valores de liberación necesitan basarse en la recomendación establecida por los proveedores desde la investigación científica con evaluación de pares.

^hCantidad total estandarizada de fósforo digestible en el tracto intestinal

ⁱSodio: si no se conocen los niveles de sodio en los ingredientes principales, utilice al menos un 80% de sodio procedente de cloruro de sodio.

^jEn general, las vitaminas para hembras jóvenes y adultas tienden a ser de 2.5 x NRC.

^kEl peletizado y/o la expansión disminuye la estabilidad de vitaminas en un rango de 10-12% y entre un 15-20% respectivamente. Consulte a los fabricantes de vitaminas para verificar la estabilidad específica de éstas bajo condiciones de alimentación en base a peletizado, en caso que se requiera de una fortificación adicional.

^lAgregar 5,1 UI de vitamina E/kg para una dieta completa por cada 1% de grasa sobre el 3% del total de la grasa alimentaria.

^mEl contenido de colina se basa en las dietas de maíz y harina de soya. Para otras composiciones dietéticas, se debe alcanzar un nivel total de 1325 mg de colina por kg.

Estas tablas se presentan en porcentaje por razones prácticas. Los nutrientes deben considerarse en gramos de ingesta por día basado en el consumo de alimento del plantel específico.

ESPECIFICACIONES PIC DE NUTRIENTES PARA HEMBRAS PRIMERIZAS Y MULTÍPARAS EN LACTANCIA.

ITEM ^{a,b}	UNIDAD	PRIMERIZAS	MULTÍPARAS	PLANTEL
Pérdida de peso corporal	%	<10	<10	<10
Pérdida de grasa, Max ^b	mm	0-2	0-2	0-2
Crecimiento de la camada	kg/d	2.50	2.72	2.61
NRC EN	kcal/kg	2489	2489	2489
NRC EN	Mcal/d	13.0	15.4	14.9
NRC EM	kcal/kg	3362	3362	3362
NRC EM	Mcal/d	17.5	20.7	20.1
Promedio de consumo de alimento (21-d lactancia)	kg/d	5,22	6,01	5,99
Promedio de consumo de alimento (28-d lactancia)	kg/d	5,49	6,44	6,26
AA, Digestibilidad ileal estandarizada				
Lisina	g/d	63	63	63
Lisina (21-d lactancia)	%	1.21	1.02	1.05
Lisina (28-d lactancia)	%	1.15	0.98	1.01
Metionina + Cisteína:Lisina	Proporción	53	53	53
Treonina:Lisina	Proporción	64	64	64
Triptófano:Lisina	Proporción	19	19	19
Valina:Lisina	Proporción	64	64	64
Isoleucina:Lisina	Proporción	56	56	56
Leucina:Lisina	Proporción	114	113	114
Histidina:Lisina	Proporción	40	40	40
Fenilalanina + Tirosina:Lisina	Proporción	113	112	113
L-Lisina-HCl, max. ^d	%	0.45	0.45	0.45
Minerales ^e				
Calcio Total	%	0.85	0.85	0.85
Av. Fosforo	%	0.40	0.40	0.40
STTD Fosforo ^f	%	0.44	0.44	0.44
Sodio ^g	%	0.24	0.24	0.24
Cloruro	%	0.24	0.24	0.24
Minerales traza añadidos				
Zinc	PPM	125	125	125
Hierro	PPM	100	100	100
Manganeso	PPM	50	50	50
Cobre	PPM	15	15	15
Yodo	PPM	0.35	0.35	0.35
Selenio	PPM	0.3	0.3	0.3
Vitaminas añadidas ^{h,i}				
Vitamina A	IU/kg	9920	9920	9920
Vitamina D	IU/kg	1985	1985	1985
Vitamina E ^j	IU/kg	66	66	66
Vitamina K (menadione)	mg/kg	4.4	4.4	4.4
Colina ^k	mg/kg	660	660	660
Niacina	mg/kg	44	44	44
Riboflavina	mg/kg	10	10	10
Ácido Pantoteico	mg/kg	33	33	33
Vitamina B12	mcg/kg	37	37	37
Ácido Fólico	mcg/kg	1325	1325	1325
Biotina	mcg/kg	220	220	220
Tiamina	mg/kg	2.2	2.2	2.2
Vitamina B6 (Piridoxina)	mg/kg	3.3	3.3	3.3

^aEstas especificaciones alimentarias deben ser usadas como una guía, las cuales, requieren de un ajuste para la ingesta de alimentos, condiciones locales y los mercados.

^bHipótesis: Primeriza – 135 kg de peso corporal en la cubrición y 34 kg de aumento de peso materno neto, multipara – 180 kg de peso corporal en periodo de reproducción y 9 kg de aumento de peso materno neto. Estimación de 175 kg de peso corporal post-parto, 10 kg de pérdida de peso y 2500-2800 g/d de crecimiento de la camada.

^cLa energía neta se estimó con el uso de un factor de conversión de 0,74 de energía metabolizable. Para las composiciones de diferentes dietas esto puede variar

(ej. 0,73 a 0,76) dependiendo del uso de los ingredientes.

^dLas adiciones máximas de L-lisina-HCl se recomiendan para dietas en base a maíz y harina de soya y deben usarse como una guía.

^eLos valores de calcio y fósforo se liberan debido a la fitasa. Sin embargo, los valores de liberación necesitan basarse en la recomendación establecida por los proveedores desde la investigación científica con evaluación de pares.

^fCantidad total estandarizada de fósforo digestible en el tracto intestinal

^gSodio: si no se conocen los niveles de sodio en los ingredientes principales, utilice al menos un 80% de sodio procedente de cloruro de sodio.

