



# Manual de balanceo de dietas por computadora: serie porcinos



Ignacio Arturo Domínguez Vara  
Juan Edrei Sánchez Torres  
José Luis Bórquez Gastélum







**Manual de balanceo  
de dietas por computadora:  
serie porcinos**

Ignacio A. Domínguez Vara   José Luis Bórquez Gastélum   Juan Edrei Sánchez Torres



Dr. en D. Jorge Olvera García <i>Rector</i>	Mtra. en Ed. A. Yolanda E. Ballesteros Senties <i>Secretaria de Cooperación Internacional</i>
Dr. en E. Alfredo Barrera Baca <i>Secretario de Docencia</i>	Dr. en D. Hiram Raúl Piña Libien <i>Abogado General</i>
Dra. en Est. Lat. Ángeles Ma. del Rosario Pérez Bernal <i>Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados</i>	Lic. en Com. Juan Portilla Estrada <i>Director General de Comunicación Universitaria</i>
M. en D. José Benjamín Bernal Suárez <i>Secretario de Rectoría</i>	Lic. Jorge Bernáldez García <i>Secretario Técnico de la Rectoría</i>
M. en E. P. y D. Ivett Tinoco García <i>Secretaria de Difusión Cultural</i>	M. en A. Emilio Tovar Pérez <i>Director General de Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales</i>
M. en C. I. Ricardo Joya Cepeda <i>Secretario de Extensión y Vinculación</i>	M. en A. Ignacio Gutiérrez Padilla <i>Contralor Universitario</i>
M. en E. Javier González Martínez <i>Secretario de Administración</i>	Dr. en C. José Mauro Victoria Mora <i>Director de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia</i>
Dr. en C. Pol. Manuel Hernández Luna <i>Secretario de Planeación y Desarrollo Institucional</i>	Mtra. en Hum. Blanca Aurora Mondragón Espinoza <i>Directora de Difusión y Promoción de la Investigación y los Estudios Avanzados</i>

A large, light green outline of a pig is centered on the page, serving as a background for the title.

# Manual de balanceo de dietas por computadora: serie porcinos

Ignacio A. Domínguez Vara José Luis Bórquez Gastélum Juan Edrei Sánchez Torres

Este libro fue dictaminado positivamente  
conforme a los lineamientos editoriales de la  
Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados

*Manual de balanceo de dietas por computadora: serie porcinos*

1a edición 2014

D.R. © Universidad Autónoma del Estado de México  
Instituto Literario núm. 100 Ote.  
C.P. 50000, Toluca, México  
<http://www.uaemex.mx>

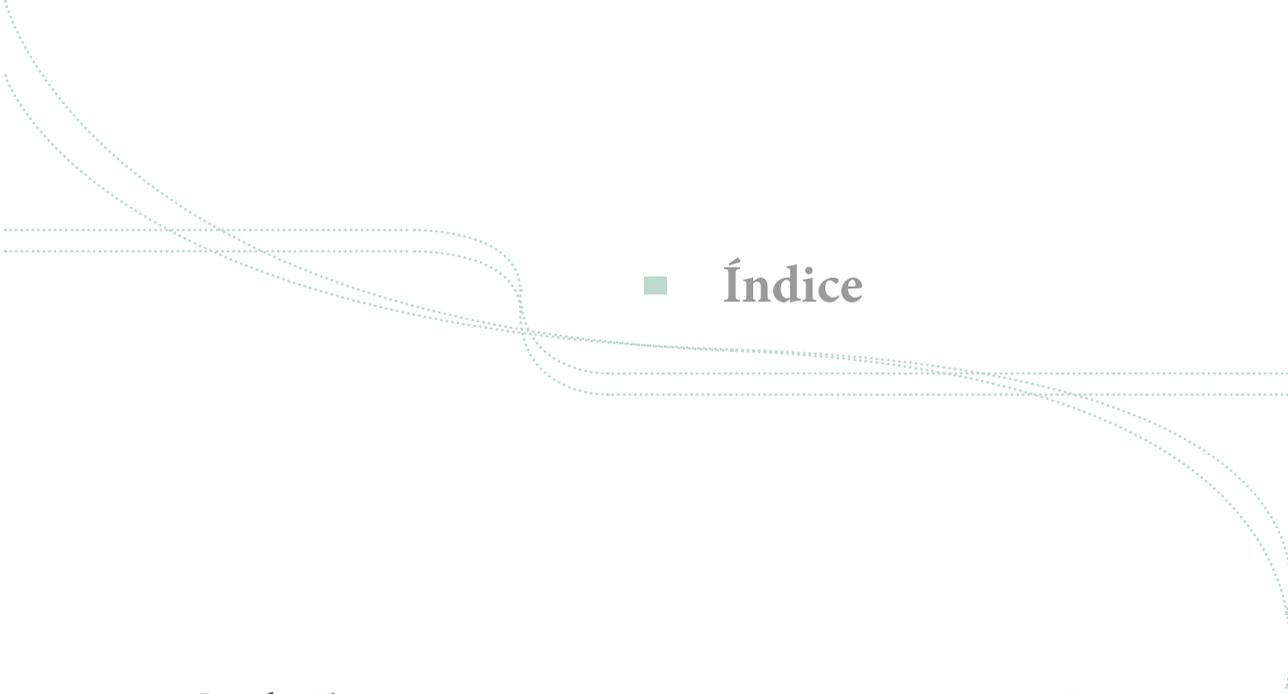
ISBN: 978-607-422-497-9

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*

Edición: Dirección de Difusión y Promoción  
de la Investigación y los Estudios Avanzados

El contenido de esta publicación es responsabilidad de los autores.

Queda prohibida la reproducción parcial o total del  
contenido de la presente obra, sin contar previamente  
con la autorización por escrito del editor en términos  
de la *Ley Federal del Derecho de Autor* y en su caso de  
los tratados internacionales aplicables.



## ■ Índice

Introducción	11
Objetivos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Actividades a desarrollar por el alumno	13
Duración de las actividades a desarrollar por los alumnos	14
Requisitos, materiales, procedimientos, instrucciones de salud, seguridad y evaluación	14
Aspectos generales sobre balanceo de dietas para cerdos	15
Balanceo de dietas	15
Antecedentes	15
Justificaciones para la elaboración de dietas balanceadas	15
Requerimientos nutritivos de los cerdos	20
Composición química de alimentos comunes para cerdos	31
Niveles máximos sugeridos	36
Aditivos alimenticios antimicrobianos	37
Balanceo por computadora de dietas para cerdos	38
Mayores ventajas que se obtienen al formular dietas mediante la aplicación de paquetes computacionales	39

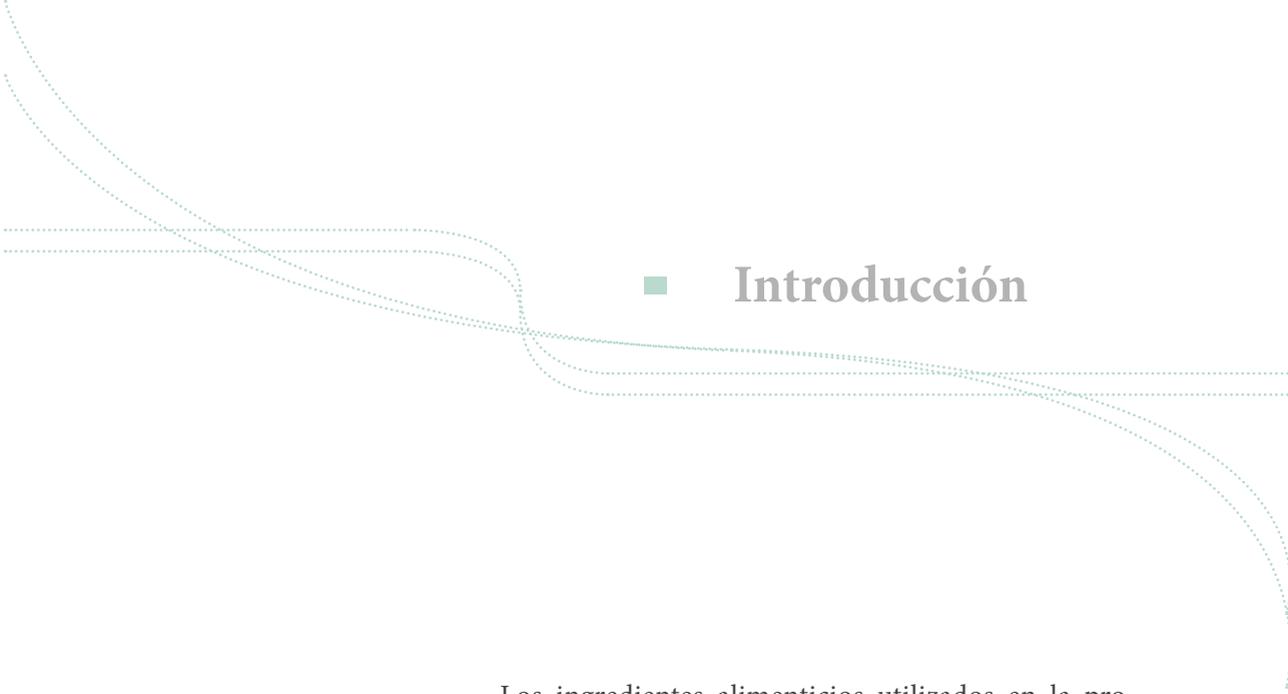
Aplicación del software PC-Apollo para balancear dietas para cerdos	40
LC-G dieta de costo mínimo: cerdos en crecimiento y finalización	41
LC-B dieta de costo mínimo para cerdos de cría o reproductores	46
Análisis o evaluación de la dieta (EVAL-G, EVAL-B)	60
<i>DELIVERY</i> . Programa de distribución, carga y descarga de alimento	61
Procedimientos y ejercicios para usar el programa PC-Apollo en el balanceo de dietas para cerdos	65
Ejercicio 1. Balanceo de una dieta para cerdos en iniciación	66
Ejercicio 2. Balanceo de una dieta para cerdos en crecimiento	76
Ejercicio 3. Balanceo de una dieta para cerdos en finalización	85
Ejercicio 4. Balanceo de una dieta para cerdas gestantes	92
Ejercicio 5. Balanceo de una dieta para cerdas lactantes	100
Abreviaturas	108
Bibliografía	111
Anexos	113

A decorative graphic consisting of several overlapping, wavy lines in a light green color with a dotted texture. The lines originate from the top left and flow towards the right, ending near the top right of the page.

## ■ Agradecimientos

Los autores agradecen al Comité Editorial de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, a los revisores del presente Manual, así como al MVZ René Ayala Ocampo por el material proporcionado, y al MVZ Eduardo Nava Nava por el apoyo técnico incondicional que en todo momento realizó para la elaboración del documento.





## ■ Introducción

Los ingredientes alimenticios utilizados en la producción animal, además de ser las materias primas básicas, representan el rubro más importante de los costos de las empresas porcinas. El manejo eficiente de los alimentos es una de las tareas principales que deben enfrentar el porcicultor, técnico, nutriólogo, etc., para alcanzar niveles óptimos de rendimiento y eficiencia en la unidad de producción a su cargo.

La fisiología digestiva de los cerdos y las aves tiene características particulares que la diferencian de los ruminantes, por ello la gama de alimentos que comúnmente se puede suministrar a éstos es menor. Además, el ser humano ha ejercido una enorme presión de selección, a partir de sus parámetros económicos, que ha provocado que los requerimientos nutritivos de estos animales sean ahora más altos. Así, para expresar su potencial genético avanzado o supremo, estas especies requieren consumir alimentos de buena calidad nutritiva (granos, harinas, pastas, premezclas), los cuales tienen, por lo general, un precio elevado.

Una excelente actividad para mejorar la administración de los alimentos en la unidad de producción porcina consiste en utilizar un método que nos permita formular dietas balanceadas de costo mínimo o de beneficio económico máximo. El primer método radica en aportar a los animales los nutrientes necesarios con el menor costo posible. En el segundo tipo de formulación se consideran tanto los requerimientos nutricionales como el comportamiento del animal, además se incluyen todas las entradas y salidas conocidas en el software a utilizar, pues el objetivo es maximizar el beneficio económico.

Sin duda, los programas o software modernos para balancear dietas son un apoyo tecnológico que se puede aplicar en el campo de la nutrición y alimentación de especies pecuarias. Su utilización es una realidad para mejorar la eficiencia en la producción animal, individual o en grupo (hato, rebaño, parvada).

## ■ Objetivos

### Objetivo general

Poner a disposición del estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la UAEM, técnico o productor una herramienta de apoyo en el balanceo de dietas de costo mínimo o beneficio económico máximo para especies pecuarias (cerdos), de forma que pueda desarrollar programas de alimentación y nutrición más eficientes, lo cual les permitirá alcanzar mejores índices productivos y reproductivos, así como una mayor rentabilidad del proceso productivo.

### Objetivos específicos

- a) Contribuir a que el usuario mejore su capacidad para balancear con mayor rapidez y precisión dietas de mínimo costo para cerdos.
- b) Utilizar eficientemente el software de balanceo PC-Apollo en la formulación de dietas de mínimo costo o beneficio económico máximo, para cerdos en sus diferentes estados fisiológicos y niveles de producción.
- c) Apoyar la toma de decisiones del usuario en la compra de insumos (alimentos) al utilizar el precio sombra (*shadow price*) del software de formulación Apollo.
- d) Aplicar esta herramienta (manual y software) como apoyo para el diseño y aplicación de programas de alimentación y nutrición de cerdos como parte de las unidades de aprendizaje de nutrición, alimentos, alimentación y zootecnia de cerdos de la licenciatura de la FMVZ de la UAEM.

## ■ Actividades a desarrollar por el alumno

En las subunidades VI y VII de la Unidad de Aprendizaje Alimentos y Alimentación se incluye la formulación de dietas y estrategias de alimentación en especies pecuarias, por ello el estudiante debe resolver problemas prácticos de la actividad ganadera (alimentación y nutrición), de manera particular en la producción porcina. El alumno debe proponer programas de alimentación eficaces. Además es necesario que diseñe alternativas de alimentación en granjas porcinas tomando en cuenta los distintos insumos con que se cuenta y procurar la rentabilidad del proceso productivo. En las Unidades de Aprendizaje de Nutrición y Zootecnia de cerdos del programa académico de la FMVZ se estudian aspectos de nutrición y

alimentación de esta especie, por lo que este manual será un instrumento valioso en la solución de problemas de dichos rubros.

### ■ Duración de las actividades a desarrollar por los alumnos

La duración de las actividades que involucra el balanceo de dietas dependerá de las habilidades y destrezas que muestren los alumnos en el manejo del software; sin embargo, el profesor deberá asegurarse de que todos apliquen correcta y eficientemente las bases de la formulación y la obtención de destrezas en el manejo del programa computacional Apollo. Además el maestro deberá enfocar su atención en aquellos estudiantes que muestren mayor dificultad en la asimilación de conceptos y desarrollo de habilidades en el manejo del software, así como en la solución de problemas de alimentación y nutrición de porcinos.

### ■ Requisitos, materiales, procedimientos, instrucciones de salud, seguridad y evaluación

Los requisitos para el desarrollo de habilidades y destrezas en el uso de este manual y la utilización del software en la elaboración de programas de alimentación en especies pecuarias (cerdos) son conocimientos básicos de computación y matemáticas. Los materiales necesarios son libreta, calculadora, *software* de formulación PC-Apollo, así como este manual, que sirve de guía. Los procedimientos están descritos aquí, pero deberán ser apoyados por el profesor en las sesiones de trabajo.

La seguridad y salud en la planeación y aplicación de las instrucciones de este manual tienen que ver con las etapas de investigación del tipo, calidad y disponibilidad de insumos (alimentos) para la formulación, sobre todo los relacionados con desechos animales (excretas pecuarias y harinas de carne y sangre) que pueden contener microorganismo patógenos (*Salmonella*, *E. coli*, *Clostridium*).

La evaluación del desarrollo de competencias, habilidades y destrezas en la aplicación de este manual, así como del manejo del software, deberán basarse en la entrega de programas estratégicos de nutrición y alimentación práctica, de mínimo costo, que puedan solucionar problemas de los productores pecuarios. En este proceso se realizarán evaluaciones individuales y en equipo.

## ■ Aspectos generales sobre balanceo de dietas para cerdos

### Balanceo de dietas

El balanceo de dietas debe entenderse como el ajuste de cantidad en los ingredientes que compondrán la dieta, para que los nutrientes por unidad de peso o como porcentaje de la materia seca correspondan a los requerimientos del animal por alimentar (Trujillo, 1987).

### Antecedentes

Se considera al alemán Taher, quien en 1810 publicó un cuadro con información sobre “equivalentes de heno”, como uno de los pioneros en enfocar la alimentación del ganado hacia una aproximación científica. Otros investigadores como Grouven (1859), Wolft (1864) y Lehman (1896) propusieron estándares alimentarios, pero como eran de alcances limitados y con inexactitudes, cayeron en desuso. Los doctores W. A. Henry y F. B. Morrison, de la Universidad de Wisconsin, publicaron 22 ediciones del libro *Feed and Feeding*; Morrison en 1956 publicó la última edición (Trujillo, 1987).