^hEn general, las vitaminas para hembras adultas tienden a ser de 2.5 x NRC.

ⁱEl peletizado y/o la expansión disminuye la estabilidad de vitaminas en un rango de 10-12% y entre un 15-20% respectivamente. Consulte a los fabricantes de vitaminas para verificar la estabilidad específica de éstas bajo condiciones de alimentación en base a peletizado, en caso que se requiera de una fortificación adicional.

^jAgregar 5,1 UI de vitamina E/kg para una dieta completa por cada 1% de grasa sobre el 3% del total de la grasa alimentaria.

^kEl contenido de colina se basa en las dietas de maíz y harina de soya. Para otras composiciones dietéticas, se debe alcanzar un nivel total de 1325 mg de colina por kg.

Estas tablas se presentan en porcentaje por razones prácticas. Los nutrientes deben considerarse en gramos de ingesta por día basado en el consumo de alimento del plantel específico.

ESPECIFICACIÓN PIC DE NUTRIENTES PARA CERDOS EN LA FASE DE DESTETE

ITEM ^a	UNIT	PESO CORPORAL, KG			
		3.5-5.5	5.5-7.5	7.5-11.5	11.5-23
Tasa de Crecimiento	lb/d	---	0,23	0,41	0,66
Consumo de Alimento ^b	lb/d	---	0,26	0,54	1,00
Covercion alimenticia (F/G)	Proporción	---	1.16	1.31	1.52
NRC EN ^{c,d}	kcal/lb	2513	2513	2513	2513
NRC EMc	kcal/lb	3395	3395	3395	3395
AA, Digestibilidad ileal estandarizada ^e					
Lisina	%	1.46	1.46	1.42	1.33
Metionina + cisteina:Lisina	Proporción	58	58	58	58
Treonina:Lisina	Proporción	60	60	60	60
Triptófano:Lisina	Proporción	20	20	19	19
Valina:Lisina	Proporción	67	67	67	67
Isoleucina:Lisina ^f	Proporción	55	55	55	55
Leucina:Lisina	Proporción	100	100	100	100
Histidina:Lisina	Proporción	34	34	34	34
Fenilalanina + Tirosina:Lisina	Proporción	92	92	92	92
Minerales ^{g,h}					
Calcio Total	%	0.85	0.85	0.79	0.71
Fósforo disponible	%	0.55	0.55	0.40	0.37
STTD Fósforo ^h	%	0.57	0.57	0.44	0.39
Sodio ⁱ	%	0.35-0.60	0.35-0.40	0.25-0.30	0.25
Cloruro	%	0.35-0.60	0.35-0.40	0.25-0.30	0.25
Minerales traza añadidos					
Zinc ^j	PPM	150	150	150	150
Hierro ^k	PPM	200	200	200	200
Manganeso	PPM	50	50	50	50
Cobre ^l	PPM	18	18	18	18
Yodo	PPM	0.65	0.65	0.65	0.65
Selenio	PPM	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitaminas añadidas ^{m,n}	Por kg de dieta				
Vitamina A	IU/lb	11025	11025	11025	11025
Vitamina D	IU/lb	1765	1765	1765	1765
Vitamina E	IU/lb	85	85	85	85
Vitamina K	mg/lb	5.5	5.5	5.5	5.5
Colina ^o	mg/lb	595	595	595	595
Niacina	mg/lb	70	70	70	70
Riboflavina	mg/lb	13	13	13	13
Ácido Pantoténico	mg/lb	40	40	40	40
Vitamina B12	mcg/lb	55	55	55	55
Ácido Fólico	mcg/lb	1050	1050	1050	1050
Biotina	mcg/lb	275	275	275	275
Tiamina	mg/lb	3.5	3.5	3.5	3.5
Piroxidina	mg/lb	7.0	7.0	7.0	7.0
Especificaciones maximas					
Harina de soya ^p	%	15	20	28	28-32
Lisina Total:PC ^q	Proporción	7.1	7.1	7.1	7.1
Especificaciones recomendadas					
Proteína Altamente digestiva ^r	%	8-12	5-10	3-5	---
Carbohidrato Altamente digestivo ^s	%	20	15	7.5	---
Grasas Añadidas ^t	%	2 to 3	3 to 5	3 to 5	3 to 5

^aEstas especificaciones alimentarias deben ser usadas como una guía y adaptadas a las condiciones locales, la legislación y los mercados. Todos los valores utilizando valores de carga de ingredientes NRC (2012).

^bPromedio supuesto de consumo de pellet para cerdos de 11,5-23 kg. Agregar un 5% por molienda y mezclado.

^cLos niveles de energía son directrices y deberían ajustarse de acuerdo a los valores comerciales y a un escenario específico.

^dLa energía neta se estimó con el uso de un factor de conversión de 0,74 de energía metabolizable. Para las composiciones de diferentes dietas esto puede variar (e.g. 0,73 a 0,76) dependiendo del uso de los ingredientes.

^eLos nutrientes deberían evaluarse en la alimentación con diferentes valores de energía.

^fUna dieta con < 2% de glóbulos sanguíneos. Sobre el 2% de glóbulos sanguíneos de Isoleucina SID: la Lisina debería ser un 0,60.

^gLos valores de calcio y fósforo se liberan debido a la fitasa. Sin embargo, los valores de liberación necesitan basarse en la recomendación establecida por los proveedores desde la investigación científica con evaluación de pares.

^hCantidad total estandarizada de fósforo digestible en el tracto intestinal

ⁱSodio: si no se conocen los niveles de sodio en los ingredientes principales, utilice al menos un 80% de sodio procedente de cloruro de sodio.

^jMáxima duración desde el destete hasta los 11,5 kg. Altos niveles de zinc para mejorar el desempeño de crecimiento: < 7,5 kg utilizar 3000 PPM; y desde 7,5 hasta 11,5 kg utilizar 2000 PPM. Otros países tienen regulaciones diferentes en cuanto al uso de zinc como promotor del crecimiento, siga las regulaciones de su país.

^kEl hierro suplementario es de 200 ppm debido al contenido sustancial de hierro de fosfato di-cálcico y por la alta ingesta de hierro fomenta la proliferación de E. coli en cerdos jóvenes.

^lAltos niveles de cobre para la mejora del desempeño de crecimiento (250 PPM para cerdos de 11,5 a 23 kg. Se asumen formas inorgánicas. Otros países tienen regulaciones diferentes en cuanto al uso de cobre como promotor de crecimiento. Siga las regulaciones de su país.

^mVitaminas suplementadas en un promedio de 4 x NRC (2012). Agregar 5,1 UI de vitamina E/kg para una dieta completa por cada 1% de grasa sobre el 3% del total de la grasa alimentaria.

ⁿEl peletizado y/o la expansión disminuye la estabilidad de vitaminas en un rango de 10-12% y entre un 15-20% respectivamente. Consulte a los fabricantes de vitaminas para verificar la estabilidad específica de éstas bajo condiciones de alimentación en base a peletizado, en caso que se requiera de una fortificación adicional.

^oEl contenido de colina se basa en las dietas de maíz y harina de soya. Para otras composiciones dietéticas, se debe alcanzar un nivel total de 1325 mg de colina por kg de 7,5-11,5 kg y 32% para cerdos de 11,5-23 kg).

^pBasado en Ratliff et al., 2005.

^qPor ejemplo, harina de pescado de alta calidad, plasma de origen animal, harina de sangre, harina de soya enzimáticamente tratada, etc.

^rLa fuente de carbohidratos altamente digestibles más común es la lactosa de grado comestible. Otras fuentes de carbohidratos altamente digestibles que pueden reemplazar en parte la lactosa, si el precio es conveniente, son: maltosa, dextrina, maíz micronizado, arroz micronizado, maltodextrina, etc.

^sSi en la fase 1 se aplica pellet, utilice al menos de 2 a 3% de grasa añadida para facilitar el proceso de peletizado.

Estas tablas se presentan en porcentaje por razones prácticas. Los nutrientes deben considerarse en gramos de ingesta por día basado en el consumo de alimento del plantel específico.

ESPECIFICACIONES PIC DE NUTRIENTES PARA FINALIZACIÓN DE HEMBRAS

ITEM ^a	UNIDAD	PESO CORPORAL, KG						105-MERCADO W/ RACTOPAMINA	
		23-40	40-60	60-80	80-105	105 - MERCADO	105-MERCADO W/ RACTOPAMINA		
							<21 D	>21 D	
Tasa de Crecimiento	kg/d	0.81	0.87	0.98	0.94	0.90	1.02	0.98	
Consumo de Alimento ^b	kg/d	1.36	1.94	2.54	2.59	2.71	2.77	2.81	
Conversión Alimenticia (F/G)	Proporción	1.69	2.24	2.60	2.75	3.02	2.71	2.88	
AA, Digestibilidad ileal estandarizada									
Lysine:Calorie NE ^b	g/Mcal	4.94	4.18	3.58	3.17	3.03	4.24	4.10	
Lysine:Calorie ME ^b	g/Mcal	3.67	3.10	2.65	2.35	2.26	3.17	3.06	
Metionina + Cisteína:Lisina	Proporción	56	57	57	58	58	58	58	
Treonina:Lisina	Proporción	61	62	63	64	66	68	68	
Triptófano:Lisina	Proporción	18	18	18	18	18	18	18	
Valina:Lisina	Proporción	67	67	67	67	67	67	67	
Isoleucina:Lisina	Proporción	56	56	56	56	56	56	56	
Leucina:Lisina	Proporción	101	101	101	101	102	100	100	
Histidina:Lisina	Proporción	34	34	34	34	34	33	33	
Fenilalanina + Tirosina:Lisina	Proporción	94	94	94	95	96	94	95	
L-Lisina-HCl, max. ^b	%	0.45	0.40	0.35	0.28	0.25	0.45	0.45	
Minerales ^d									
Calcio Total	%	0.71	0.65	0.60	0.55	0.50	0.64	0.63	
Fósforo disponible	%	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.28	0.27	
STTD fósforo ^e	%	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.30	0.29	
Sodio ^f	%	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Cloruro	%	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Minerales traza añadidos									
Zinc	PPM	120	120	120	100	100	100	100	
Hierro	PPM	80	80	80	66	66	66	66	
Manganeso	PPM	30	30	30	25	25	25	25	
Cobre	PPM	12	12	12	10	10	10	10	
Yodo	PPM	0.4	0.4	0.4	0.33	0.33	0.33	0.33	
Selenio	PPM	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	
Vitaminas añadidas ^{g,h}									
Vitamina A	IU/kg	6615	6615	6615	5510	5510	5510	5510	
Vitamina D	IU/kg	1215	1215	1215	1015	1015	1015	1015	
Vitamina E ⁱ	IU/kg	33	33	33	28	28	28	28	
Vitamina K	mg/kg	3.3	3.3	3.3	2.8	2.8	2.8	2.8	
Niacina	mg/kg	40	40	40	31	31	31	31	
Riboflavina	mg/kg	5.7	5.7	5.7	4.9	4.9	4.9	4.9	
Ácido Pantoténico	mg/kg	20	20	20	17	17	17	17	
Vitamin B12	mcg/kg	26	26	26	22	22	22	22	

^aEstas especificaciones alimentarias deben ser usadas como una guía, las cuales, requieren de un ajuste para la ingesta de alimentos, condiciones locales y los mercados.