Durante los años cuarenta del siglo XX, el Consejo Nacional de Investigación de la Academia de Ciencias Norteamericana (NRC, por sus siglas en inglés) inició algunas publicaciones sobre los requerimientos nutricionales de varias especies de animales de granja. Durante 1959 el NRC publicó una serie de cuadros con información más completa sobre la composición química de los alimentos.

Ocasionalmente, todas las publicaciones del NRC han sido revisadas, actualmente son consideradas muy importantes por los expertos en la materia; al menos en México son la guía básica sobre la composición química de los alimentos y los requerimientos nutricionales de animales domésticos.

### Justificaciones para la elaboración de dietas balanceadas

Una dieta balanceada es aquella que provee nutrientes en cantidades y proporciones tales que satisfacen adecuadamente los requerimientos nutricionales de un animal dado, durante un periodo de 24 horas (Morrison, 1956). Por lo tanto:

- a) Sólo con dietas balanceadas se pueden lograr producciones acordes con el potencial genético de los animales.

- b) Debido a que la alimentación representa más de 45% de los costos de producción, sólo con prácticas de alimentación y nutrición adecuadas se pueden alcanzar producciones que sean económicamente rentables.
- c) Sólo si los animales están bien alimentados pueden expresar las mejoras logradas en genética, sanidad y manejo.

Por lo anterior, el uso de software de formulación de dietas permite mayor rapidez y precisión, por ello es recomendable tanto a nivel académico como en las empresas del sector social y productivo (figura 1).

A continuación se describen en forma general, para utilizarse como guía, los pasos previos al balanceo de dietas, así como otros factores a considerar.

Los nutrientes requeridos por un animal deben estar contenidos en la cantidad de materia seca que el animal es capaz de consumir durante un periodo de 24 horas, o la dieta no podrá considerarse balanceada. Por tanto, el primer paso en el proceso de la formulación es predecir o estimar el consumo voluntario (kg de materia seca por día) del animal (figura 2).

### **Calcular el consumo de materia seca probable (esperado) del animal de interés**

En las empresas de producción animal, el beneficio depende enormemente de la habilidad para maximizar el consumo de alimento. Por ello, es esencial entender el gran número de factores fisiológicos, ambientales y de manejo que influyen en el consumo voluntario de alimento. En virtud de la importancia que tiene este tema, se recomienda consultar las publicaciones del NRC (1987) y ARC (1981), así como los capítulos que sobre el tema presenta la publicación del NRC (1998) para esta especie.

### **Estimar los requerimientos nutricionales del animal**

Los nutrientes primarios básicos de todos los animales de granja son los mismos, pero sus requerimientos nutricionales varían según su peso, edad, etapa productiva y nivel de producción. Por lo tanto, los requerimientos nutricionales deben basarse en el peso vivo promedio o edad del animal y en las ganancias de peso o nivel de producción que se espera lograr.



Figura 1. Cerdos en confinamiento bajo consumo de alimento controlado

Los requerimientos pueden expresarse como cantidades por unidad de dieta (porcentaje, mg/kg, UI) o como la cantidad por animal por día. Éste es el requerimiento mínimo para producción máxima y no incluye un margen de seguridad. Muchos nutricionistas utilizan su criterio y experiencia para dar un margen de seguridad, incrementando los requerimientos de 5 a 15%. Las condiciones ambientales, el estrés, el tipo de instalaciones, la raza o línea de animal, la incidencia de enfermedades y las condiciones de almacén del alimento, son factores que pueden influenciar la elección de un margen de seguridad apropiado.

Por tradición la dieta se formula con base en el porcentaje. Así, una dieta para cerdos en crecimiento puede necesitar 16% de proteína y una para cerdos en finalización 14%. En algunos casos en que el consumo de alimento puede estar controlado con mayor precisión, la formulación basada en el consumo total de nutrientes por animal por día puede permitir una eficiencia mayor para cubrir los requerimientos nutricionales.

Según el NRC, una dieta bien formulada es aquella que mantiene los requerimientos nutricionales del animal y al mismo tiempo sostiene un rendimiento máximo. Sin embargo, Preston y Leng (1987) proponen que la aplicación de esta idea en países en desarrollo es inapropiada y que la finalidad debe ser optimizar la utilización de ingredientes importados. En estas condiciones, los requerimientos recomendados por el NRC no pueden cubrirse de forma económica y la producción óptima es menor que la máxima.

Los requerimientos nutricionales continuamente son ajustados o “afinados” de acuerdo con la nueva información disponible, la genética animal y el cambio en los sistemas de manejo. Lo anterior ha motivado el diseño y el establecimiento de varias dietas para cubrirlos de manera más exacta, para asegurar un consumo de nutrientes que permita una producción óptima.

En el caso de los cerdos se sugiere: considerar los requerimientos de consumo (kg de MS por animal por día), utilizar los sistemas de Energía digestible (ED) o Energía metabolizable (EM) para cubrir los requerimientos de energía en megacalorías por kg de alimento o por día, estimar los requerimientos de proteína considerando la proteína total y la proteína digestible. En el caso de los aminoácidos se debe considerar al menos lisina, metionina, treonina y triptófano, y para micronutrientes, los requerimientos de calcio, fósforo, fósforo biodisponible y sodio.

Es necesario enlistar los alimentos disponibles, anotar en forma matricial su precio por kilogramo y composición química. Los nutrientes considerados en los alimentos deben corresponder con los requerimientos nutricionales del animal.

Con respecto a la composición nutritiva de los alimentos, existe vasta información en libros como: *Fundamentos de nutrición animal de Shimada*, (1986, 2007), *Nutrición animal de McDonald* (1990) y las publicaciones del NRC (1988, 1998), pero debemos recordar que son valores promedio. Siempre que se tenga la posibilidad y el recurso económico para practicar un análisis proximal, de digestibilidad o de otro tipo a los alimentos disponibles, debe preferirse al de los valores tabulados.

Los alimentos tienen un rango de variación muy alto en su composición y calidad nutritiva, ambas están influidas por muchos factores: condiciones de cosecha y ambientales, prácticas de manejo como fertilización, irrigación, entre otros. Por lo tanto, se requiere de una evaluación minuciosa y específica para determinar si la deficiencia aparente de un nutriente en particular es verdaderamente importante en un alimento dado.

En relación con la disponibilidad de nutrientes, en la mayoría de alimentos, estos no son liberados completamente durante la digestión, esto es cierto, particularmente, para la fracción energética. Por tanto los valores de energía digestible y energía metabolizable de cada alimento para una especie en particular, deben preferirse al valor de energía bruta. Los valores de energía de un mismo alimento, particularmente los fibrosos, varían entre especies animales;

por ejemplo, el valor de energía digestible de la alfalfa es mayor en las vacas lecheras que en los cerdos. Lo ideal es utilizar valores de energía específicos para cada tipo de animal, así como aquellos de proteína cruda y aminoácidos, para formular la dieta acorde con los requerimientos expresados en la misma base.

En el caso de aves, se utiliza el valor de energía metabolizable, mientras que para cerdos la energía digestible o energía metabolizable son valores satisfactorios. En rumiantes se prefiere utilizar valores de energía metabolizable o energía neta, debido a la variabilidad de la pérdida de energía en forma de gases.

Al igual que con los requerimientos nutricionales, la información puede colocarse en archivos de computadora. Los paquetes de cómputo, modernos y sofisticados, como el PC-Apollo, contienen la composición química de alimentos estandarizados.

Finalmente, al formular una dieta es importante considerar algunas características no nutritivas de los alimentos o de la misma dieta, tales como la palatabilidad, polvosidad, facilidad de manejo, así como la presencia de elementos tóxicos (toxinas, nitratos, *gossypol*) de algunos ingredientes, lo cual reducirá el consumo voluntario.

La experiencia y criterio adecuados del nutricionista o técnico son factores muy importantes en la evaluación y toma de decisiones para restringir un alimento en el momento de formular una dieta para un animal determinado.

Los métodos manuales para formular dietas no consideran el costo ni los precios de los ingredientes utilizados o disponibles, ya sea en la unidad de producción o en la zona. Cuando la mayoría de los ingredientes o todos se producen en la granja, el primer criterio que debe considerarse es formular una dieta balanceada con los alimentos disponibles en la granja. Si el productor adquiere en otra parte tanto los granos como los forrajes, en el momento de formular la dieta deben considerarse los precios de los alimentos, así como el costo de transporte, con la finalidad de maximizar el beneficio económico de la empresa.

Formular una dieta para que cubra totalmente los requerimientos nutritivos de los cerdos, al costo más bajo posible (dieta de costo mínimo), es difícil si se realiza manualmente. Los métodos como el Cuadrado de Pearson, compuesto por determinantes o por ecuaciones algebraicas, pueden utilizarse para tales cálculos, pero este proceso requiere invertir bastante tiempo cuando consideramos gran número de alimentos y varios requerimientos nutricionales.

## ■ Requerimientos nutritivos de los cerdos

La formulación de dietas para cerdos requiere del conocimiento de las necesidades nutritivas y de los ingredientes alimenticios que pueden satisfacerlas. En el capítulo siguiente se indica la composición de varios ingredientes alimenticios y sus valores relativos como fuentes de nutrientes. El Cuadro 1 muestra un resumen de los requerimientos nutritivos de los cerdos según la publicación del NRC (1998). Estas guías pueden ser utilizadas para formular dietas nutricionalmente adecuadas que, cuando se suministran en el nivel recomendado, permiten a los cerdos un desarrollo óptimo.

En las figuras 3-6 se observan cerdos en distintas etapas de desarrollo, lo cual también implica distintos niveles de requerimientos nutritivos en la dieta.



Figura 2. Cerdos en etapa de iniciación



Figura 3. Cerdos en confinamiento en etapa de crecimiento



Figura 4. Corrales para cerdos en confinamiento en etapa de crecimiento y finalización



Figura 5. Cerdos en confinamiento intensivo en etapa de finalización

Los requerimientos nutritivos para cerdos en crecimiento y reproducción mostrados en los Cuadros 1-7 son las cantidades necesarias para lograr las tasas de crecimiento, eficiencia alimentaria y niveles de reproducción indicados cuando se alimentan con dietas a base de maíz-harina de soya.

En la práctica, sin embargo, comúnmente se adiciona un margen de seguridad a los requerimientos iniciales, así que los animales están provistos de dietas que contienen los nutrientes permitidos.

**Cuadro 1**  
**Necesidades nutritivas, consumo *ad libitum* (90% de MS)**

Niveles de consumo y comportamiento	Peso vivo del cerdo (kg)				
	1-5	5-10	10-20	20-50	50-110
Ganancia de peso (g/día)	200	250	450	700	820
Consumo alimento (g/día)	250	460	950	1,900	3,110
Eficiencia A. (gan/alim)	0.800	0.543	0.474	0.368	0.264
Conversión A. (alim/gan)	1.25	1.84	2.11	2.71	3.79
Consumo de ED (Kcal/día)	850	1,560	3,230	6,460	10,570
Consumo de EM (Kcal/día)	805	1,490	3,090	6,200	10,185
C. energía (Kcal EM/kg)	3,220	3,240	3,250	3,260	3,275
Proteína (%)	24	20	18	15	13
Aminoácidos esenciales (%)	Requerimiento (% o cantidad/kg de dieta) <sup>a</sup>				
Arginina	0.60	0.50	0.40	0.25	0.10
Histidina	0.36	0.31	0.25	0.22	0.18
Isoleucina	0.76	0.65	0.53	0.46	0.38
Leucina	1.00	0.85	0.70	0.60	0.50
Lisina	1.40	1.15	0.95	0.75	0.60
Metionina + cistina	0.68	0.58	0.48	0.41	0.34
Fenilalanina + tirosina	1.10	0.94	0.77	0.66	0.55
Treonina	0.80	0.68	0.56	0.48	0.40
Triptófano	0.20	0.17	0.14	0.12	0.10
Valina	0.80	0.68	0.56	0.48	0.40
Ácido linoleico (%)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Elementos minerales y vitaminas	Requerimiento (% o cantidad/kg de dieta) <sup>a</sup>				
Calcio (%)	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
Fósforo total (%)	0.70	0.65	0.60	0.50	0.40
Fósforo biodisponible (%)	0.55	0.40	0.32	0.23	0.15
Sodio (%)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cloro (%)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Magnesio (%)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Potasio (%)	0.30	0.28	0.26	0.23	0.17
Cobre (mg)	6.00	6.00	5.00	4.00	3.00
Iodo (mg)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Hierro (mg)	100.00	100.00	80.00	60.00	40.00

Manganeso (mg)	4.00	4.00	3.00	2.00	2.00
Selenio (mg)	0.30	0.30	0.25	0.15	0.10
Zinc (mg)	100.00	100.00	80.00	60.00	50.00
Vitamina A (UI)	2200.00	2200.00	1750.00	1300.00	1300.00
Vitamina D (UI)	220.00	220.00	200.00	150.00	150.00
Vitamina E (UI)	16.00	16.00	11.00	11.00	11.00
Vitamina K (Menadiona) (mg)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Biotina (mg)	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05
Colina (g)	0.60	0.50	0.40	0.30	0.30
Folacina (mg)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Niacina disponible (mg)	20.00	15.00	12.50	10.00	7.00
Ácido pantoténico (mg)	12.00	10.00	9.00	8.00	7.00
Riboflavina (mg)	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00
Tiamina (mg)	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Vitamina B6 (mg)	2.00	1.50	1.50	1.00	1.00
Vitamina B12 (µg)	20.00	17.50	15.00	10.00	5.00

<sup>a</sup> Fuente: NRC, 1998.

Los siguientes factores influyen en los nutrientes permitidos:

- a) La disponibilidad de nutrientes y la variación en la composición de los ingredientes.
- b) Temperatura ambiental y condiciones de confinamiento de los animales.
- c) Toxinas, inhibidores o ciertas características en los ingredientes de la dieta.
- d) Procesado, mezclado o almacenado inapropiado de los ingredientes o de la dieta.
- e) Raza, línea y sexo de los animales.
- f) Salud de los animales.

**Cuadro 2**  
**Consumo y necesidades diarias en cerdos alimentados *ad libitum***

Niveles de consumo y comportamiento	Peso vivo del cerdo (kg)				
	1-5	5-10	10-20	20-50	50-110
Ganancia de peso (g/día)	200	250	450	700	820
Consumo alimento (g/día)	250	460	950	1900	3110
Eficiencia A. (gan/alim)	0.800	0.543	0.474	0.368	0.264
Conversión A. (alim/gan)	1.25	1.84	2.11	2.71	3.79
Consumo de ED (Kcal/día)	850	1,560	3,230	6,460	10,570
Consumo de EM (Kcal/día)	805	1,490	3,090	6,200	10,185
C. energía (Kcal EM/kg)	3,220	3,240	3,250	3,260	3,275
Proteína (g/día)	60	92	171	285	404
Aminoácidos esenciales (g)	Requerimiento (cantidad/día) <sup>a</sup>				
Arginina	1.50	2.30	3.80	4.80	3.10
Histidina	0.90	1.40	2.40	4.20	5.60
Isoleucina	1.90	3.00	5.00	8.70	11.80
Leucina	2.50	3.90	6.60	11.40	15.60
Lisina	3.50	5.30	9.00	14.30	18.70
Metionina + cistina	1.70	2.70	4.60	7.80	10.60
Fenilalanina + tirosina	2.80	4.34	7.30	12.56	17.10
Treonina	2.00	3.18	5.30	9.10	12.40
Triptófano	0.50	0.80	1.30	2.30	3.10
Valina	2.00	3.10	5.30	9.10	12.40
Ácido linoleico (g)	0.30	0.50	1.00	1.90	3.10
Elementos minerales y vitaminas	Requerimiento (cantidad/día) <sup>a</sup>				
Calcio (g)	2.20	3.70	6.60	11.40	15.60
Fósforo total (g)	1.80	3.00	5.70	9.50	12.40
Fósforo biodisponible (g)	1.40	1.80	3.00	4.40	4.75
Sodio (g)	0.20	0.50	1.00	1.90	3.10
Cloro (g)	0.20	0.40	0.80	1.50	2.50
Magnesio (g)	0.10	0.20	0.40	0.80	1.20
Potasio (g)	0.80	1.30	2.50	4.40	5.30
Cobre (mg)	1.50	2.76	4.75	7.60	9.33
Iodo (mg)	0.04	0.06	0.13	0.27	0.44
Hierro (mg)	25.00	46.00	76.00	114.00	124.00

Manganeso (mg)	1.00	1.84	2.85	3.80	6.22
Selenio (mg)	0.08	0.14	0.24	0.28	0.31
Zinc (mg)	25.00	46.00	76.00	114.00	155.00
Vitamina A (UI)	550.00	1012.00	1662.00	2470.00	4043.00
Vitamina D (UI)	55.00	101.00	190.00	285.00	466.00
Vitamina E (UI)	4.00	7.00	10.00	21.00	34.00
Vitamina K (Menadiona) (mg)	0.02	0.02	0.05	0.10	0.16
Biotina (mg)	0.02	0.02	0.05	0.10	0.16
Colina (g)	0.15	0.23	0.38	0.57	0.93
Folacina (mg)	0.08	0.14	0.28	0.57	0.93
Niacina disponible (mg)	5.00	6.90	11.88	19.00	21.77
Ácido pantoténico (mg)	3.00	4.60	8.55	15.20	21.77
Riboflavina (mg)	1.00	1.61	2.85	4.75	6.22
Tiamina (mg)	0.38	0.46	0.95	1.90	3.11
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0.50	0.69	1.42	1.90	3.11
Vitamina B <sub>12</sub> (µg)	5.00	8.05	14.25	19.00	15.55

<sup>a</sup> Fuente: NRC, 1998.