^bLas especificaciones de lisina se basan en una serie de 27 pruebas conducidas bajo condiciones comerciales de investigación (9 de ellas en colaboración con JBS United). Estas ecuaciones son válidas únicamente para los cerdos de 23 a 135 kg de peso corporal.

La ecuación utilizada para el requerimiento de lisina en hembras es de g/Mcal EM: $0.000043 * (\text{peso} * 2.2046)^2 - 0.02154 * (\text{peso} * 2.2046) + 4.9538$.

La ecuación utilizada para el requerimiento de lisina en hembras es de g/Mcal EN: $0.000056 * (\text{peso} * 2.2046)^2 - 0.02844 * (\text{peso} * 2.2046) + 6.6391$.

El cálculo del % SID lisina para para la dieta en la fase de peso de 23-40 kg es de:

(Lisina: proporción de calorías * NRC EN de dieta, kcal/kg)/10000

Ejemplo = $(4.94 * 2425) / 10000 = 1.20\%$ SID lisina.

^cLas adiciones máximas de L-lisina-HCl se recomiendan para dietas en base a maíz y harina de soya y deben usarse como una guía.

^dLos valores de calcio y fósforo se liberan debido a la fitasa. Sin embargo, los valores de liberación necesitan basarse en la recomendación establecida por los proveedores desde la investigación científica con evaluación de pares.

^eCantidad total estandarizada de fósforo digerible en el tracto intestinal

^fSodio: si no se conocen los niveles de sodio en los ingredientes principales, utilice al menos un 80% de sodio procedente de cloruro de sodio.

^gEl nivel de vitaminas en la fase de finalización es de aproximadamente 2,4 x NRC.

^hEl granulado y/o la expansión disminuye la estabilidad de vitaminas en un rango de 10-12% y entre un 15-20% respectivamente. Consulte a los fabricantes de vitaminas para verificar la estabilidad específica de éstas bajo condiciones de alimentación en base a pellet, en caso que se requiera de una fortificación adicional.

ⁱAgregar 5,1 UI de vitamina E/kg para una dieta completa por cada 1% de grasa sobre el 3% del total de la grasa alimentaria.

Estas tablas se presentan en porcentaje por razones prácticas. Los nutrientes deben considerarse en gramos de ingesta por día basado en el consumo de alimento del plantel específico.

ESPECIFICACIONES PIC DE NUTRIENTES PARA MACHOS CASTRADOS

ITEM ^a	UNIDAD	PESO CORPORAL, KG						
		23-40	40-60	60-80	80-105	105 -MERCADO	105-MERCADO W/ RACTOPAMINA	
							<21 D	>21 D
Tasa de Crecimiento	kg/d	0.83	0.90	1.02	0.98	0.91	1.02	0.98
Consumo de Alimento	kg/d	1.43	2.06	2.64	2.67	2.77	2.77	2.81
Conversion Alimenticia (F/G)	Proporción	1.73	2.30	2.58	2.73	3.05	2.71	2.88
Aminoácidos digestibles de ileal estandarizado								
Lisina:Caloría EN ^b	g/Mcal	4.71	4.04	3.48	3.05	2.82	4.07	3.93
Lisina:Caloría EM ^b	g/Mcal	3.48	2.99	2.57	2.25	2.07	2.98	2.88
Metionina + Cisteina:Lisina	Proporción	56	57	57	58	59	58	58
Treonina:Lisina	Proporción	61	62	63	65	67	68	68
Triptofano:Lisina	Proporción	18	18	18	18	18	18	18
Valina:Lisina	Proporción	67	67	67	67	67	67	67
Isoleucina:Lisina	Proporción	56	56	56	56	56	56	56
Leucina:Lisina	Proporción	101	101	101	102	102	100	100
Histidina:Lisina	Proporción	34	34	34	34	34	33	33
Fenilalanina + Tirosina:Lisina	Proporción	94	94	95	95	96	95	95
L-Lisina-HCl, max. ^b	%	0.45	0.40	0.35	0.28	0.25	0.45	0.45
Minerales ^d								
Calcio Total	%	0.70	0.64	0.58	0.53	0.48	0.63	0.60
Fósforo disponible	%	0.30	0.28	0.26	0.25	0.24	0.28	0.27
STTD Fósforo ^e	%	0.33	0.30	0.27	0.25	0.24	0.29	0.28
Sodio ^f	%	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cloruro	%	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Restos de minerals añadidos								
Zinc	PPM	120	120	120	100	100	100	100
Hierro	PPM	80	80	80	66	66	66	66
Manganeso	PPM	30	30	30	25	25	25	25
Cobre	PPM	12	12	12	10	10	10	10
Yodo	PPM	0.4	0.4	0.4	0.33	0.33	0.33	0.33
Selenio	PPM	0.30	0.30	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitaminas añadidas ^{g,h}								
Vitamina A	IU/kg	6615	6615	6615	5510	5510	5510	5510
Vitamina D	IU/kg	1215	1215	1215	1015	1015	1015	1015
Vitamina E ⁱ	IU/kg	33	33	33	28	28	28	28
Vitamina K	mg/kg	3.3	3.3	3.3	2.8	2.8	2.8	2.8
Niacina	mg/kg	40	40	40	31	31	31	31
Riboflavina	mg/kg	5.7	5.7	5.7	4.9	4.9	4.9	4.9
Ácido pantoténico	mg/kg	20	20	20	17	17	17	17
Vitamina B12	mcg/kg	26	26	26	22	22	22	22

^aEstas especificaciones alimentarias deben ser usadas como una guía, las cuales, requieren de un ajuste para la ingesta de alimentos, condiciones locales y los mercados.

^bLas especificaciones de lisina se basan en una serie de 27 pruebas conducidas bajo condiciones comerciales de investigación (9 de ellas en colaboración con JBS United). Estas ecuaciones son válidas únicamente para los cerdos de 23 a 135 kg de peso corporal.

La ecuación utilizada para el requerimiento de lisina en machos es de g/Mcal EM: $0.000031*(\text{peso}*2.2046)^2 - 0.0176*(\text{peso}*2.2046) + 4.5523$.

La ecuación utilizada para el requerimiento de lisina en machos es de g/Mcal EN: $0.000042*(\text{peso}*2.2046)^2 - 0.02372*(\text{peso}*2.2046) + 6.1452$.

El cálculo del % SID lisina para para la dieta en la fase de peso de 23-40 kg es de:

(Lisina: proporción de calorías * NRC EN de dieta, kcal/kg)/10000

Ejemplo = $(4.71*2425)/10000 = 1.14\%$ SID lisina.

^cLas adiciones máximas de L-lisina-HCl se recomiendan para dietas en base a maíz y harina de soja y deben usarse como una guía.

^dLos valores de calcio y fósforo se liberan debido a la fitasa. Sin embargo, los valores de liberación necesitan basarse en la recomendación establecida por los proveedores desde la investigación científica con evaluación de pares.

^eCantidad total estandarizada de fósforo digestible en el tracto intestinal

^fSodio: si no se conocen los niveles de sodio en los ingredientes principales, utilice al menos un 80% de sodio procedente de cloruro de sodio.

^gEl nivel de vitaminas en la fase de finalización es de aproximadamente 2,4 x NRC.

^hEl peletizado y/o la expansión disminuye la estabilidad de vitaminas en un rango de 10-12% y entre un 15-20% respectivamente. Consulte a los fabricantes de vitaminas para verificar la estabilidad específica de éstas bajo condiciones de alimentación en base a peletizado, en caso que se requiera de una fortificación adicional.

ⁱAgregar 5,1 UI de vitamina E/kg para una dieta completa por cada 1% de grasa sobre el 3% del total de la grasa alimentaria.

Bibliografía

- Adeola O., and A. J. Cowieson. 2011. Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *J Anim. Sci.* 89:3189-3218.
- Almond, G., W. L. Flowers, L. Batista, and S. D'Allaire. 2006. Disease of the reproductive system. In: B. E. Straw, J. J. Zimmerman, S. D'Allaire, and D. J. Taylor, (Eds.), *Diseases of swine* 9th ed. Blackwell Publishing, Ames, IA. p. 113-147.
- Ampaire, A., and C. L. Levesque. 2016. Effect of altered lysine:energy ratio during gestation on wean pig growth performance. *J. Anim. Sci.* 94:121. (Abstr.)
- Apple, J. K. 2013. *Swine Nutrition and Pork Quality*. In: L. I. Chiba, editor, *Sustainable Swine Nutrition*, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK. p. 413-437.
- Asmus M. D., J. M. DeRouche, M. D. Tokach, S. S. Dritz, T. A. Houser, J. L. Nelssen, and R. D. Goodband. 2014. Effects of lowering dietary fiber before marketing on finishing pig growth performance, carcass characteristics, carcass fat quality, and intestinal weights. *J Anim Sci.* 92:119-128.
- Benz, C. K., and R. D. Goodband. 2015. Three-sieve particle size analysis procedures. <http://www.asi.k-state.edu/species/swine/research-and-extension/particle-size-information.html> (Accessed 3rd February 2016.)
- Bergstrom, J. R., C. N. Groesbeck, J. M. Benz, M. D. Tokach, J. L. Nelssen, J. M. DeRouche, R. D. Goodband, and S. S. Dritz. 2007. An evaluation of dextrose, lactose, and whey sources in phase 2 starter diets for weanling pigs. In: *Swine Day Report of Progress*, Manhattan, Kansas. Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. p. 60-65.
- Boyd, R. D. and C. Rush. 2015. Improving finish pig viability by using the feed enzyme xylanase. *Proc. Leman Swine Conference*, St. Paul, MN.
- Boyd, R. D., K. J. Touchette, G. C. Castro, M. E. Johnston, K. U. Lee, and I. K. Han. 2000. Recent advances in amino acid and energy nutrition of prolific sows. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences.* 11:1638-1652.
- Boyd, R. D., G. C. Castro, and R. A. Cabrera. 2002. Nutrition and management of the sow to maximize lifetime productivity. *Advances in Pork Production.* 13:47.
- Buis, R. Q., D. Wey, and C. F. M. de Lange. 2016. Development of precision gestation feeding program using electronic sow feeders and effects on gilt performance. *J. Anim. Sci.* 94:122. (Abstr.)
- Cabezón, F. A., K. R. Stewart, A. P. Schinckel, B. Barnes, R. D. Boyd, P. Wilcock, and J. Woodliff. 2016b. Effect of natural betaine on estimates of semen quality in mature AI boars during summer heat stress. *Anim. Reprod. Sci.* DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.03.009>
- Cabezón, F. A., A. P. Schinckel, B. T. Richert, K. R. Stewart, M. Gandarillas, and W. A. Peralta. 2016a. Analysis of lactation feed intakes for sows including data on environmental temperatures and humidity. *Professional Animal Scientist*, submitted.
- Coble K., J. M. DeRouche, M. D. Tokach, S. S. Dritz, R. D. Goodband, and J.C. Woodworth. 2015. The importance of implementing a by-product withdraw strategy prior to slaughter in finishing pigs: A review of strategies that mitigate the negative impact on carcass yield. *J Anim Sci.* 93:48. (Abstr.)
- Cools, A. D. M., R. Decaluwé, J. Buyse, T. A. T. G. van Kempend, A. Liesegange, and G. P. J. Janssens. 2014. Ad libitum feeding during the peripartur period affects body condition, reproduction results and metabolism of sows. *Anim. Reprod. Sci.* 145:130-140.
- Cromwell, G. L., D. D. Hall, A. J. Clawson, G. E. Combs, D. A. Knabe, C. V. Maxwell, P. R. Noland, D. E. Orr, and T. J. Prince. 1989. Effects of additional feed during late gestation on reproductive performance of sows: A cooperative study. *J Anim Sci* 67:3-14.
- CVB, 2008. *Central Bureau for Livestock Feeding*, Lelystad, Netherlands.
- De Jong, J. 2015. *Feed Efficiency Evaluator For Finishing Pigs*. http://www.asi.k-state.edu/species/swine/research-and-extension/FG%20Evaluation%20Tool%20v3_1.xlsm (Accessed 5 December 2016.)
- Decaluwe, R., D. Maes, A. Cools, B. Wuyts, S. De Smet, B. Marescau, P. P. De Deyn, and G. P. J. Janssens. 2014. Effect of peripartur feeding strategy on colostrum yield and composition in sows. *J. Anim. Sci.* 92:3557-3567.