**Cuadro 3**  
**Necesidades nutritivas, cerdos reproductores**

Niveles de consumo	Cerdas jóvenes, adultas y verracos	Cerdas jóvenes y adultas lactando
Energía digestible (Kcal/kg)	3,340	3,340
Energía metabólica (Kcal/kg)	3,210	3,210
Proteína (%)	12	13
Aminoácidos esenciales (%)	Requerimiento (% o cantidad/kg de dieta) <sup>a</sup>	
Arginina	0.00	0.40
Histidina	0.15	0.25
Isoleucina	0.30	0.39
Leucina	0.30	0.48
Lisina	0.43	0.60
Metionina + cistina	0.23	0.36
Fenilalanina + tirosina	0.45	0.70
Treonina	0.30	0.43
Triptófano	0.09	0.12
Valina	0.32	0.60
Ácido linoleico (%)	0.10	0.10
Elementos minerales		
Calcio (%)	0.75	0.75
Fósforo total (%)	0.60	0.60
Fósforo biodisponible (%)	0.35	0.35
Sodio (%)	0.15	0.20
Cloro (%)	0.12	0.16
Magnesio (%)	0.04	0.04
Potasio (%)	0.20	0.20
Cobre (mg)	5.00	5.00
Iodo (mg)	0.14	0.14
Fierro (mg)	80.00	80.00
Manganeso (mg)	10.00	10.00
Selenio (mg)	0.15	0.15
Zinc (mg)	50.00	50.00

Vitaminas:		
Vitamina A (UI)	4000.00	2000.00
Vitamina D (UI)	200.00	200.00
Vitamina E (UI)	22.00	22.00
Vitamina K (Menadiona) (mg)	0.50	0.50
Biotina (mg)	0.20	0.20
Colina (g)	1.25	1.00
Folacina (mg)	0.30	0.30
Niacina disponible (mg)	10.00	10.00
Ácido pantoténico (mg)	12.00	12.00
Riboflavina (mg)	3.75	3.75
Tiamina (mg)	1.00	1.00
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	1.00	1.00
Vitamina B <sub>12</sub> (µg)	15.00	15.00

<sup>a</sup> Fuente: NRC, 1998.

#### Cuadro 4 Consumo de nutrientes diarios y necesidades de cerdos reproductores peso intermedio

Niveles de consumo	Promedio de gestación o peso al parto (kg) de PV	
	Cerdas jóvenes, adultas y verracos (162.5)	Cerdas jóvenes y adultas lactando (165.0)
Consumo de alimento (kg/día)	1.9	5.3
Energía digestible (Mcal/kg)	6.3	17.7
Energía metabólica (Mcal/kg)	6.1	17.0
Proteína (g/día)	228.0	689.0
Aminoácidos esenciales (g)	Requerimiento (cantidad/día)	
Arginina	0.00	21.20
Histidina	2.80	13.20
Isoleucina	5.70	20.70
Leucina	5.70	25.40
Lisina	8.20	31.80
Metionina + cistina	4.40	19.10
Fenilalanina + tirosina	8.60	37.10

Treonina	5.70	22.83
Triptófano	1.70	6.40
Valina	6.10	31.80
<hr/>		
Elementos minerales y vitaminas:		
<hr/>		
Calcio (g)	14.20	39.85
Fósforo total (g)	11.40	31.80
Fósforo biodisponible (g)	6.60	18.65
Sodio (g)	2.80	10.60
Cloro (g)	2.30	8.50
Magnesio (g)	0.80	2.10
Potasio (g)	3.80	10.60
Cobre (mg)	9.50	26.50
Iodo (mg)	0.30	0.70
Fierro (mg)	152.00	424.00
Manganeso (mg)	19.00	53.00
Selenio (mg)	0.30	0.80
Zinc (mg)	95.00	65.00
Vitamina A (UI)	7600.00	10600.00
Vitamina D (UI)	380.00	1060.00
Vitamina E (UI)	42.00	117.00
Vitamina K (Menadiona) (mg)	1.00	2.60
Biotina (mg)	0.40	1.10
Colina (g)	2.40	5.30
Folacina (mg)	19.00	1.60
Niacina disponible (mg)	22.80	53.00
Ácido pantoténico (mg)	7.10	63.60
Riboflavina (mg)	1.90	19.95
Tiamina (mg)	1.90	5.30
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	28.50	5.30
Vitamina B <sub>12</sub> (µg)	15.00	79.50

Fuente: NRC, 1998.

## Cuadro 5

### Requerimientos para varios nutrientes de reemplazos del hato reproductor, consumo voluntario

Niveles de consumo	Peso vivo (kg)			
	Cerdas en desarrollo		Verracos en desarrollo	
	20-50	50-110	20-50	50-110
Concentración energética (Kcal de EM/kg de dieta)	3255	3260	3240	3255
Proteína cruda (%)	16	15	18	16
Nutriente <sup>1</sup> (%):				
Lisina	0.80	0.70	0.90	0.75
Calcio	0.65	0.55	0.70	0.60
Fósforo total	0.55	0.45	0.60	0.50
Fósforo biodisponible	0.28	0.20	0.33	0.25

<sup>1</sup>No hay suficientes datos disponibles para indicar los requerimientos para otros nutrientes, son diferentes de aquellos indicados en el Cuadro 1 para animales de estos pesos.

Fuente: NRC, 1998.

## Cuadro 6

### Requerimientos diarios de alimento y energía para cerdas jóvenes y adultas gestantes

Niveles de consumo y comportamiento	Peso (kg) de cerdas al parto <sup>1</sup>		
	120	140	160
Peso promedio en gestación <sup>2</sup> (kg)	142.50	162.50	182.50
Energía requerida (Mcal ED/día):			
Mantenimiento <sup>3</sup>	4.53	5.00	5.47
Ganancia de peso en gestación <sup>4</sup>	1.29	1.29	1.29
Total	5.82	6.29	6.76
Consumo de alimento (kg/día) <sup>5</sup>	1.80	.90	2.00

<sup>1</sup> Requerimientos basados sobre 25 kg de ganancia de peso maternal más 20 kg de incremento de peso debido a los productos de la concepción; la ganancia de peso total es de 45 kg.

<sup>2</sup> El peso promedio durante la gestación es el peso al momento del parto más la ganancia de peso total/2.

<sup>3</sup> El requerimiento de mantenimiento diario del animal es 110 Kcal de ED/kg de peso metabólico (PV<sup>0.75</sup>).

<sup>4</sup> La ganancia de peso durante la gestación es de 1.10 Mcal de ED/día para ganancia de peso maternal más 0.19 Mcal de ED/día para ganancia de la concepción.

<sup>5</sup> El alimento requerido por día está basado en una dieta de maíz-harina de soya con 3.34 Mcal de ED/kg.

Fuente: NRC, 1998.

## Cuadro 7

### Requerimientos diarios de alimento y energía para cerdas jóvenes y adultas lactantes

Niveles de consumo y comportamiento	Peso (kg) de cerdas lactantes		
	145	165	185
Producción de leche (kg)	5.00	6.25	7.50
Energía requerida (Mcal ED/día):			
Mantenimiento <sup>1</sup>	4.50	5.00	5.50
Producción de leche <sup>2</sup>	10.00	12.50	15.00
Total	14.50	17.50	20.50
Consumo de alimento (kg/día) <sup>3</sup>	4.40	5.30	6.10

<sup>1</sup> El requerimiento de mantenimiento diario del animal es 110 Kcal de ED/kg de PV<sup>0.75</sup>.

<sup>2</sup> La producción de leche requiere 2.0 Mcal de ED/kg de leche.

<sup>3</sup> El alimento requerido por día está basado en una dieta de maíz-harina de soya con 3.34 Mcal de ED/kg

Fuente: NRC, 1998.

#### ■ Composición química de alimentos comunes para cerdos

Desde un punto de vista nutricional, no existe la “mejor” fórmula en relación con los ingredientes que son utilizados. Por lo tanto, deben ser seleccionados con base en la disponibilidad, precio y calidad de los nutrientes que contienen. Los granos de cereales como el maíz, sorgo, cebada y trigo son los ingredientes primarios que suministran energía en las dietas para cerdos de 5.0 kg de peso vivo o más. Cada uno de estos alimentos es deficiente en ciertos aminoácidos indispensables, elementos inorgánicos y vitaminas. Comúnmente son adicionadas harina de soya, pastas de oleaginosas o harinas proteicas de origen animal como fuentes de aminoácidos suplementarios en los granos de cereales.

En el Cuadro 8 se presenta la composición nutritiva de los alimentos comúnmente utilizados en las unidades de producción porcinas. Si se está interesado en conocer la composición de otros alimentos, o bien de otros nutrientes no considerados aquí, se sugiere consultar la publicación del NRC (1998), pero debe recordarse que son valores promedio. Siempre que se tenga la posibilidad de practicar un análisis proximal a los ingredientes disponibles, debe preferirse éste a los datos tabulados.



Figura 6. Alimento peletizado o empastillado para cerdos



Figura 7. Semillas de soya



Figura 8. Pasta de canola (colza)



Figura 9. Semillas y planta de girasol

En las Figuras 7-14 se pueden ver distintos alimentos (cereales, fuentes proteicas) y peletizados que son comunes en la alimentación de cerdos. Los datos del Cuadro 8, son de gran utilidad para una nutrición y alimentación adecuadas de los cerdos, si se añade a la dieta sal común y una premezcla de vitaminas y minerales.



Figura 10. Grano de maíz entero



Figura 11. Cosecha mecánica de maíz amarillo



Figura 12. Grano de sorgo entero



Figura 13. Cultivo de sorgo listo para cosechar

**Cuadro 8**  
**Composición nutritiva promedio de los alimentos más comunes para cerdos\***

Alimentos	Composición nutritiva (% BS)										
	MS (%)	EM (Mcal/kg)	PC	Ca	P	EE	FC (%)	Lis	Met	Cis	Trip
Avena	89.0	2.64	12.0	0.10	0.33	4.0	12.0	0.34	0.18	0.15	0.13
Cebada	89.0	2.81	11.5	0.06	0.36	1.8	7.0	0.36	0.18	0.19	0.16
Harinolina	92.4	2.42	41.0	0.15	1.00	1.5	13.0	1.55	0.49	0.65	0.48
H. alfalfa	92.7	1.19	17.0	1.30	0.23	2.5	27.0	0.80	0.29	0.29	0.36
H. carne	90.0	2.42	50.0	8.10	4.10	8.6	2.8	2.50	0.65	0.62	0.29
H. pescado	90.0	2.64	60.0	4.90	2.80	9.4	1.0	4.60	1.88	0.62	0.71
H. sangre	90.0	2.64	80.0	0.28	0.22	1.0	1.0	5.37	1.04	1.40	1.02
H. de soya	90.0	3.24	44.0	0.25	0.60	0.5	7.0	2.88	0.56	0.66	0.55
Leche des.	90.0	3.39	33.0	1.25	1.00	0.5	----	2.70	0.80	0.40	0.45
Maíz amar.	86.9	3.30	8.8	0.01	0.25	3.8	2.5	0.26	0.19	0.20	0.09
Maíz dest.	90.0	3.30	27.0	0.12	0.68	7.5	9.0	0.11	0.50	0.36	0.18
Mazorcas	90.0	2.64	7.5	0.04	0.20	3.0	10.0	0.16	0.15	0.13	0.06
Melaza	73.4	2.33	3.0	0.50	0.05	----	----	----	----	----	----
Pasta lin.	91.0	1.98	33.0	0.35	0.75	0.5	9.5	1.20	0.48	0.66	0.48
Sorgo	89.0	3.13	9.0	0.02	0.27	2.5	2.7	0.22	0.17	0.14	0.09
Suero sec.	90.0	3.18	12.0	0.90	0.80	0.5	----	0.80	0.16	0.24	0.13
Trigo dur.	89.0	3.30	12.2	0.05	0.35	1.5	2.4	0.38	0.20	0.16	0.15
Trigo sua.	89.0	3.30	10.0	0.05	0.30	1.7	2.8	0.30	0.14	0.20	0.12
Triticale	90.0	3.13	11.0	0.06	0.32	----	2.1	0.45	0.26	0.19	0.11

Fuente: Jones *et al.*, 1975; citados por Trujillo, 1987.

\*Las abreviaturas utilizadas podrán ser consultadas al final del texto (Cuadro 45).

**Cuadro 9**  
**Composición energética de grasas, aceites y carbohidratos seleccionados**

<b>Alimento</b> <b>Nombre/descripción</b>	<b>Materia</b> <b>seca (%)</b>	<b>Extracto</b> <b>etéreo (%)</b>	<b>Ácido lino-</b> <b>leico (%)</b>	<b>E.D.</b> <b>(Kcal/kg)</b>	<b>E.M.</b>
<b>Animal:</b>					
Manteca (cerdo)	100	100	18.3	7860	7750
Grasa (ave)	100	100	11.8	8635	7935
Cebo (rumiante)	100	100	3.1	8200	7895
<b>Planta:</b>					
Aceite de maíz	100	100	58.0	7620	7350
Aceite de soya	100	100	65.7	7560	7280
Almidón de maíz	100	0	0	4045	4040
Glucosa monohidratada	100	0	0	3735	3620
Sucrosa	100	0	0	3850	3670

Nota: Grasas y aceites, grado alimento, usualmente contienen agua y otros materiales no grasos; las concentraciones de energía deben ser ajustadas acordeamente.

Fuente: Ewan, R.C. Universidad de Iowa, datos no publicados. NRC, 1998.

### Niveles máximos sugeridos

En el Cuadro 10 se presenta la información correspondiente de los niveles máximos que se deben incluir en la dieta para algunos alimentos, de tal manera que se utilicen eficientemente y no causen trastornos digestivos a los animales. Se sugiere emplear esta información y se recomienda complementarla con estudios de otros alimentos que se tengan disponibles.

Con respecto a los niveles de melaza sugeridos para cerdos en crecimiento, desarrollo y finalización, se aclara que esta información fue presentada en la Primera Reunión Internacional “La caña de azúcar en la alimentación animal”, celebrada en la ciudad de Veracruz, México, en 1976 (Trujillo, 1987).

**Cuadro 10**  
**Alimentos comunes para cerdos y niveles máximos recomendados como porcentaje de la dieta**

Alimentos	Nivel máximo sugerido para cada clase de animal					
	Adultos		Peso vivo (kg)			
	Gestación	Lactación	11-23	23-34	34-57	57-100
H. alfalfa	90	10	5	5	5	5
Avena	70	15	--	20	20	20
Cebada	80	80	40	60	60	60
Centeno		--	20	20	20	25
Gluten de maíz	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Grasa de res	--	--	5	4	4	3
Harinolina	5	5	--	--	5	5
H. carne y hueso	10	10	5	5	5	5
H. linaza	5	5	5	5	5	5
H. pescado	10	10	--	SR	SR	SR
H. sangre	3	3	3	3	3	3
Maíz	85	85	70	80	90	90
Mazorcas	70	10	--	--	--	-
Maíz, dest.	5	5	5	5	5	5
Melaza caña	5	5	5	22.5	22.5	30
Melaza remolacha	5	5	5	5	5	5
Productos suero	5	5	20	20	20	20
Sorgo	85	85	70	80	90	90
Soya	20	20	30	25	20	20
Suero seco	5	5	20	10	10	10
Trigo	85	85	60	80	80	90
Triticale	--	--	50	50	50	50

Fuente: Jones *et al.*, 1975; citados por Trujillo, 1987.

### Aditivos alimenticios antimicrobianos

Los agentes antimicrobianos son comúnmente adicionados en las dietas suministradas a cerdos con la finalidad de mejorar las ganancias de peso, la conversión y eficiencia alimentarias, y los parámetros reproductivos. Particularmente en los cerdos jóvenes, estos agentes son adicionados para

reducir la morbilidad y mortalidad (Hays, 1978 y Zimmerman, 1986, citados por NRC, 1988). Sin embargo, al alimentar a los animales con antibióticos se fomenta la resistencia bacteriana. En algunos casos hay resistencia múltiple a varios antibióticos por la población microbiana del animal. La resistencia bacteriana puede ser transferida dentro y entre especies microbianas, por lo que se ha pensado que este fenómeno puede constituir un peligro para la salud humana. El monitoreo y vigilancia de la resistencia en animales y humanos ha continuado sin una vía inicial en infecciones de animales a humanos claramente delineada.

Las regulaciones y restricciones sobre el uso de aditivos alimenticios varían entre países. En adición, los usos aprobados de aditivos están sujetos a cambios. Para información oficial concerniente a la Administración de Drogas y Alimentos (FDA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, la aprobación de aditivos alimenticios y otras drogas animales, debe consultarse el Código de Regulaciones Federales, Título 21.