- DeRouche, J. M., S. S. Dritz, R. D. Goodband, J. L. Nelssen, and M. D. Tokach. 2007. Starter Pig Recommendations. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service MF-2300. p. 16.
- Eder, K., A. Ramanau, and H. Kluge. 2001. Effect of L-carnitine supplementation on performance parameters in gilts and sows. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 85:73–80.
- Estienne, M. J., A. F. Harper, and R. J. Crawford. 2008. Dietary supplementation with a source of omega-3 fatty acids increases sperm number and the duration of ejaculation in boars. *Theriogenology*. 70(Suppl. 1):70-76.
- Euken, R. M. 2012. Swine Feed Efficiency: Effect of dietary energy on feed efficiency. <http://www.swinefeedefficiency.com/> (Accessed 5 December 2016.)
- Fraser, D. 1987. Mineral deficient diets and the pig's attraction to blood: implications for tail-biting, *Can. J. Anim. Sci.*, 67:909.
- Gaines, A. M., B. A. Peterson, and O. F. Mendoza. 2012. Herd management factors that influence whole herd feed efficiency. In: J. Patience, editor, *Feed efficiency in swine*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. p. 15-39.
- Gaines, A. M., J. D. Spencer, G. I. Petersen, N. R. Augspurger, and S. K. Kitt. 2007. Effect of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) withdrawal program on growth performance and carcass yield in grow-finish pigs. *J. Anim. Sci.* 85 (Suppl. 1): 438. (Abstr.)
- Gaines, A.M., B. W. Ratiff, P. Srichana, G. L. Allee and J. L. Usry. 2004. Evaluation of high synthetic lysine diets for pigs fed ractopamine HCl (Paylean®). *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl.2):38 (Abstr.).
- Gonçalves, M. A. D. 2015. Late gestation lysine and energy effects in sows and dose-responses to tryptophan and valine in finishing pigs. PhD Diss. Kansas State Univ., Manhattan, KS.
- Gonçalves, M. A. D., S. S. Dritz, M. D. Tokach, J. M. DeRouche, J. C. Woodworth, and R. D. Goodband. 2016a. Fact sheets – comparing phytase sources for pigs and effects of superdosing phytase on growth performance of nursery and finishing pigs. *J. Swine Health Prod.* 24:97–101.
- Gonçalves, M. A. D., K. M. Gourley, S. S. Dritz, M. D. Tokach, N. M. Bello, J. M. DeRouche, J. C. Woodworth, and R. D. Goodband. 2016b. Effects of amino acids and energy intake during late gestation of high-performing gilts and sows on litter and reproductive performance under commercial conditions. *J. Anim. Sci.* 94: 1993-2003.
- Goodband, R. D., M. D. Tokach, M. A. D. Gonçalves, J. C. Woodworth, S. S. Dritz, and J. M. DeRouche. 2013. Nutritional enhancement during pregnancy and its effects on reproduction in swine. *Animal Frontiers*, 3: 68-75.
- Goodband, R. D., M. D. Tokach, and J. L. Nelssen. 2002. The Effects of Diet Particle Size on Animal Performance. Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. p. 6.
- Graham, A., K. J. Touchette, S. Jungst, M. Tegtmeyer, J. Connor, and L. Greiner. 2015. Impact of feeding level postweaning on wean to estrus interval, conception and farrowing rates, and subsequent farrowing performance. *J. Anim. Sci.* 93:65. (Abstr.)
- Greiner, L., A. Graham, K. J. Touchette, and C. R. Neill. 2016. The evaluation of increasing lysine or feed amounts in late gestation on piglet birth weights. *J. Anim. Sci.* 94:120. (Abstr.)
- Groesbeck, C. N., M. D. Tokach, R. D. Goodband, J. L. Nelssen, J. M. DeRouche, and S. S. Dritz. 2005. The effects of meal transition diets on nursery pig growth performance in a commercial environment. *Kansas State University Swine Day*. p. 104-110.
- Hill, G. M. 2013. Minerals and mineral utilization in swine. *Sustainable Swine Nutrition*. p. 173-196.
- Holloway, C.L., R.D. Boyd, and J.F. Patience. 2015. Improving nutrient utilization through the use of superdosing of phytase in growing pig diets. *J Anim Sci.* 93:56. (Abstr.).
- Jacela, J. Y., J. M. DeRouche, M. D. Tokach, R. D. Goodband, J. L. Nelssen, D. G. Renter, and S. S. Dritz. 2010. Feed additives for swine: fact sheets–high dietary levels of copper and zinc for young pigs, and phytase. *J. of Swine Health and Prod.* 18: 87-91.
- Jacela, J. Y., J. M. Benz, S. S. Dritz, M. D. Tokach, J. M. DeRouche, R. D. Goodband, J. L. Nelssen, and K. J. Prusa. 2010. Effect of dried distillers grains with solubles (DDGS) withdrawal regimens on finishing pig performance and carcass traits. *J Anim Sci.* 88:53. (Abstr.).

- JBS United. 2009. Internal data.
- Johnston, S. L., and L.L. Southern. 2000. Effect of phytase addition on amino acid and dry matter digestibilities and growth in pigs. In: Proc. 8th Symp. Digestive Phys. of pigs, Uppsala, Sweden. p. 326-328.
- Jones, A. M., J. C. Woodworth, R. D. Goodband, M. D. Tokach, S. S. Dritz, and J. M. DeRouchey. 2015. Effect of fish meal source on nursery pig performance. Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports. p. 32.
- Kies, A. K., P. A. Kemme, L. B. J. Šebek, J. T. M. Van Diepen, and A. W. Jongbloed. 2006. Effect of graded doses and a high dose of microbial phytase on the digestibility of various minerals in weaner pigs. *J Anim Sci.* 84:1169-1175.
- Koehler, D. D., B. Corrigan, A. J. Elsbernd, S. A. Gould, C. L. Holloway, and J. F. Patience. 2015. Super-dosed phytase improves rate and efficiency of gain in nursery pigs. *J Anim Sci.* 93:56. (Abstr.)
- Langbein, K. B., R. D. Goodband, M. D. Tokach, S. S. Dritz, J. M. DeRouchey, and J. R. Bergstrom. 2013. Effects of high levels of phytase (Ronozyme HiPhos) in low-lysine diets on the growth performance of nursery pigs. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. 1092:121:127.
- Leaver, R. 1988. *The Pelleting Process*. 2nd. ed. Sprout-Bauer, Mucy, PA.
- Madec, F., N. Bridoux, S. Bounaix, and A. Jestin. 1998. Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. *Prev. Vet. Med.* 35:53-72.
- Main, R. G., S. S. Dritz, M. D. Tokach, R. D. Goodband, and J. L. Nelssen. 2004. Increasing weaning age improves pig performance in a multisite production system. *J. Anim. Sci.* 82:1499-1507.
- Matte, J. J., and C. Lauridsen. 2013. Vitamins and vitamins utilization in swine. *Sustainable Swine Nutrition*. p. 139-172.
- Miller, H. M., G. R. Foxcroft, and F. X. Aherne. 2000. Increasing food intake in late gestation improved sow condition throughout lactation but did not affect piglet viability or growth rate. *J. Anim. Sci.* 71:141–148.
- Nemechek, J. E., E. Fruge, E. Hansen, M. D. Tokach, R. D. Goodband, J. M. DeRouchey, J. L. Nelssen, and S. S. Dritz. 2012. Effect of diet form and feeder adjustment on growth performance of nursery pigs. *Kansas State University Swine Day*. p. 278-289.
- Nitikanchana, S., S. S. Dritz, M. D. Tokach, J. M. DeRouchey, R. D. Goodband, B. J. White. 2015. Regression analysis to predict growth performance from dietary net energy in growing-finishing pigs. *J Anim Sci.* 93:2826-2839.
- Noblet, J., and J. van Milgen. 2004. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. *J. Anim. Sci.* 82:229-238.
- NRC. 2012. *Nutrient requirements of swine*. 11th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- PIC Technical memo 142. 1996. Impact of dietary energy intake on sperm output.
- PIC Technical Memo 153. 1997. Relationship between dietary fatty acid profile and body fat composition in growing pigs.
- Ramanau, A., H. Kluge, J. Spilke, and K. Eder. 2008. Effects of dietary supplementation of l-carnitine on the reproductive performance of sows in production stocks. *Livestock Science.* 113:34–42.
- Ramanau, A., H. Kluge, J. Spilke, and K. Eder. 2002. Reproductive performance of sows supplemented with dietary L-carnitine over three reproductive cycles. *Arch. Anim. Nutr.* 56:287–296.
- National Swine Nutrition Guide, 2010. Editors: Reese, D., S. Carter, J., DeRouchey, D. Meisinger, B. Richert, M. Shannon, H. Stein, J. Patience, R. Thaler, E. van Heugten, M. Whitney, C. Baer. 2010. *National Swine Nutrition Guide*. U.S. Pork Center of Excellence.
- Ren, P., X. J. Yang, J. S. Kim, D. Menon, D. Pangen, H. Manu, A. Tekeste, and S. K. Baido. 2015. Effects of different feeding levels at three periods of gestation on sow and litter performance over two reproductive cycles. In: Proc. Leman Swine Conference, St. Paul, MN.
- Rijnen, M. W. J. A., M. W. A. Verstegen, M. J. W. Heetkamp, and J. W. Schrama. 2003. Effects of two different dietary fermentable carbohydrates on activity and heat production in group housed pigs. *J. Anim. Sci.* 81:1210–1219.
- Shelton, N. W., C. R. Neill, J. M. DeRouchey, M. D. Tokach, R. D. Goodband, J. L. Nelssen, and S. S. Dritz. 2009. Effects of increasing feeding level during late gestation on sow and litter performance. In: Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. p. 38–50.