### ■ **Balanceo por computadora de dietas para cerdos**

Actualmente todas las dietas comerciales se formulan mediante computadora, utilizando técnicas de programación lineal. Este método considera la solución simultánea de muchas ecuaciones lineales y determina la ubicación óptima de los ingredientes alimenticios para mantener un objetivo, el cual usualmente consiste en satisfacer un grupo de requerimientos nutricionales. Por lo general, el medio óptimo selecciona los ingredientes menos caros; así, la mayoría de las dietas se formulan con base en costo mínimo. En esencia, la computadora calcula la combinación de ingredientes disponibles que pueden mantener los requerimientos especificados en el costo mínimo.

Existen en forma comercial diversos programas computacionales que nos permiten formular dietas para diferentes animales de granja. Un criterio para elegir el mejor es utilizar aquellos paquetes basados en el tipo de computadora disponible y de acuerdo con los objetivos particulares deseados (Cheeke, 1991).

Los avances tecnológicos han permitido desarrollar programas computarizados para calcular dietas óptimas en pocos segundos; esto ha incrementado la oportunidad para que productores medianos o pequeños mejoren sus dietas o programas alimentarios en general. Con el uso de modelos de programación lineal computarizados, los precios de los ingredientes alimenticios disponibles, así

como sus contenidos nutrimentales, pueden ser considerados cuando formulamos dietas para animales de granja.

Supongamos que los alimentos disponibles para un porcicultor son grano de maíz, avena, sorgo, harinolina, soya, salvado de trigo, harina de pescado y heno de alfalfa. Varias combinaciones de algunos o todos los ingredientes anteriores, en distintas proporciones, pueden cubrir los requerimientos nutricionales de una cerda adulta en lactación, de un cerdo en crecimiento o finalización. Un programa de computadora para calcular dietas de costo mínimo puede probar todas las combinaciones de ingredientes disponibles y seleccionar la mezcla que cubra los requerimientos nutricionales de un cerdo en particular, al costo más bajo.

En una unidad de producción porcina, cuando el interés es cubrir los requerimientos nutricionales múltiples, se cuenta con varias fuentes alimentarias y se desea considerar su precio, la formulación de la dieta debe hacerse mediante programación matemática. Esta técnica, cuando se usa apropiadamente, puede ayudar a lograr tanto una dieta balanceada nutricionalmente, como la optimización económica, porque permite considerar ambos rubros.

Los nutricionistas deben tener buen conocimiento de las especificaciones de la dieta, además, deben estar familiarizados con la formulación e interpretación de resultados y pensar en los procesos de solución, lo cual es la manipulación matemática, como una “caja negra”; no necesitan preocuparse por los mecanismos de la solución matemática de la matriz de programación lineal, pero sí de los resultados.

Las formulaciones de dietas mediante programación matemática deben tratarse como un proceso interactivo, en el que el nutricionista debe verificar, interpretar y replantear, si es necesario, todas las fórmulas del programa de alimentación.

### **Mayores ventajas que se obtienen al formular dietas mediante la aplicación de paquetes computacionales**

1. En primer lugar nos permite resolver problemas más complejos utilizando menos tiempo.
2. En segundo término, una vez familiarizados con el programa, se facilita enormemente la elaboración de dietas para diferentes especies.

3. Finalmente, a la vez que facilita elaborar dietas complejas en poco tiempo, permite, por un lado, considerar los requerimientos de varios nutrientes primarios: energía, proteína cruda, proteína digestible, aminoácidos, calcio, fósforo, y por otro, optimizar los recursos alimenticios, al permitirnos elaborar una dieta al precio más bajo posible.

## ■ Aplicación del software PC-Apollo para balancear dietas para cerdos

El programa Apollo tiene un menú principal (*Main Menu*) donde usted tiene las opciones siguientes:

### MAIN MENU

Seleccione uno de los programas siguientes:

A LC-G Ración de costo mínimo: cerdos en crecimiento/finalización

B LC-B Ración de costo mínimo: cerdos reproductores

C EVAL-G Evaluación de la ración: cerdos en crecimiento/final

D EVAL-B Evaluación de la ración: cerdos reproductores

E DELIVERY Programas de carga y descarga de alimento

D LIST FEED Editor del código de alimentos de la librería

Q QUIT Salir del programa

Las teclas de función están asignadas como sigue:

F1	Ayuda para ingresar datos
F2	Lista de elección de datos
F3	Restaurar el valor en campo original
F4	Crear, obtener o salvar una dieta
F5	Saltar a cualquier otra sección de entrada
F6	Moverse al campo inicial
F7	Formular/mostrar la dieta
F8	Salir y retornar al menú principal

Las siguientes teclas deben usarse para editar y mover el cursor.

Ingresar la partida de datos. *ENTER*, *TAB* o *DOWN ARROW* (flecha hacia abajo).

Ingresar la partida de datos previa. *SHIFT*, *TAB* o *UP ARROW* (flecha hacia arriba).

---

<i>PgDn</i>	Siguiente pantalla
<i>Home</i>	Ingresar primera partida de datos
<i>Left arrow</i>	Cursor izquierdo
<i>Ins</i>	Insertar carácter
<i>PgUp</i>	Pantalla previa (anterior)
<i>End</i>	Ingresar partida de datos anterior
<i>Right arrow</i>	Cursor derecho
<i>Del</i>	Borrar carácter
<i>Backspace</i>	Borra carácter izquierdo
<i>CTRL-PgDn</i>	Para recorrer una pantalla hacia abajo
<i>CTRL-PgUp</i>	Para recorrer una pantalla hacia arriba

---

## LC-G dieta de costo mínimo: cerdos en crecimiento y finalización

### Información del animal

- Título de la dieta (*Title line 1*)

Ingrese un nombre y/o consignación u otra identificación para la dieta sobre estas dos líneas (máximo ocho caracteres alfanuméricos). Este título será exhibido al principio de todas las salidas impresas para esta dieta.

- Fecha (*Date*)

Ingrese en el siguiente orden la fecha: mes, día y año.

- Unidad de medida (*Wt Unit*)

Puede escoger cualquiera de los dos sistemas: inglés o métrico.

Ingrese “lb” para exhibir toda entrada o salida en unidades inglesas, o “kg” para que sea expuesta en unidades métricas. El programa convierte en automático los datos ya ingresados a la unidad seleccionada.

- Peso inicial (*Beginning body weight*)

El peso vivo inicial del cerdo al comenzar la fase de alimentación es de 1 a 110 kg (2 a 240 lb). El peso está basado sobre peso vivo corporal contraído, es decir, el peso después de retirarse de la noche a la mañana el agua y el alimento (generalmente equivale alrededor de 96% de pesos no contraídos tomados en las primeras horas de la mañana).

- Peso corporal de terminación (*Ending body weight*)

Es el peso deseado al terminar la fase de alimentación. El peso final es de 1 a 130 kg (2 a 285 lb).

- Ganancia diaria de peso (*Daily gain*)

Ingrese la ganancia diaria promedio por animal por día que desea obtener durante la fase de alimentación. Si usted ingresa cero, el programa calculará la ganancia de peso óptima (Cuadro 11).

**Cuadro 11**  
**Ganancia de peso esperada en cerdos según el peso corporal**

PV del cerdo		Ganancia de peso esperada	
Kg	Lb	Kg	Lb
1 a 5	2 a 11	0.200	0.44
5 a 10	11 a 22	0.250	0.55
10 a 20	22 a 44	0.450	1.00
20 a 50	44 a 110	0.700	1.55
50 a 110	110 a 242	0.820	1.80

- Costos generales \$/día (*Overhead cost, \$/day*)

Costos por cabeza por día diferentes a los de alimentación (en dólares), incluye labor, impuestos, depreciación e intereses. Usualmente se encuentran entre 0.05 y 0.50.

- Categoría (*Category*). Los cerdos son divididos en tres categorías:

- a) Lechones (lactantes)
- b) Cerdos posdestetados (iniciación)
- c) Cerdos en crecimiento-finalización

El consumo de los lechones depende de la habilidad de la cerda para producir leche. El acceso al comedero es proporcionado durante el periodo de cría para suplementar el consumo de nutrientes de los lechones.

- Raza (*Breed*)

Ingrese: Duroc, Hampshire, Yorkshire, Poland China, Spotted, Landrace, Crossbreed, otra. El Cuadro 12 indica qué parte de la variación asociada al consumo de energía se atribuye a diferencias genéticas (razas).

**Cuadro 12**  
**Ajuste de consumo de energía digestible según la raza de cerdos**

Raza	Consumo de energía digestible (%)
Duroc	+ 2.50
Hampshire	- 2.50
Yorkshire	- 0.75
Poland China	- 0.80
Spotted	- 0.85
Landrace	- 0.10
Crossbreed	0.00
Otra	0.00

- Sexo (*Sex*)

Ingrese los porcentajes (%) de cerdas, cerdos castrados y cerdos enteros.

Las cerdas y los machos enteros consumen menos alimento que los cerdos castrados. La diferencia en el consumo de alimento se observa cuando alcanzan un peso de 25 kg (55 lb).

- Aditivos alimenticios (*Feed additives*)

Ingrese Y (sí) o N (no).

Los aditivos pueden influenciar el consumo de alimento. El Cuadro 13 muestra el ajuste del consumo de alimento desde el destete al mercado.

**Cuadro 13**  
**Ajuste de consumo de energía digestible según el peso vivo en cerdos**

Peso vivo	Consumo de energía digestible (%)
< 16 kg (35 lb)	+ 8
16 a 50 kg (35 a 123 lb)	+ 6
> 56 kg (123 lb)	+ 2

- Peletizado (*Pelleting*)

Ingrese Y (sí) o N (no).

El peletizado del alimento resulta en varias respuestas sobre el consumo de energía de cerdos del destete al mercado (Cuadro 14).

**Cuadro 14**  
**Efecto del peletizado sobre el consumo de energía en cerdos**

Peso vivo	Consumo de ED (%)
< 20 kg (44 Lb)	- 9.0
> 20 kg (44 Lb)	- 3.1

- Espacio de piso libre por cerdo (*Free floor space per pig*)

Ingrese el espacio disponible por cerdo en m<sup>2</sup>.

El espacio disponible influye en el consumo de alimento y comportamiento del cerdo, del destete al mercado. Si usted ingresa cero, el programa ignora este parámetro en la formulación de la dieta (Cuadro 15).

**Cuadro 15**  
**Necesidades de espacio (m<sup>2</sup>) en corral de cerdos en engorda**

Peso Vivo	Necesidad de espacio mínimo por cerdo	
	m <sup>2</sup>	pies <sup>2</sup>
< 20 kg (44 lb)	0.43	4.30
20 a 50 kg (44 a 110 lb)	1.06	11.40
> 50 kg (110 lb)	1.09	11.72

- Cerdos por corral (*Pigs for pen*)

Ingrese el número de animales por corral. El número de cerdos por corral influye en el consumo de alimento y comportamiento de los animales. Si usted ingresó cero, el programa ignora el parámetro en la formulación (Cuadro 16).

**Cuadro 16**  
**Número de cerdos por corral según la etapa de crecimiento**

Peso vivo	Rango normal
Posdestete	3 a 15 cerdos/corral
Crecimiento-finalización	5 a 30 cerdos/corral

- Temperatura ambiente promedio (*Average ambient temperature*)

Ingrese la temperatura ambiente promedio (°C) de la zona donde se encuentra la granja.

La temperatura afecta el requerimiento de energía. Cuando está abajo de la óptima, el animal debe aumentar la producción de calor para mantenerse caliente. La temperatura óptima está calculada por la ecuación:  $t_{opt} = 26 - 0.0614 * PV$

Donde:

$t_{opt}$  = temperatura óptima en °C

PV = peso vivo en kg

La temperatura arriba del rango óptimo reduce el consumo de alimento. Si usted ingresó cero, el programa ignora este parámetro en la formulación.

- Ajuste del consumo de alimento (*Feed intake*)

Debido a ciertas situaciones de alimentación (calidad de la dieta, tipo de cerdos) puede ser necesario ajustar el consumo total estimado de la dieta sin considerar los diferentes ingredientes.

Una entrada de 0 permite que el consumo estimado esté desajustado.

Una entrada de -20 significa que los animales comerán 20% menos de lo normal.

Una entrada de +15 implica que los animales comerán 15% más de lo normal.

- Ajuste para mantenimiento

Debido al clima y tipo de ganado, puede ser necesario ajustar la energía neta requerida para mantenimiento (ENm, Mcal/día).

Una entrada de 0 permite que la ENm no esté ajustada.

Una entrada de -20 significa que los animales requieren 20% menos de lo normal.

Una entrada de +15 implica que los animales requieren 15% más de lo normal.

### LC-B dieta de costo mínimo para cerdos de cría o reproductores

- Categoría (*Category*)

Ingrese cerda preñada primeriza, cerda preñada adulta, primera lactancia, adulta lactante, reemplazo en desarrollo, verraco en desarrollo o verraco adulto en servicio. El consumo voluntario depende de su categoría.

Cerda primeriza o adulta gestante (*Pregnant gilt/sow*)

- Peso al momento del empadre (*Mating weight*)

Ingrese el PV de la cerda al momento de la monta, usualmente de 120 a 160 kg (265 a 353 lb). El valor por *default* es de 160 kg (352.73 lb).

- Ganancia maternal total (*Total maternal gain*)

La cerda debe alimentarse y manejarse para ganar 25 kg netos (55 lb) durante la gestación. El aumento de peso por concepto de la placenta y otros productos de la gestación debe ser de aproximadamente 20 kg (44 lb), para un total de 45 kg (99 lb) de ganancia de peso en la gestación de la cerda. La duración es de 114 días.

El programa calcula automáticamente la ganancia fetal, considerando sólo la ganancia maternal de 25 kg (55 lb).

Cerda primala o adulta lactante (*Lactating gilt/sow*)

- Peso al momento del parto (*Farrowing weight*)

Ingrese el peso de la cerda al momento del parto. Usualmente es de 145 a 185 kg (320 a 408 lb). El valor por *default* es de 185 kg (407.85 lb).

- Lechones por camada (*Pigs per litter*)

Ingrese el número de lechones por camada o parto.

El tamaño de camada afecta la producción de leche de la cerda. Si usted ingresa cero, el valor utilizado por *default* es de 10 cerdos/camada (Cuadro 17).

**Cuadro 17**  
**Producción de leche en cerdas según tamaño de camada**

Lechones/camada	Producción de leche/día	
	(Kg)	(Lb)
4	4.0	8.82
5	4.8	10.58
6	5.2	11.46
7	5.8	12.79
8	6.6	14.55
9	7.0	15.43
10	7.6	15.43
11	8.2	16.75
12	8.6	18.08

- Días después del parto (*Days postfarrowing*)

Ingrese el periodo (en días) transcurrido después del parto de la cerda lactante. Usualmente es de 1 a 42 días. Si usted ingresó cero, un valor de 21 días será utilizado por *default*.

- Hembras o machos en desarrollo (*Developing gilts/board*), peso promedio (*Average-weight*)

Ingrese el PV promedio de los cerdos durante la fase de alimentación, 20 a 150 kg (44 a 330 lb). El valor por *default* es de 70 kg (153 lb).

- Ganancia diaria de peso (*Daily gain*)

Ingrese la ganancia diaria de peso por animal durante la fase de alimentación. Si usted ingresó cero, el valor por *default* será utilizado.

- Raza (*Breed*)

Ingrese: Duroc, Hampshire, Yorkshire, Poland China, Spotted, Landrace, Crossbreed, otra. Parte de la variación asociada al consumo se atribuye a diferencias genéticas (Cuadro 18).

**Cuadro 18**  
**Ajuste de consumo de energía digestible según la raza en cerdos**

Raza	Consumo de energía digestible (%)
Duroc	+2.50
Hampshire	- 2.50
Yorkshire	- 0.75
Poland China	- 0.80
Spotted	- 0.85
Landrace	- 0.10
Crossbreed	0.00
Otra	0.00

- Gastos generales, \$/día (*Overhead cost, \$/day*)

Ingrese los costos por animal por día, diferentes a los de alimentación (en dólares).

- Temperatura ambiente promedio (*Average ambient temperature*)

Cuando la temperatura ambiente es menor a la temperatura crítica, el animal debe aumentar su producción de calor para mantener su temperatura corporal. Por

cada grado centígrado abajo de la temperatura crítica de la cerda ( $18^{\circ}\text{C} = 64^{\circ}\text{F}$ ), hay un aumento de 4% en el costo de mantenimiento.

La temperatura arriba de la temperatura crítica del animal reducirá el consumo de alimento. Por cada  $^{\circ}\text{C}$  arriba de la temperatura crítica superior de la cerda ( $20^{\circ}\text{C} = 68^{\circ}\text{F}$ ), hay una reducción de 0.017% en el consumo de la energía digestible.

Si usted ingresó cero, el programa ignora el parámetro en la formulación.

- Ajuste del consumo de alimento (*feed intake adjustment*)

Debido a ciertas situaciones de alimentación (calidad de la ración, tipo de cerdos, etc.) puede ser necesario ajustar el consumo total estimado de la ración sin considerar los diferentes ingredientes.

Una entrada de "0" permite que el consumo estimado esté desajustado.

Una entrada de -20 significa que los animales comerán 20% menos de lo normal.

Una entrada de +15 implica que los animales comerán 15% más de lo normal.

- Peletizado (*Peletting*)

Ingrese Y (sí) o N (no).

El peletizado reduce el consumo de alimento en 3.1% y reduce el costo de mantenimiento en 10%.

- Aditivos alimenticios (*Feed aditives*)

Ingrese Y (sí) o N (no).

Los aditivos reducirán el consumo 2% y el costo de mantenimiento 10%.

- Código de restricción de nutrientes (*Nutrient constraints code*)

Las restricciones de nutrientes han sido calculadas con base en información del animal ya ingresada en la página previa. Si desea cambiar cualquier restricción, proceda como sigue:

Para añadir una restricción: use la flecha para mover el cursor a una línea en blanco en la tabla. También puede presionar las teclas CTRL-PgDn, desciende

completamente una pantalla, entonces ingrese la abreviatura para el nutriente que desea restringir. Si no conoce la abreviatura, presione F2 para obtener una lista de todos los nutrientes.

Para borrar una restricción: use la flecha clave o CTRL-PgDn, CTRL-PgUp para mover a la línea en la tabla, conteniendo la restricción que desea borrar. Entonces remueva la restricción bloqueando el nutriente clave. Usted puede borrar el código presionando la barra espaciadora hasta que desaparezca. Entonces presione la tecla *ENTER*.

Para reemplazar una restricción: mueva el cursor hasta la línea que quiere reemplazar y entonces escriba la información sobre el principio de la anterior.

Para regenerar por *default* restricciones de nutrientes de NRC, presione PgUp para ir a la página de información animal y reingrese el peso corporal. Nota: éste reemplazará todas las restricciones de nutrientes que usted cambió.

- Cantidad unitaria mínima (*Minimum amount unit*)

Esta columna contiene la cantidad mínima del nutriente seleccionado que será incluida en la ración. Para cambiarla, escriba la cantidad deseada y presione *ENTER*. El programa solicitará que identifique el tipo de restricción (ejemplo, %, ppm, lbs.) exhibiendo un menú de selección. Use las flechas para moverse al tipo de restricción deseada y presione *ENTER*.

Para borrar una restricción mínima existente, ingrese cero en la cantidad anterior.

- Cantidad unitaria máxima (*maximum amount unit*)

Esta columna contiene la cantidad máxima del nutriente seleccionado que será incluida en la dieta. Para cambiarla, escriba la cantidad deseada y presione *ENTER*. El programa solicitará que identifique el tipo de restricción (ejemplo, %, ppm, lbs) exhibiendo un menú de selección. Use el cursor para moverse al tipo de restricción deseada y presione *ENTER*.

Para borrar una restricción máxima existente ingrese cero por la cantidad anterior.

- Lista de alimentos: código de biblioteca (*Feed list: library code*)

Ingrese en la tabla el grupo de alimentos que desea considerar para la formulación de la ración. Si está evaluando una ración existente, ingrese todos los alimentos que están en la ración, así como las cantidades por día.

Para añadir un alimento a la lista use la flecha para moverse a una línea blanca en la tabla; también puede presionar las teclas *CTRL-PgDn* descendiendo completamente la pantalla (presione primero *CTRL* y mantenga hacia abajo mientras está presionando *PgDn*, entonces ingrese al código de la biblioteca para el alimento).

Códigos de la biblioteca de los alimentos:

*STD.* La información para estos alimentos está almacenada en la biblioteca de alimentos estándar suministrada por el programa.

*ALT.* La información del alimento está contenida en una biblioteca alternativa que ha sido creada o modificada por el usuario del programa.

*NEW.* La información del alimento no está contenida en ninguna biblioteca existente. Usted ingresará en el programa el análisis completo de nutrientes para un nuevo alimento, ya que la información no está almacenada.

Para borrar un alimento de la lista: use la flecha o *CTRL-PgDn*, *CTRL-PgUp*. Asegúrese de que el cursor esté ubicado en la columna código de la biblioteca. Remueva el alimento presionando la barra espaciadora y presione la tecla *ENTER*.

Para reemplazar un alimento, mueva el cursor a la línea que quiere reemplazar y escriba la nueva información.

- Número de alimento (*Feed number*)

Cada alimento en la biblioteca estándar y alternativa tiene un número único asignado. Si está ingresando información para un nuevo alimento, puede asignar cualquier dígito que guste. Si está seleccionando un alimento de los existentes en las bibliotecas y no conoce el número correspondiente, oprima *F2* para obtener una lista de todos los números y nombres en la biblioteca seleccionada. Use el cursor para seleccionar el alimento que guste.

Si ingresa por equivocación un alimento incorrecto, use uno de los siguientes procedimientos para reemplazar o borrar el alimento:

- Para reemplazar: use el cursor para seleccionar el número del alimento en la columna y escriba el nuevo número.
  - Para borrar: use la flecha para moverse a la columna código de biblioteca. Remueva el alimento presionando la barra espaciadora y oprima *ENTER*.
- Nombre del alimento (*Feed name*)

Ingrese un nombre descriptivo.

- Precio del alimento (*Feed Price*)

Ingrese el costo de este alimento en las cantidades especificadas:

Dólares por ton:

ton inglesa (2,000 lb)  
cwt: quintal (100 lb)  
ton métrica (1,000 Kg)  
kg: kilogramo

Si usted desea ingresar el precio del alimento en una unidad diferente a la especificada o cambiar el precio unitario, presione *CTRL* y *HOME* simultáneamente para ir al campo “precio unitario”. Después seleccione el precio unitario deseado, puede entonces ingresar el precio del alimento.

El programa cambiará automáticamente cualquier dato ya ingresado a la unidad seleccionada. Si desea cambiar la unidad del precio del alimento mientras edita la lista de alimentos, presione las teclas *CTRL* y *HOME* simultáneamente para regresar a este campo.

- Cantidad unitaria mínima (*Minimum amount unit*)

Puede forzar un alimento en la ración ingresando cantidad mínima como restricción. El programa entonces incluirá como mínimo esta cantidad y puede ser más cuando la ración se formula. Después usted ingrese la cantidad deseada. El programa le pedirá que identifique el tipo de restricción (% , lbs) exhibiendo

un menú de selección. Use el cursor para moverse al tipo de restricción deseada y presione *ENTER*.

Para borrar una restricción mínima existente, ingrese cero por la cantidad anterior.

- Cantidad unitaria máxima (*Maximum amount unit*)

Proceda igual que para la cantidad mínima, solamente ingresando restricción máxima. Muchos de estos alimentos en la biblioteca estándar de alimentos tienen restricciones máximas que automáticamente serán exhibidas en esta columna.

Para borrar una restricción máxima existente, ingrese cero para la cantidad.

- Alimento editado (*Edited feed*)

Esta columna requiere una respuesta Y (sí) o N (no). Si usted quiere ver o editar el análisis de nutrientes para un alimento particular, ingrese Y. El programa exhibirá el análisis de nutrientes completo para el alimento. Si usted está ingresando información para un nuevo alimento llenará el análisis de nutrientes completo, ya que la información para el nuevo alimento no está almacenada en las bibliotecas de alimentos.

- Lista de grupos de alimentos: número de grupo (*Feed groups list: group number*)

En esta tabla se encuentran los grupos de alimentos que han sido especificados en la lista de alimentos.

Para añadir un grupo a la lista, use las flechas para mover el cursor a una línea nueva en la tabla. Puede también presionar *CTRL-PgDn*, se recorrerá hacia abajo una pantalla (presione *CTRL* primero y mantenga hacia abajo, mientras presiona *PgDn* ingrese el número de grupo).

La biblioteca estándar suministrada con el programa contiene varios grupos de alimentos. Puede ver la lista de estos grupos presionando *F2*. Usted puede elegir ingresar uno de los grupos existentes o crear un nuevo grupo insertando un número que no esté sobre la lista.

Después de crear un nuevo grupo, puede añadir alimentos existentes al grupo y quedar permanentemente añadido a la lista. Para añadir alimentos, debe entrar a la columna “añadir o borrar alimentos en grupo”.

Para borrar un grupo de la lista: use las flechas *CTRL-PgDn* o *CTRL-PgUp* para mover a la línea en la tabla del grupo que quiere borrar. Presione *ENTER* O *TAB* para ir a la columna “añadir o borrar alimentos en grupo”. Presione “Y” en esta columna. El programa exhibirá una lista de todos los alimentos contenidos en este grupo; podrá borrar primero todos los alimentos de éste. Una vez que todos los alimentos han sido borrados, el programa automáticamente eliminará el grupo.

Sólo los grupos de forraje y concentrado están predefinidos, por lo que nunca pueden ser borrados.

- Nombre del grupo (*Group name*)

Ingrese un nombre descriptivo para el grupo de alimento.

- Cantidad unitaria mínima (*Minimum amount unit*)

Usted puede incluir un grupo de alimentos en la ración ingresando una cantidad como restricción mínima. El programa incluirá como mínimo esta cantidad y puede ser mayor cuando se formula la dieta. Después ingrese la cantidad deseada, el programa solicitará que usted identifique el tipo de restricción (% , lbs.) de un menú de elección. Use el cursor para mover al tipo de restricción deseada y oprima *ENTER*.

Para borrar una restricción mínima existente, ingrese cero para la cantidad.

- Cantidad unitaria máxima (*Maximum amount unit*)

Es el mismo procedimiento para la cantidad mínima, sólo que aquí con restricción máxima. Muchos de estos grupos en la biblioteca estándar han sido construidos con restricciones máximas que automáticamente serán exhibidas en esta columna.

Para borrar una restricción máxima existente, ingrese cero para la cantidad.

- Añadir o borrar alimentos en grupo (*Add or delete feeds in group*)

Esta columna requiere una respuesta Y (sí) o N (no). Si usted desea añadir o borrar alimentos de un grupo en particular, ingrese Y. El programa exhibirá una lista de alimentos en el grupo editado por usted.

Si desea agregar un grupo que no está en la tabla, debe añadir por lo menos un alimento, para que permanezca en la lista.

Para añadir un alimento al grupo, usar las flechas para mover a una línea blanca en el cuadro. Puede también oprimir *CTRL-PgDn*, que despliega hacia abajo una pantalla (oprime *CTRL* y entonces mantenga hacia abajo mientras oprime *PgDn*). Presione *F2* para exhibir la lista de alimentos disponible para esta ración. Use las flechas para moverse al alimento que desee y oprima *ENTER*.

Para borrar un alimento del grupo, use las flechas para moverse al que quiere eliminar. Oprima *F2* para exhibir una lista de alimentos disponibles para esta ración. Use las flechas para moverse a la línea “borrar alimento” y oprima *ENTER*. Puede también añadir o borrar oprimiendo *INSERT* para ir directo a la lista de alimentos disponibles.

- Lista de proporciones: tipo de proporción (*Ratio list: ratio type*)

En la tabla usted puede definir las proporciones de restricciones para la formulación de la dieta, o puede simplemente especificar una clase de proporciones para que automáticamente sean calculadas por el programa cuando los contenidos de la ración se están exponiendo.

Para añadir una proporción a la lista, use las flechas para mover a una línea en blanco en el cuadro. Puede también presionar *CTRL-PgDn* para pasar hacia abajo completamente una pantalla (presione la tecla *CTRL* primero y entonces mantenga hacia abajo mientras presiona la tecla *PgDn*).

Ingrese el tipo de proporción

Nut. para proporciones de nutrientes

Fd. para proporciones de alimentos

Grp. para proporciones de grupos de alimentos

Para borrar una proporción de la lista, use las teclas de flechas o *CTRL-PgDn*, *CTRL-PgUp* para mover el cursor a una línea en el cuadro que contiene la proporción que desea borrar. Remueva la proporción presionando la barra espaciadora y oprima *ENTER*. Para reemplazar una proporción mueva el cursor a la línea que quiera reemplazar y entonces escriba la nueva información.

- Numerador (*Numerator code*)

Cada proporción tiene dos partes: un numerador y un denominador. Si, por ejemplo, define una proporción calcio a fósforo, el numerador es calcio y el denominador es fósforo. Ingrese el código para el numerador en esta columna. Oprima F2 para obtener una lista de elección.

- Denominador (*Denominator code*)

Ingrese el código para el denominador en esta columna. Oprima F2 para obtener una lista de elección.

- Cantidad unitaria de la restricción (*Constraint amount unit*)

Usted puede ingresar una restricción a la proporción como X.XX a 1, donde X representa la proporción del numerador al denominador. Por ejemplo, si quiere tener dos veces calcio a fósforo en la ración, podría definir la proporción calcio: fósforo de 2 a 1, donde 2 es el número que puede especificar para la restricción de cantidad.

Si usted quiere ingresar una restricción para la formulación, pero quiere la proporción actual calculada por el programa cuando expone los contenidos de la ración, ingrese cero para la cantidad a restringir.

Hasta aquí, ya ingresó toda la información; presione la función F8 para formular la dieta.

- Análisis de la dieta
- Costo y comportamiento (*Cost and performance*). Esta sección expone el costo y comportamiento de la ración.

La siguiente información está incluida:

1. Días en fase de alimentación.
  2. Ganancia para toda la fase, por día y por unidad de ganancia.
  3. Consumo de alimento para toda la fase, por día y por unidad de ganancia.
  4. Costo de alimento para toda la fase, por día y por unidad de ganancia.
  5. Alimento y costos generales para toda la fase, por día y por unidad de ganancia.
- Composición de la dieta: todos los alimentos (*Diet composition: all feeds*)

Esta sección exhibe las cantidades de todos los alimentos usados en la ración o las cantidades para un grupo de alimentos seleccionados, usando la función F3.

La siguiente información es incluida para cada alimento usado en la dieta (o grupo).

1. La cantidad del ingrediente en la dieta, lb/día o kg/día, tal como se ofrece.
  2. El porcentaje del alimento (o grupo), tal como se ofrece.
  3. La cantidad del alimento en la dieta, lb/día o kg/día, en 100% de la materia seca.
  4. El porcentaje del alimento en la dieta (o grupo), en 100% de la materia seca.
  5. Proporciones de alimentos o grupos: si previamente definió algunas proporciones de alimentos o grupos sobre la lista de proporciones, el programa calculará las cantidades de proporción en la dieta (o grupo) y las exhibirá en esta sección. Las proporciones de alimentos serán expuestas solamente si ambos alimentos son usados en la dieta (o grupo). Las proporciones de grupos son expuestas solamente cuando se consideran todos los alimentos en la composición de la dieta.
- Rangos de precios: \$/ton tal como se ofrece (*Prices ranges: \$/ton as feed*)

- Precios y alimentos no usados (*Prices and feeds not used*)

Esta sección expone la siguiente información para alimentos usados en la ración.

1. La cantidad de cada alimento en la ración lb/día o kg/día sobre una base, tal como se ofrece.
2. El precio corriente del alimento sobre una base, tal como se ofrece.
3. Rango inferior del precio del alimento. Este es el precio más bajo que el alimento puede tener sin afectar su cantidad usada en la ración. Si usted cambia el alimento a un precio más bajo que el rango inferior y reformula la dieta, su composición cambiará para incluir más de ese alimento. Otros alimentos previamente usados en la dieta pueden no ser usados.
4. Si el rango inferior es negativo, no es práctico usar más de ese alimento en la dieta.
5. Si el rango inferior es -999999.99, la cantidad de alimento en la dieta no puede ser aumentada, debido a una restricción máxima sobre ese alimento.
6. Rango superior del precio del alimento. Este es el precio más alto que el alimento puede tener sin afectar la cantidad usada en la ración. Si usted cambia el precio del alimento arriba del rango superior y reformula la dieta, su composición cambiará para incluir menos de ese alimento o puede ser eliminado de la ración.
7. Si el rango superior es 999999.99, la cantidad de alimento en la dieta no puede ser disminuida debido a una restricción mínima sobre ese alimento.

Para alimentos no usados en la dieta, esta sección expone lo siguiente:

1. El precio corriente del alimento sobre una base, tal como se ofrece.
2. El precio de oportunidad del alimento. Este es el precio que el alimento pudiera bajar en orden para ser usado en la dieta. Si usted añade un alimento con un precio de 10,000 por cwt (quintal), en la lista y formula la dieta, el alimento no será incluido a menos que contenga algún nutriente necesario que no esté disponible en ningún otro ingrediente.

Si el alimento no es usado, podría convenir una buena compra si su costo fuera menor o igual al precio de oportunidad.

- Análisis de nutrientes de la dieta (o grupo de alimento): *Nutrient analysis of the diet (or feed group)*

Esta sección exhibe información para todos los alimentos en la dieta o para un grupo de alimentos seleccionado, usando la función F3. La siguiente información es incluida:

1. Cantidad y tipo: dos líneas son expuestas para cada nutriente. Línea 1 es la concentración (porcentaje, ppm, Mcal/kg) del nutriente contenido en la dieta o en un grupo seleccionado.
2. Recomendación de NRC (1998): cantidad de nutriente recomendada por el Consejo Nacional de Investigación (NRC por sus siglas en inglés). Estas cantidades son calculadas internamente por el programa, basadas en los datos que usted suministró en la página de información animal. No todas las cantidades del NRC son usadas como restricciones para la formulación de la dieta, comparando la recomendación con la cantidad actual del nutriente en la dieta (grupo seleccionado). Usted puede determinar si la ración (o grupo) son deficientes en algún nutriente en particular.
3. Proporciones de nutrientes: si definió algunas proporciones de nutrientes en la lista de proporciones, el programa calculará las cantidades en proporción a la ración (o grupo) y lo mostrará en esta sección.
4. Restricciones mínimas y máximas: estas restricciones fueron usadas por el programa cuando la ración fue formulada. Las restricciones de nutrientes expuestas no aplican a cualquier grupo de alimentos seleccionados en la dieta; son restricciones en todos los alimentos.