- Soto, J., L. Greiner, J. Connor, and G. Allee. 2011. Effects increasing feeding levels in sows during late gestation on piglet birth weights. *J. Anim. Sci.* 89:86. (Abstr.).
- Speight, S.M., M. J. Estienne, A. F. Harper, R. J. Crawford, J. W. Knight, and B. D. Whitaker. 2012. Effects of dietary supplementation with an organic source of selenium on characteristics of semen quality and in vitro fertility in boars. *J. Anim. Sci.* 90(Suppl. 3):761-770.
- Steidinger, M. U., R. D. Goodband, M. D. Tokach, S. S. Dritz, J. L. Nelssen, L. J. McKinney, B. S. Borg, and J. M. Campbell. 2000. Effects of pelleting and pellet conditioning temperatures on weanling pig performance. *J. Anim. Sci.* 78:3014-3018.
- Stein, H. H., and R. A. Easter. 1996. Dietary energy concentration effects carcass leanness in finishing hogs. University of Illinois Swine Research Reports, 41.
- Steinhart, T. 2011a. Swine feed efficiency: influence of particle size. <http://www.swinefeedefficiency.com/factsheets/IPIC25d%20SFE%20Influence%20of%20Particle%20Size.pdf> (Accessed 3rd February 2016).
- Steinhart, T. 2011b. Swine feed efficiency: particle size testing methodology. <http://www.swinefeedefficiency.com/factsheets/IPIC25d%20SFE%20Influence%20of%20Particle%20Size.pdf> (Accessed 3rd February 2016).
- Stewart, K. R., C. L. Bradley, P. Wilcock, F. Domingues, M. Kleve-Feld, and J. Hundley. 2016. Superdosing phytase fed to mature boars improves semen concentration and reproductive efficiency. *J. Anim. Sci.* 94:106. (Abstr.)
- Straw, B., J. J. Zimmerman, S. D’Allaire, and D. J. Taylor. 2006. Disease of swine. Wiley. p. 1153.
- Sulabo, R. C., C. K. Jones, M. D. Tokach, R. D. Goodband, S. S. Dritz, D. R. Campbell, B. W. Ratliff, J. M. DeRouchey, and J. L. Nelssen. 2011. Factors affecting storage stability of various commercial phytase sources. *J. Anim. Sci.* 89:4262-4271.
- Sulabo, R. C., J. Y. Jacela, M. D. Tokach, S. S. Dritz, R. D. Goodband, Joel M. DeRouchey, and J. L. Nelssen. 2010. Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *J. Anim. Sci.* 88: 3145-3153.
- Thacker, P.A. 2001. Water in Swine Nutrition. In: A. J. Lewis, editor, *Swine Nutrition*, 2nd ed. L.L. CRC Press Southern. p. 381-398.
- Theil, P. K., C. Lauridsen, and H. Quesnel. 2014. Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. *Animal.* 8:1021–1030.
- Tokach, M. D., and M. A. D. Gonçalves. 2014. Impact of nutrition and other production factors on carcass quality in pigs. In: *Proc. Latin America Pork Expo, Foz do Iguacu, Brazil.* p. 9.
- Usry, J., R. Campbell, and D. Burnham. 1997. Optimizing energy formulation for finishing swine. In: *Proc. 13th Annual Carolina Swine Nutrition Conference, Raleigh, NC.*
- Walk, C. L., S. Srinongkote, and P. Wilcock. 2012. Evaluation of a superdose of a novel *Escherichia coli* phytase and zinc in piglets. *J Anim Sci.* 90:76 (Abstr.).
- Wondra, K. J., J. D. Hancock, G. A. Kennedy, R. H. Hines, and K. C. Behnke. 1995. Reducing particle size of corn in lactation diets from 1,200 to 400 micrometers improves sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 73:421-426.
- Woodworth, J. C., S. S. Dritz, R. D. Goodband, M. D. Tokach, J. M. DeRouchey, C. R. Stark, and C. K. Jones. 2015. Optimal particle size for grain and other ingredients: What the research is telling us. <http://www.swinefeedefficiency.com/icfes.html> (Accessed 5th February 2016).

RECONOCIMIENTOS

Agradecimientos especiales hacia los siguientes nutricionistas de cerdos por sus contribuciones en datos e investigación de numerosos proyectos además de la revisión de este manual:

Antonio Palomo
Casey Neil
Dean Boyd
Fernando Bártoli
James Usry
José Cuarón
Laura Greiner
Malachy Young
Melissa Hannas
Mick Hazzledine
Mike Tokach
Steve Dritz

Adicionalmente, agradecemos a Carine Vier por la revisión de la escritura técnica de este manual.

AVISO DE EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

Los datos de desempeño presentados en las tablas de especificación de nutrientes fueron obtenidos en operaciones comerciales, bajo condiciones termo neutrales y buen manejo. Los niveles de desempeño no son garantizados. Un nutricionista competente debe adaptar los niveles de nutrientes sugeridos a condiciones de producción específicas. Estos conceptos han sido discutidos con mayor nivel de detalles en actualizaciones nutricionales para cerdas, lechones y cerdos de engorda.

PIC North America

100 Bluegrass Commons Blvd. | Suite 2200 | Hendersonville, TN 37075 | 800-325-3398 | www.PIC.com