Presionando la función F4 puede cambiar la base de materia seca para calcular el análisis de nutrientes.

La materia seca afecta la concentración de los nutrientes, pero no sus cantidades actuales o proporciones en la dieta (o grupo). Las restricciones de nutrientes y los requerimientos mínimos de NRC son también afectados por la materia seca si ellos representan concentraciones de nutrientes y no cantidades actuales o proporciones.

Combinar alimentos en una mezcla: número de alimento (*Combine feeds into mix: feed number*)

Oprima F2. La opción combinar alimentos le permite agregar los alimentos usados en esta dieta en una mezcla simple. Podría especificar un número y un nombre del alimento para la nueva mezcla, junto con las cantidades de cada alimento en la dieta a ser combinada. El programa automáticamente añade la nueva mezcla a la lista de alimentos.

Números permitidos para la nueva mezcla: del 1 al 999.

- Análisis de nutrientes de alimentos en la ración (datos de archivo)

Esta sección expone el análisis de nutrientes para todos los alimentos que ha seleccionado en su lista de alimentos. Presionando la función F4 usted puede cambiar la base de materia seca para el cálculo del análisis de nutrientes.

Ingrese cero para calcular el análisis para todos los alimentos en una base tal como se ofrece.

Si aparece un asterisco (\*) en cualquier columna, la cantidad de nutriente para el alimento en cuestión es demasiado grande para ser impreso dentro de la misma. Usted puede ver la cantidad actual buscando en el análisis de nutrientes (página de la “lista de alimentos”) en la sección de entrada de este programa.

### **Análisis o evaluación de la dieta (EVAL-G, EVAL-B)**

Este programa le permite analizar la dieta con base en la información animal que ingresó en los programas de mínimo costo (LC-G) o (LC-B), mostrándole el análisis de nutrientes de todos los alimentos de la dieta, en éste puede apreciar en qué nutrientes es deficiente y la ganancia que puede obtener con esa dieta.

Porcentaje en la dieta: tal como se ofrece (*Percent in diet: as fed basis*)

Puede editar el porcentaje actual del alimento en la dieta y así cambiar su contenido y análisis de nutrientes. Esta opción le permite ver el contenido de varias dietas formuladas. Puede ingresar todos los porcentajes de los alimentos sobre una base tal como se ofrece. Si prefiere ingresar los porcentajes sobre una base de 100% de la materia seca o cantidades actuales en la dieta, oprima F4.

## **DELIVERY. Programa de distribución, carga y descarga de alimento**

### Tipo de programa de alimentación

Usted puede elegir calcular programas de carga y descarga basados en el número total de animales que serán alimentados o la cantidad total de alimento (lb o kg por alimentación cada día) que será añadida a la mezcla. Las cantidades totales no incluyen alimentos en la dieta que son suministrados separadamente de la mezcla.

Si todos los alimentos en la dieta son suministrados de manera separada (no hay mezcla creada), la cantidad (lb o kg) que ingrese sobre esta línea corresponderá a la cantidad total de alimentos suministrados separadamente (lb o kg por alimentación por día).

### Carga de alimento: cantidad mínima

Los programas para carga de alimento están calculados según un rango del número total de animales que serán alimentados. Ingrese el número mínimo de animales sobre esta línea (rango: de 0 a 45,000 animales).

Si tiene especificado lb o kg en lugar de animales como el tipo de programa, ingrese la cantidad mínima de mezcla a elaborar (lb o kg por día) rango: de 0 a 45 000 lb o de 0 a 20,400 kg.

### Cantidad máxima

El procedimiento es igual al de la cantidad mínima, sólo que aquí debe ingresar la cantidad máxima de mezcla que desea crear.

### Incremento de carga de alimento

Igual que para la cantidad mínima, sólo que aquí ingrese el incremento para la cantidad total de mezcla a ser creada.

El software calculará un máximo de 12 programas.

Para los programas de descarga se siguen las mismas instrucciones que para los de carga, ya sean cantidades mínimas, máximas o de incremento.

Alimentos en la mezcla: número de alimentación por día

Ingrese el número de veces por día que los animales reciben los alimentos incluidos en la mezcla (rango: 1 a 9 alimentaciones por día).

Redondeando factor para escala de pesos

Ingrese el factor redondeado que se usa para exhibir la escala de pesos en los programas de carga y descarga. Usted tiene las siguientes elecciones para redondear factores:

1.0 cercano a una lb (kg) (158.347 se exhibe como 158)

10.0 cercano a diez lb (kg) (158.347 se exhibe como 160)

0.1 cercano a décimo lb (kg) (158.347 se exhibe como 158.3)

0.01 cercano a centésimo lb (kg) (158.347 se exhibe como 158.35)

Método de alimentación

Ingrese uno de los siguientes métodos:

Mix. Este alimento será incluido en una mezcla.

Sep. Este alimento será alimentado separadamente de la mezcla.

Both. Una porción de este alimento será incluido en la mezcla. El resto será alimentado por separado.

Cantidad en la dieta

Usted puede publicar la cantidad actual del alimento en la dieta y de esta manera cambia el contenido y análisis de nutrientes de la misma. Esta opción permite ver el contenido de varias dietas sin formularlas. Se pueden ingresar todas las cantidades de alimento sobre una base, tal como se ofrece, lbs o kg por día.

**Lista de alimento (*List feed*)**

**Cantidad en la mezcla (*Amount in mix*)**

Ingrese la cantidad del alimento que será incluido en la mezcla.

Usted puede ingresar las cantidades de alimento en base, tal como se ofrece, lbs o kg por día.

## Orden en la mezcla

Ingrese el orden en que este alimento será cargado sobre el mezclador.

Use el cursor para ubicarse en el texto de ayuda.

- Programa de carga (*Loading schedule*)

Esta sección exhibe los programas de carga para todos los alimentos usados en la dieta o para un grupo de alimentos seleccionados, usando F3.

Son también exhibidos para alimentos mezclados y aquellos separados de la mezcla. Se imprimirá un máximo de 12 programas. Para cada alimento suministrado separadamente, el programa muestra la cantidad a ser suministrada en cada alimentación.

Para cada alimento en la mezcla, el programa muestra la cantidad actual del alimento a ser añadido al mezclador, junto con la escala de lectura que será obtenida después de que haya sido añadido. Los alimentos en la mezcla son añadidos en el orden que especificó en la lista.

- Programa de descarga (*Unloading schedule*)

Esta sección exhibe los programas de descarga para todos los alimentos usados en la dieta o para un grupo de alimentos seleccionados, usando F3.

Los programas de descarga son exhibidos para la mezcla de alimentos junto con todos los alimentos suministrados separadamente. Un máximo de 12 programas serán impresos. Para cada alimento suministrado separadamente y para la mezcla, el programa muestra la cantidad a ser descargada por cada alimentación.

El número de alimentaciones por día está entre paréntesis, después de la cantidad a descargar.

Cómo editar el análisis del alimento (*Edit feed*)

Número internacional del alimento (*International feed number*)

Este campo es opcional. A cada uno de los alimentos comunes le es asignado un número internacional (IFN) de seis dígitos para identificación y manipulación

por computadora. El primer dígito en el IFN representa la clase internacional del alimento.

1. Forrajes secos y rastrojos
2. Pastura, pradera y forrajes frescos
3. Ensilado
4. Alimentos energéticos
5. Suplementos proteicos
6. Suplementos minerales
7. Suplementos de vitaminas
8. Aditivos

Materia seca: % tal como se ofrece (*Dry matter: percent as fed*)

El porcentaje de materia seca de un alimento es 100 menos el porcentaje de humedad del alimento. Si un alimento es totalmente seco, tiene 100% de materia seca. Si, por ejemplo, el alimento contiene 20% de humedad, su porcentaje de materia seca será 80.

Tipo de alimento (*Feed type*)

Cada alimento podría ser clasificado como un forraje o un concentrado. Los forrajes son alimentos que contienen alta cantidad de fibra, tales como heno de alfalfa y ensilado de maíz. El resto de los alimentos son concentrados.

Factor MVI (*MVI factor*)

Cada forraje tiene un factor de consumo voluntario máximo (MVI) (rango de 1.0 a 1.4; excelente calidad=1.0, calidad regular=1.4). Si un factor MVI para un forraje es omitido, toma por *default* el valor de 1.4.

Grupos de alimento (*Feed groups*)

Cada alimento puede ser miembro de uno o más grupos de alimentos similares. Al colocarlo en un grupo, puede agregar restricciones sobre el grupo de alimentos para la formulación de la dieta. Asimismo, puede elegir ver el análisis de nutrientes para un grupo particular en la dieta exhibiendo una porción del programa. Todos los alimentos con un número de grupo idéntico son considerados como miembros del mismo grupo.

Análisis de nutrientes del alimento: materia seca (*Feed nutrient analysis: dry matter basis*)

Esta línea permite seleccionar la base de materia seca a usar para editar el análisis de nutrientes del alimento. La mayoría de los análisis de nutrientes del alimento están reportados sobre una base de 100% de materia seca. Sin embargo, si tiene datos de nutrientes en otra base, ingrese el porcentaje usado para el análisis y datos correspondientes de nutrientes, y el programa convertirá internamente todo a 100% de materia seca.

---

F1	Ayuda
F2	Combinar alimentos en una mezcla
F3	Exhibir grupo de alimentos seleccionado
F4	Seleccionar con base en materia seca
F5	Salvar la dieta (archivo)
F6	Saltar a otra sección de salida
F7	Imprimir la información de la dieta
F8	Editar entrada de datos
F10	Salir y retornar al menú principal

---

Use las siguientes teclas para ubicarse a través de la salida

---

Pantalla siguiente	<i>PgDn</i>
Siguiente línea	<i>Down-arrow</i> (flecha abajo)
Cursor izquierdo	<i>Left-arrow</i> (flecha izquierda)
Principio de sección	<i>Home</i>
Pantalla previa	<i>PgUp</i>
Línea previa	<i>Up-arrow</i> (flecha arriba)
Cursor derecho	<i>Right-arrow</i> (flecha derecha)
Último de la sección	<i>End</i>

---

## ■ Procedimientos y ejercicios para usar el programa pc-apollo en el balanceo de dietas para cerdos

En este capítulo se mencionan los pasos para ingresar la información al programa (captura de datos) con el fin de formular dietas para cerdos en etapa productiva diferente.

Como se indicó en el manual de ayuda, el programa Apollo tiene seis directorios, dentro de éstos usted puede formular dietas para animales en crecimiento-finalización, para cerdos reproductores, evaluar raciones, así como elaborar un programa sencillo de carga y descarga de alimento según el número de animales a alimentar. En virtud de lo anterior y con el objetivo de explicar detalladamente la metodología para ingresar la información al programa, a continuación se presenta, a manera de ejercicio, el planteamiento sobre cómo debe utilizar eficientemente el programa.

En primer lugar, para usar de manera eficiente el programa, se asumirá que en una granja de ciclo completo se desea producir alimento, para lo cual se elaborarán dietas para cerdos en iniciación, crecimiento y finalización, así como para cerdas gestantes y lactantes. Se considerarán sólo alimentos disponibles en la zona, los que ya se utilizan en la explotación, con costos indicados por el productor.

### **Ejercicio 1. Balanceo de una dieta para cerdos en iniciación**

Planteamiento del problema o situación particular de una explotación

El Sr. García, propietario de la granja de cerdos de ciclo completo “El Rosal”, es porcicultor desde hace más de 25 años. En promedio, engorda 500 cerdos por mes. Durante los últimos 20 años ha utilizado solamente alimento balanceado comercial, pero desea producir su propio alimento, aprovechando los ingredientes (recursos alimentarios) de la zona y algunos otros para complementar sus dietas.

La unidad de producción se ubica en el valle de Toluca, con clima templado-frío. Cuenta con instalaciones que permiten engordar 20 cerdos por corral.

La población porcina (vientres y sementales) de la granja está compuesta por las razas Duroc, Hampshire y Landrace; así, los cerdos para abasto son cruza de estas razas. En la zona la temperatura media es de 18°C, en la noche puede descender a 4, 5°C o menos.

El manejo alimentario está simplificado. Se suministra la dieta cada tercer día en comederos automáticos durante todo el periodo de engorda o fase de alimentación, pero no se tienen estimadas las cantidades que deben asignarse por animal y por corral.

En la zona se tienen disponibles los siguientes alimentos (ingredientes), con precios en el mercado durante octubre de 2011(Cuadro 19).

## Cuadro 19 Ingredientes disponibles en la zona

Alimento	\$/ton BH	% MS	\$/ton BS
Maíz amarillo	4,700.00	87.0	5,402.30
Sorgo	4,600.00	88.0	5,227.27
Manteca de cerdo	7,300.00	100.0	7,300.00
Salvado de trigo	3,500.00	90.0	3,888.89
Cema de trigo	3,600.00	89.0	4,044.94
Harina de soya	6,500.00	89.0	7,303.37
Harina de pescado	16,500.00	92.0	17,934.78
Melaza	3,200.00	74.0	3,478.26
Residuo de panadería	3,500.00	92.0	3,804.35
Harina de alfalfa	7,300.00	92.0	7,874.87
CaCO <sub>3</sub>	1,500.00	100.0	1,500.00
Fosfato de calcio	2,700.00	100.0	2,700.00
Premezcla Vit. y Min. ISU	15,250.00	100.0	15,250.00
Premezcla Vit. y Min. UCD	13,550.00	100.0	13,550.00
Furazolidona	95,000.00	100.0	95,000.00
Sulfas	140,000.00	100.0	40,000.00

BH= base húmeda; MS= materia seca; BS=base seca.

### Procedimientos para ingresar la información necesaria para formular la dieta

Una vez que conoce usted el tipo de animales (información del animal) con los que cuenta, así como los alimentos disponibles y su costo en la zona, el paso siguiente es ingresar la información al programa para que éste calcule los requerimientos nutritivos del tipo de animal para el que se desea formular.

Al respecto, puede consultar la publicación del NRC (1998) sobre los requerimientos nutricionales de los cerdos y estimar las necesidades de energía metabolizable, proteína cruda, lisina, metionina+cistina y triptófano, Ca y P, y el consumo de alimento (kg de MS/d), en cantidades absolutas y relativas, para comparar lo estimado por el programa.

1. Cargue en su computadora el sistema operativo. Retire éste e introduzca el dispositivo que contiene el programa Apollo. Enseguida escriba el archivo ejecutable, el cual es, en este caso, APOLLO.EXE. Después presione

- ENTER*. Espere un momento a que aparezca la presentación del programa. Posteriormente oprima cualquier tecla para continuar.
2. Aparece el menú principal, el cual fue descrito en el manual de ayuda (capítulo anterior). Seleccione A LC\_G: Ración de costo mínimo para animales en crecimiento-finalización, presione *ENTER*. El programa cambia automáticamente de página.
  3. En esta página usted debe ingresar la información siguiente:

Nota: si tiene duda sobre la información a ingresar, consulte el manual de ayuda presionando F1. Asimismo, con la tecla F2 usted selecciona las opciones que el programa le indica.



Figura 14. Cerdos destetados en etapa de iniciación

- a) Coloque un título relacionado con la dieta a balancear: dieta para cerdos en iniciación.
- b) Coloque un subtítulo. Se sugiere anotar el nombre del productor de los animales a alimentar o de la explotación.
- c) La fecha es actualizada automáticamente.
- d) Enseguida, seleccione las unidades de peso con que desea trabajar (lb o kg) como sigue: presione F2, seleccione kg y entonces presione dos veces *ENTER*. Usted observará que las unidades cambiaron a kilogramos. Ingrese la información del animal de interés como se indica:
- e) Escriba el peso vivo inicial del animal en kg = 10 (*ENTER*) y el peso vivo final = 25 kg (*ENTER*).

- f) Introduzca la ganancia diaria de peso en kg: 0.450.
  - g) Incluya el *overhead cost* (gastos no atribuibles al alimento por animal en dólares por día). Normalmente este valor es de 0.05 (*ENTER*). Si tiene duda, oprima F1 o consulte el manual de ayuda en el capítulo anterior.
  - h) Seleccione el tipo de animal (*CATEGORY*): teclee F2, ubique el cursor en la opción (*GROWING-FINISHING*) (*ENTER*).
  - i) Breed: raza. Teclee F2, seleccione la opción (crossbred) cruza (*ENTER*).
  - j) Sexo: seleccione: (*Gilts*) cerdas (50%), (*Barrows*) cerdos (50%), (*Boars*) verracos (0.0%).
  - k) Aditivos alimenticios (*FEED ADDITIVES*): teclee F2, seleccione Yes (*ENTER*).
  - l) Alimento peletizado (*PELLETING*): teclee F2, seleccione No (*ENTER*).
  - m) Espacio de piso libre por cerdo: 1.0 m<sup>2</sup>.
  - n) Cerdos por corral: 20.
  - ñ) Temperatura a ambiente promedio: 15°C.
  - o) Ajuste del consumo de alimento ( $\pm$ ): 10%.
  - p) Dieta de costo mínimo para cerdos en crecimiento-finalización.
4. Una vez que usted agotó las opciones de esta ventana (hoja), teclee (PgDn) avance página para cambiar de ventana.

Usted observará los requerimientos nutritivos del animal según la información ingresada. Asimismo, tiene la opción de indicar al programa los nutrientes para los cuales formulará la dieta y ajustarlos según los requerimientos indicados por el NRC (1998). Presione F2, entonces aparecerá una ventana con 47 nutrientes: energía, proteína, aminoácidos, vitaminas, minerales. Seleccione los nutrientes de interés, aparte de los ya considerados y presione *ENTER*. En la columna de mínimo, indique la cantidad requerida por el animal. En el caso de proteína, fije una concentración mínima de 21% de PC como % de la MS total. Usted puede indicar un rango para ciertos nutrientes o limitar su concentración máxima deseada en la dieta.

Una vez que ingresó los requerimientos nutritivos, presione avance página.

5. Aquí ingresará los alimentos disponibles, así como su precio en base húmeda (como alimento). A continuación se describe qué información y la manera de ingresarla.

- a) Precio: presione F2 y seleccione alguna de las opciones: \$/tonelada métrica (1,000 kg) como alimento o \$/kilogramo como alimento. Se sugiere indicarlo en \$/tonelada métrica. Entonces presione *ENTER*.

En seguida ingrese los alimentos que tiene disponible el productor, utilizando cualquiera de las tres librerías.

- b) Presione F2, seleccione *STD* (librería estándar), presione *ENTER*, oprima nuevamente F2 y espere a que se carguen los alimentos codificados en el programa. Seleccione el alimento codificado con el número 23 maíz, grano (*corn dent yellow grain*) y presione *ENTER*.
- c) Anote el precio de éste en pesos (\$) por tonelada métrica. En este caso es de \$4,700. 00.
- d) Si desea verificar su composición química, ubique el cursor en la séptima columna (*edit feed*), escriba una y (*yes/sí*), entonces se mostrará la composición química del maíz. Regrese a la página anterior.
- e) Ingrese de la misma forma el resto de los alimentos disponibles que se encuentran en las librerías estándar y/o alternativa. Los números clave son: manteca de cerdo, 33; harina de pescado, 37; harina de soya, 93; cema de trigo, 101; fosfato de calcio, 14; premezcla de vitaminas y minerales ISU, 77, y suero deshidratado, 104. El precio (kg en BH) se indica en el cuadro de ingredientes disponibles.

Si un alimento no se encuentra en éstas, seleccione la librería *NEW*. Asigne un número al nuevo alimento (sulfas y furazolidona), escriba un número progresivo, su nombre y precio. Finalmente, coloque el cursor en la última columna y escriba (*yes/sí*). Presione *ENTER* e ingrese los datos del nuevo alimento: % MS y composición química.

Restricciones. En la columna de mínimo, restringir las sulfas (0.02%), furazolidona (0.025%), premezcla de vitaminas y minerales (3.5%), harina de pescado (4%) y suero deshidratado (3%). En la columna de máximo, restringir a un máximo la cema de trigo (10%) y la manteca de cerdo (3%).

6. Una vez que ingresó todos los alimentos y su precio, presione avance página.

Ahora puede indicar o restringir cierto grupo de alimentos en la dieta, por ejemplo, la cantidad de ingredientes proteicos, etcétera.

7. Salve o almacene la información ya ingresada de la manera siguiente:

Presione F5 (ARCHIVOS), espere a que cambie de página y entonces seleccione *SAVE* (salvar). Enseguida el programa le solicita el nombre del archivo y unidad donde quiere que se almacene, por lo que deberá escribir: A:\nombre del archivo.apo (máximo ocho caracteres); ejemplo: CERINIC.APO. Presione *ENTER*.

Hasta este paso usted terminó de capturar la información requerida, por lo tanto está en condiciones de indicarle al programa que formule la dieta, para lo cual debe presionar la tecla F8 (formular) y esperar. En este caso, debe colocar las restricciones anteriores en los alimentos y el porcentaje mínimo de proteína (21.0) en los nutrientes, el costo de la dieta y el comportamiento del animal, la composición de la dieta y su aporte nutricional son los siguientes (Cuadro 20).

Dieta de costo mínimo: cerdos en iniciación

**Cuadro 20**  
**Información de una dieta de costo mínimo de cerdos en iniciación**

Unidad de medida: kg	Unidad del precio de alimento \$/ton métrica
Peso vivo inicial:	10 kg
Peso vivo final:	25 kg
Ganancia diaria de peso:	0.450 kg
<i>Overhead cost</i> extra por animal (\$/día):	0.050
Categoría:	Crecimiento/finalización
Raza:	Cruzas
Sexo:	50% y 50%
Aditivos alimenticios:	Sí (Yes)
Peletizado:	No
Espacio de piso libre por cerdo:	1.0 m <sup>2</sup>
Cerdos por corral:	20
Temperatura ambiente promedio:	15°C
Ajuste del consumo de alimento (-/+):	10.0%

a) El programa hace una estimación del costo por concepto de alimento y comportamiento de los animales a alimentar (Cuadro 21).

## Cuadro 21

### Hoja de salida de costo y comportamiento de una dieta de iniciación

Peso inicial (kg)	10.00		
Peso final (kg)	25.00		
Peso promedio (kg)	17.50		(Consumo de MS 1.66% del PV)
Fase de alimentación (días)	33.33		
		Ganancia por kg	Por fase
Ganancia (kg)	15.00		-----
Consumo de alimento (kg de MS)	9.67	0.45	0.64
Consumo de alimento (kg BH)	10.01	0.29	0.67
Costo por alimento (BH)	90.41	0.30	6.03
Costo extra/animal (dólares)	16.67	2.71	1.11
Costo extra + alimento (BH)	107.08	0.50	7.14
Costo extra + alimento (BS)	111.09	3.21	7.41

b) A continuación se indica la composición de la dieta, en BS y cómo se ofrece (Cuadro 22).

## Cuadro 22

### Composición de la dieta para cerdos en iniciación (todos los alimentos)

Alimentos	Base alimento		Base materia seca		Restricciones			
	kg/d	%	kg/d	%	En Mín	BH Máx	En Mín	BS Máx
Maíz	0.543	55.037	0.478	54.051	-----	-----	-----	-----
Soya	0.214	21.685	0.192	21.781	-----	-----	-----	-----
Cema de trigo	0.099	10.068	0.088	10.000	-----	-----	-----	10
Harina de pescado	0.038	3.8960	0.035	4.000	-----	-----	4.0	-----
Premix Vit-Mín, ISU	0.031	3.1360	0.031	3.500	-----	-----	3.5	-----
Suero deshidratado	0.029	2.8910	0.027	3.000	-----	-----	3.0	-----
Manteca de cerdo	0.027	2.6880	0.027	3.000	-----	-----	-----	3.0
Fosfato de calcio	0.006	0.5590	0.006	0.624	-----	-----	-----	-----
Furazolidona	0.00023	0.0220	0.000	0.025	-----	-----	0.025	-----
Sulfas	0.00019	0.0180	0.000	0.020	-----	-----	0.020	-----

Ración Total	0.986	0.884
Costo \$/día	6.170	
Costo \$/ton métrica	6 257.80	6 983.72

c) Rangos de precios (\$/ton. tal como se ofrece).

En el Cuadro 23 se indica el precio y límites inferior y superior de los ingredientes en la dieta.

**Cuadro 23**  
**Cantidad de ingredientes, precio y límites en la dieta**

Alimentos usados	(kg/día)	Precio	Límite I	Límite S
Nuevo 1 Furazolidona	0.00022	95,000.00	-1,959.27	999,999.99
Nuevo 2 Sulfas	0.00018	140,000.00	-1,955.20	999,999.99
Estd. 14 Fosfato de calcio	0.00551	2,700.00	-1,959.63	39,463.07
Estd. 23 Maíz	0.54282	4,700.00	3,516.50	6,554.56
Estd. 33 Manteca cerdo	0.02651	7,300.00	-151,655.12	29,601.24
Estd. 37 H. de pescado	0.03842	16,500.00	-7,336.29	68,433.55
Estd. 77 Premix Vit-Min	0.03093	15,250.00	-1,410.43	79,763.72
Estd. 93 Soya	0.21388	6,500.00	4,655.63	12,116.88
Estd. 101 Cema de trigo	0.09930	3,600.00	-3,8841.02	4,418.67
Estd. 104 Suero deshidr.	0.02851	18,000.00	4,496.02	87,997.39
Alimentos no usados	Precio \$/ton. métrica tal como se ofrece			

Todos los alimentos son usados en la ración.

d) Finalmente se indica el aporte nutricional de la dieta con estos alimentos (Cuadro 24).

**Cuadro 24**  
**Análisis de nutrientes de la dieta completa de cerdos en iniciación (base MS)**

Nutriente	Cantidad y unidad		Recomendación de NRC (1988)	
	(%)	(kg)	Mínima (%)	Máxima (%)
MS	89.606	0.884		
ED	4.114 Mcal/kg	2.999		
	3.636 Mcal	3.636		
EM	3.933 Mcal/kg	3.476 Mcal		
PC	21.000	0.197	20.000	
Ca	1.226	0.011	0.780	
P	1.009	0.009	0.670	
PBD	0.360	0.003	0.360	
LISI	1.180	0.010	1.060	
TREO	0.845	0.010	0.620	
TRIP	0.270	0.002	0.160	
EE	6.165	0.054		
LINOLEICO	2.216	0.020	0.110	
FC	4.106	0.036		
Na	0.119	0.001	0.110	
Cl	0.106	0.001	0.090	
Mg	0.244	0.003	0.040	
K	0.898	0.008	0.290	
Co	0.062 mg/kg	0.000 mg		
Cu	16.79 mg/kg	14.776	5.556 mg	
F	11.224 mg/kg	9.920 mg		
I	0.109 mg/kg*	0.096 mg	0.156 mg	
Fe	233.557 mg/kg	206.411 mg/kg	88.889 mg	
Se	0.370 mg/kg	0.327 mg		
VITA	3.858 KIU/kg	3.410	1.944 KIU	
VITD	0.463 KIU/kg	0.409	0.222 KIU	
VITK	3.086 KIU/kg	2.728	0.001 KIU	
VITE	16.347 mg/kg	14.447	12.222	
BIOT	0.400	0.354	0.056	
COLI	1330.471	1175.830	444.444	
FOLA	0.502	0.444	0.333	

NIAC	55.570	49.111	13.889
PANT	2.652	23.554	10.000
RIBO	7.424	6.561	3.333
TIAM	5.454	6.561	1.111
B6	6.560	5.797	1.667
B12	19.306	17.062	0.017
ARGI	1.324	0.012	0.440
HIST	0.557	0.005	0.280
ISOL	0.936	0.008	0.560
LEUC	1.926	0.017	0.780
MECI	0.706	0.006	0.530
FETI	1.744	0.015	0.860
VALI	1.047	0.009	0.620
Ca:P 55:45 o	1.216:1.0		
Zn:Ca 100:0 o	9768.827:1		

\*No mantiene el nivel recomendado por el NRC (1998). *Nutrient Requirements of Swine*.

Nota: cuando algún nutriente se encuentra en exceso respecto a los requerimientos del animal, por ejemplo, un mineral, el programa lo indica de la manera siguiente:

Como puede comprobar, la dieta incluye todos los alimentos que el productor tiene disponibles y algunos otros que decidió incluir. Tiene un costo de \$6 257.80/ton métrica de alimento. Con respecto al aporte de nutrientes, podemos concluir que la dieta cubre los requerimientos nutritivos (energía metabolizable, proteína, Ca, P, aminoácidos) de esta clase de animales con el comportamiento animal señalado, excepto para el I, que tiene una concentración ligeramente menor al requerimiento.



Figura 15. Lechones en fase de iniciación en corraleta elevada de slats

## Ejercicio 2. Balanceo de una dieta para cerdos en crecimiento

- Coloque un título relacionado con la dieta que se va a balancear: Dieta para cerdos en crecimiento.
- Coloque un subtítulo. Se sugiere anotar el nombre del productor de los animales a alimentar o de la explotación.
- La fecha es actualizada automáticamente.
- Enseguida, seleccione las unidades de peso con que desea trabajar (lb o kg) como sigue: presione F2, seleccione kg y entonces presione dos veces *ENTER*. Observará que las unidades cambiaron a kilogramos.

Ingrese la información del animal de interés como se indica:

- Ingrese el peso vivo inicial del animal en kg = 20 (*ENTER*) y después el peso vivo final = 50 kg (*ENTER*).
- Ingrese la ganancia diaria de peso en kg: 0.600.
- Ingrese el *overhead cost* por animal (dólares por día). Normalmente este valor es de 0.05 (*ENTER*). Si tiene duda oprima (F1) o consulte el manual de ayuda en el capítulo anterior.
- Seleccione el tipo de animal (*CATEGORY*): teclee F2, ubique el cursor en la opción *GROWING-FINISHING* (*ENTER*).
- Breed*: raza. Teclee F2, seleccione la opción *crossbred* (cruzas) (*ENTER*).

- j) Sexo: seleccione *Gilts* (50%), *Barrows* (50%), *Boars* (0.0%).
- k) Aditivos alimenticios (*FEED ADDITIVES*): teclee (F2), seleccione Yes (*ENTER*).
- l) Alimento peletizado (*PELLETING*): teclee F2, seleccione No (*ENTER*).
- m) Espacio de piso libre por cerdo: 1.0 m<sup>2</sup>.
- n) Cerdos por corral: 20.
- ñ) Temperatura ambiente promedio: 15°C.
- o) Ajuste del consumo de alimento ( $\pm$ ): 10%.
- p) Ración de costo mínimo para cerdos en crecimiento-finalización.

Una vez que usted agotó las opciones de esta ventana (hoja), teclee (*PgDn*) avance página para cambiar de ventana.

Observará los requerimientos nutritivos (NRC, 1998) del animal según la información ingresada. Asimismo, tiene la opción de indicar al programa los nutrientes para los cuales formulará la dieta y ajustar según el NRC (1998). Presione F2, entonces aparecerá una ventana con 47 nutrientes: energía, proteína, aminoácidos, vitaminas, minerales, etc. Seleccione los nutrientes de interés, aparte de los ya considerados, y presione *ENTER*. En la columna de mínimo indique la cantidad requerida por el animal. En el caso de proteína, fije una concentración mínima de 17.0% de PC. Usted puede indicar un rango para ciertos nutrientes o limitar su concentración máxima deseada en la dieta.

Una vez que ingresó los requerimientos nutritivos presione avance página.

Aquí ingresará los alimentos disponibles, así como su precio (como alimento; *AS FED*). A continuación se describe qué información debe ingresar y la manera de hacerlo.

- a) Precio: presione F2 y seleccione alguna de las opciones: \$/tonelada métrica (1 000 kg) como alimento o \$/kilogramo como alimento. Se sugiere indicarlo en \$/tonelada métrica. Entonces presione *ENTER*.

A continuación, ingrese los alimentos que tiene disponible el productor utilizando cualquiera de las tres librerías.

- b) Presione F2, seleccione *STD* (librería estándar), oprima *ENTER*, presione nuevamente F2 y espere a que se carguen los alimentos codificados en el programa. Seleccione el alimento codificado con el número 23, maíz grano (*corn dent yellow grain*), y presione *ENTER*.

- c) Anote el precio de éste en \$ por tonelada métrica. En este caso es de \$4,700.00.
- d) Si desea verificar su composición química, ubique el cursor en la séptima columna (*edit feed*) y escriba una Y (*yes/sí*), entonces se mostrará la composición química del maíz. Regrese a la página anterior.
- e) Ingrese de la misma forma el resto de los alimentos disponibles que se encuentran en las librerías estándar y/o alternativa. Los números clave son: harina de pescado, 37; harina de soya, 93; cema de trigo, 101; residuo de panadería, 2; melaza, 62; fosfato de calcio, 14; premezcla de vitaminas y minerales ISU, 77. El precio (kg en BH) se indica en el Cuadro 27 de ingredientes disponibles. El precio (por tonelada en BH) se indica en el Cuadro 28 de ingredientes disponibles.

Si un alimento no se encuentra en éstas, seleccione la librería *NEW*, asigne un número al nuevo alimento, escriba un número progresivo, su nombre y precio. Finalmente coloque el cursor en la última columna y escriba *yes/sí*. Presione *ENTER* e ingrese los datos del nuevo alimento: % MS y composición química.

Restricciones. En la columna de mínimo, restringir la melaza de caña (5%), la harina de pescado (3%) y la premezcla de vitaminas y minerales (2.5%); en la columna de máximo, el residuo de panadería (30%) y la cema de trigo (20%). Una vez que ingresó todos los alimentos y su precio, presione avance página.

Aquí puede indicar o restringir cierto grupo de alimentos en la dieta, por ejemplo, la cantidad de ingredientes proteicos, entre otros.

Salve o almacene la información ya ingresada de la manera siguiente:

Presione F5 (ARCHIVOS). Espere a que cambie de página y entonces seleccione *SAVE* (salvar). Enseguida el programa le solicita el nombre del archivo y unidad donde quiere que se almacene, por lo que usted deberá escribir: A:\nombre del archivo.apo (máximo ocho caracteres); ejemplo: A:\CERCREC.APO. Presione *ENTER*.

Hasta este paso usted terminó de ingresar la información requerida, por lo tanto está en condiciones de indicar al programa que formule la dieta, para lo cual debe presionar la tecla F8 (formular) y esperar.

Una vez incluidas las restricciones anteriores en los alimentos y el porcentaje mínimo de proteína cruda (17.0%) en los nutrientes, el costo de la dieta y el

comportamiento del animal, la composición de la dieta y su aporte nutricional son los siguientes:

Dieta de costo mínimo para cerdos en crecimiento

**Cuadro 25**  
**Características de cerdos en etapa de crecimiento**

<b>Unidad de medida: kg</b>	<b>Unidad del precio de alimento \$/ton métrica</b>
Peso vivo inicial:	20 kg
Peso vivo final:	50 kg
Ganancia diaria de peso:	0.600 kg
Costo extra por animal (\$/día):	0.05
Categoría:	Crecimiento/final
Raza:	Cruzas
Sexo:	50% y 50%
Aditivos alimenticios:	Sí
Peletizado:	No
Espacio de piso libre por cerdo:	1.0 m <sup>2</sup>
Cerdos por corral:	20
Temperatura ambiente promedio:	15°C
Ajuste del consumo de alimento (-/+):	10.0 %

El programa hace una estimación del costo por concepto de alimento y comportamiento de los animales a alimentar.

En el Cuadro 26 aparece la hoja de costo y comportamiento de cerdos en crecimiento.

## Cuadro 26

### Hoja de costo y comportamiento de cerdos en crecimiento

Peso inicial (kg)	20.00		
Peso final (kg)	50.00		
Peso promedio (kg)	35.00 (Consumo de MS 4.45% del PV)		
Fase de alimentación (días)	50.00		
	Por fase	Por día	Por kg de ganancia
Ganancia (kg)	30.00	0.60	----
Consumo de alimento (kg de MS)	77.87	1.56	2.60
Consumo de alimento (kg BH)	87.39	1.75	2.91
Costo por alimento (BH)	418.80	8.38	13.96
Costo extra/animal (dólares)	25.00	0.50	0.83
Costo extra + alimento (BH)	443.80	8.88	14.79
Costo extra + alimento (BS)	491.80	9.84	16.39

A continuación se indica la composición de la dieta en base seca y cómo se ofrece (Cuadro 27).

## Cuadro 27

### Composición de la dieta para cerdos en crecimiento (todos los alimentos)

Alimentos	Base alimento		Base materia seca		Restricciones			
	(kg/d)	(%)	(kg/d)	(%)	En Mín	BH Máx	En Mín	BS Máx
Maíz	0.524	29.962	0.461	29.590	----	----	----	----
Residuo de panadería	0.508	29.056	0.467	30.000	----	----	----	30
Cema de trigo	0.350	20.024	0.311	20.000	----	----	----	20
Soya	0.170	9.731	0.153	9.829	----	----	----	----
Melaza	0.105	6.021	0.078	5.000	----	----	5.0	----
Harina de pescado	0.051	2.906	0.047	3.000	----	----	3.0	----
Premix Vit-Mín	0.039	2.228	0.039	2.500	----	----	2.5	----
Fosfato de calcio	0.001	0.072	0.001	0.081	----	----	----	----
Ración total	1.748	1.557						

Costo \$/día: 8.380  
 Costo \$/ton 4792.35 5378.23  
 métrica:

---

f) En el Cuadro 28 se observan los rangos de precios (\$/ton tal como se ofrece).

**Cuadro 28**  
**Rangos de precios de alimentos en dieta de crecimiento de cerdos**

Alimentos usados	(kg/día)	Precio	Límite I	Límite S
Estd. 2 Residuo de pan	0.50785	3,500.00	-3,549.24	5,543.14
Estd. 14 Fosfato de calcio	0.00126	2,700.00	-833.04	40,556.18
Estd. 23 Maíz	0.52367	4,700.00	3,400.91	5,242.50
Estd. 37 H. de pescado	0.05078	16,500.00	7,344.69	113,834.86
Estd. 62 Melaza	0.10523	3,200.00	2,746.93	70,174.65
Estd. 77 Premix Vit-Min	0.03893	15,250.00	-416.58	69,734.69
Estd. 93 Soya	0.17008	6,500.00	4,673.33	42,208.52
Estd. 101 Cema de trigo	0.34998	3,600.00	-6,629.07	4,518.11
Alimentos no usados	Precio \$/ton métrica tal como se ofrece			
En la formulación	De oportunidad			

Todos los alimentos son usados en la dieta.

Finalmente se presenta la parte más importante que nos indica el aporte nutricional de la combinación de estos ingredientes en estas proporciones (Cuadro 29).

**Cuadro 29**  
**Análisis de nutrientes de dieta completa (base MS)**

Nutriente	Cantidad y unidad		Recomendación de NRC (1988)	
	(%)	(kg)	Mínima (%)	Máxima (%)
MS	89.106	1.557		
ED	3.807 Mcal/kg	2.742		
	5.929 Mcal	5.929		
EM	3.688 Mcal/kg			
	5.603 Mcal			
PC	17.000	0.265	16.670	
Ca	0.875	0.014	0.670	
P	0.781	0.012	0.560	
TREO	0.756	0.012	0.530	
TRIP	0.279	0.004	0.130	
EE	6.253	0.097		
LINOLEICO	1.210	0.019	0.110	
FC	3.747	0.058		
Na	0.453	0.007	0.110	
Cl	0.675	0.011	0.090	
Mg	0.600	0.093	0.040	
K	0.952	0.015	0.260	
Co	0.008 mg/kg	0.013 mg		
Cu	16.940 mg/kg	26.382	4.444 mg	
F	1.462 mg/kg	0.078 mg		
I	0.078 mg/kg*	0.121	0.156 mg	
Fe	123.340 mg/kg	192.088	66.667 mg	
Mn	44.514 mg/kg	69.325	2.222 mg	
Se	0.360 mg/kg	0.561 mg		
S	0.170 %	0.003 kg		
Zn	100.028 mg/kg	155.782 mg		
VITA	2.756 KIU/kg	4.292	1.444 KIU	
VITD	0.331 KIU/kg	0.515	0.167 KIU	
VITK	2.205 KIU/kg	3.433	0.001 KIU	
VITE	26.572 KIU/kg	41.384	12.222 KIU	
BIOT	0.353	0.550	0.056	

COLI	1226.906	1910.775	333.333
FOLA	0.515	0.801	0.333
NIAC	60.090	93.584	11.111
PANT	24.241	37.752	8.889
RIBO	5.320	8.286	2.778
TIAM	6.100	9.500	1.111
B6	6.601	10.281	1.111
B12	13.790	21.477	0.011
ARGI	0.991	0.015	0.280
HIST	0.463	0.007	0.240
ISOL	0.854	0.013	0.510
LEUC	1.598	0.025	0.670
MECI	0.623	0.010	0.460
FETI	1.519	0.024	0.730
VALI	0.963	0.015	0.530
Proporción de nutrientes			
Ca:P	51:49 o	1.121:1.0	
Zn:Ca	100:0 o	11426.381:1	

---

\*No mantiene el nivel recomendado por el NRC (1998). *Nutrient Requirements of Swine*.

Como se puede comprobar, la dieta incluye todos los alimentos que el productor tiene disponibles y algunos otros que decidió incluir. Tiene un costo de \$4,792.35/ton. métrica de alimento.

Con respecto al aporte de nutrientes, podemos concluir que la dieta cubre los requerimientos nutritivos (energía metabolizable, proteína, Ca, P, aminoácidos, etc.) de esta clase de animales con el comportamiento señalado, excepto para el I, que presenta una ligera carencia.



Figura 16. Cerdo destetado en etapa de crecimiento



Figura 17. Nave con corrales de cerdos en etapa de crecimiento

### Ejercicio 3. Balanceo de una dieta para cerdos en finalización



Figura 18. Cerdos en etapa de finalización



Figura 19. Cerdos en etapa de finalización

- a) Coloque un título relacionado con la dieta a balancear: Dieta para cerdos en finalización.
- b) Coloque un subtítulo. Se sugiere anotar el nombre del productor de los animales a alimentar o de la explotación.
- c) La fecha es actualizada automáticamente.

- d) Enseguida seleccione las unidades de peso con que desea trabajar (lb o kg) como sigue: presione F2, seleccione kg y entonces presione dos veces *ENTER*. Observará que las unidades cambian a kilogramos.

Ingrese la información del animal de interés como se indica:

- e) Ingrese el peso vivo inicial del animal en kg = 20 (*ENTER*) y después el peso vivo final =50 kg (*ENTER*).
- f) Ingrese la ganancia diaria de peso en kg: 0.650.
- g) Ingrese el *overhead cost* por animal (dólares por día). Normalmente este valor es de 0.05 (*ENTER*). Si tiene duda oprima F1 o consulte el manual de ayuda en el capítulo anterior.
- h) Seleccione el tipo de animal (*CATEGORY*): teclee F2, ubique el cursor en la opción (*GROWING-FINISHING*) (*ENTER*).
- i) *Breed*: raza. Teclee F2, seleccione la opción (*crossbred*) cruzas (*ENTER*).
- j) Sexo: seleccione *Gilts* (50%), *Barrows* (50%), *Boars* (0.0%).
- k) Aditivos alimenticios (*FEED ADDITIVES*): teclee F2, seleccione Yes/Si (*ENTER*).
- l) Alimento peletizado (*PELLETING*): teclee F2, seleccione No (*ENTER*).
- m) Espacio de piso libre por cerdo: 1.0 m<sup>2</sup>.
- n) Cerdos por corral: 20.
- ñ) Temperatura ambiente promedio: 15°C.
- o) Ajuste del consumo de alimento ( $\pm$ ): 10%.
- p) Dieta de costo mínimo para cerdos en finalización.

Una vez que usted agotó las opciones de esta ventana (hoja), teclee (*PgDn*) avance página para cambiar de ventana.

Ahora observará los requerimientos nutritivos del animal según la información ingresada. Asimismo, usted tiene la opción de indicar al programa los nutrientes para los cuales formulará la dieta y ajustar según el NRC (1998). Presione F2, entonces aparecerá una ventana con 47 nutrientes: energía, proteína, aminoácidos, vitaminas, minerales, etc. Seleccione los nutrientes de interés, aparte de los ya considerados, y presione *ENTER*. En la columna de mínimo indique la cantidad requerida por el animal. En el caso de proteína, fije una concentración mínima de 14.5% de PC. Puede indicar un rango para ciertos nutrientes o limitar su concentración máxima deseada en la dieta.

Una vez que ingresó los requerimientos nutritivos presione avance página.

Aquí ingresará los alimentos disponibles, así como su precio tal como se ofrece (*AS FED*).

A continuación se describe qué información debe ingresar y la manera de hacerlo.

- a) Precio: presione F2 y seleccione alguna de las opciones: \$/tonelada métrica (1,000 kg) como alimento o \$/kilogramo como alimento. Se sugiere indicarlo en \$/tonelada métrica. Entonces presione *ENTER*.

A continuación ingrese los alimentos que tiene disponible el productor utilizando cualquiera de las tres librerías.

- b) Presione F2, seleccione *STD* (librería estándar), oprima *ENTER*, presione nuevamente F2 y espere a que se carguen los alimentos codificados en el programa. Seleccione el alimento codificado con el número 90, sorgo grano (*sorghum grain milo*) y presione *ENTER*.
- c) Anote el precio de éste en \$ por tonelada métrica; en este caso es de \$ 4,600.00.
- d) Si desea verificar su composición química, ubique el cursor en la séptima columna (*edit feed*) y escriba una Y (*yes/sí*), entonces se mostrará la composición química del maíz. Regrese a la página anterior.
- e) Ingrese de la misma forma el resto de los alimentos disponibles que se encuentran en las librerías estándar y/o alternativa. Los números clave son: residuos de pan, 2; fosfato de calcio, 15; melaza, 62; harina de soya, 93; salvado de trigo, 99 y la premezcla de vitaminas y minerales ISU, 77. El precio (kg en BH) se indica en el cuadro de ingredientes disponibles.
- f) Si un alimento no se encuentre en éstas, seleccione la librería *NEW*. Asigne un número al nuevo alimento, escriba su nombre y precio. Finalmente coloque el cursor en la última columna y escriba Yes. Presione *ENTER* e ingrese los datos del nuevo alimento: % MS y composición química.

Restricciones. En la columna de mínimo, restringir la premezcla (2.5%) y la melaza de caña (3%), y en la columna de máximo restringir el pan (25%).

Una vez que ingresó todos los alimentos y su precio, presione avance página. Ahora puede indicar o restringir cierto grupo de alimentos en la dieta, por ejemplo, la cantidad de ingredientes proteicos, etcétera.

Salve o almacene la información ya ingresada de la manera siguiente:

Presione F5 (ARCHIVOS), espere a que cambie de página y entonces seleccione SAVE (salvar). Enseguida el programa solicita el nombre del archivo y unidad donde quiere que se almacene, por lo que deberá escribir: A:\nombre del archivo.apo (máximo ocho caracteres); ejemplo: A:\CERFINA.APO. Presione *ENTER*.

Hasta este paso usted terminó de ingresar la información requerida, por lo tanto está en condiciones de indicar al programa que formule la dieta, para lo cual debe presionar la tecla F8 (formular) y esperar.

En este caso debe colocar las restricciones anteriores en los alimentos y el porcentaje mínimo de proteína cruda (14.5%) en los nutrientes, el costo de la dieta y el comportamiento del animal. La composición de la dieta y su aporte nutricional son los siguientes (Cuadro 30).

**Cuadro 30**  
**Características de dieta para cerdos en finalización**

Unidad de medida: kg	Unidad del precio de alimento \$/ton métrica
Peso vivo inicial:	50 kg
Peso vivo final:	100 kg
Ganancia diaria de peso:	0.650 kg
Costo extra por animal (\$/día):	0.500
Categoría:	finalización
Raza:	cruzas
Sexo:	50% y 50%
Aditivos alimenticios:	Sí
Peletizado:	No
Espacio de piso libre por cerdo:	1.0 m <sup>2</sup>
Cerdos por corral:	20
Temperatura ambiente promedio:	15°C
Ajuste del consumo de alimento (-/+):	10.0 %

- g) El programa hace una estimación del costo por concepto de alimento y comportamiento de los animales a alimentar (Cuadro 31).

**Cuadro 31**  
**Hoja de costo y comportamiento de cerdos en finalización**

Peso inicial (kg)	50.00		
Peso final (kg)	100.00		
Peso promedio (kg)	75.00 (Consumo de MS 3.09% del PV)		
Fase de alimentación (días)	76.92		
	Por kg de ganancia	Por fase	Por día
Ganancia (kg)	50.00	0.65	----
Consumo de alimento (kg de MS)	178.51	2.32	3.57
Consumo de alimento (kg BH)	200.03	2.60	4.00
Costo por alimento (BH)	906.04	11.78	18.12
Costo extra/animal (dólares)	38.46	0.50	0.77
Costo extra + alimento (BH)	944.50	12.28	18.89
Costo extra + alimento (BS)	1 048.21	13.63	20.96

A continuación se indica la composición de la dieta, en base seca y húmeda (Cuadro 32).

**Cuadro 32**  
**Composición de la dieta de cerdos en finalización (todos los alimentos)**

Alimentos	Base alimento		Base materia seca		Restricciones			
	(kg/d)	(%)	(kg/d)	(%)	En Mín	BH Máx	En Mín	BS Máx
Sorgo	1.191	45.820	1.060	45.695	----	----	----	----
Residuo de pan	0.631	24.251	0.580	25.000	----	----	----	25
Salvado de trigo	0.384	14.760	0.334	14.389	----	----	----	----
Soya	0.239	9.179	0.215	9.257	----	----	----	----
Melaza de caña	0.094	3.618	0.070	3.000	----	----	3.0	----
Premezcla	0.058	2.231	0.058	2.500	----	----	2.5	----
Fosfato de calcio	0.004	0.142	0.004	0.159	----	----	----	----
Ración Total	2.600	2.321						
Costo \$/día:	11.780							
Costo \$/ton. métrica:	4529.54	5075.54						

En el Cuadro 33 se observan los rangos de precios de ingredientes (\$/ton tal como se ofrece).

**Cuadro 33**  
**Rangos de precios de ingredientes en dieta de finalización de cerdos**

Alimentos usados	(kg/día)	Precio	Límite I	Límite S
Estd. 2 Residuo de pan	0.63061	3,500.00	801.76	4,547.72
Estd. 14 Fosfato calcio	0.00369	2,700.00	-598.27	18,911.94
Estd. 62 Melaza de caña	0.09408	3,200.00	2 885.37	10,222.74
Estd. 77 Premezcla	0.58026	15,250.00	2 191.82	26,638.23
Estd. 90 Sorgo	1.19148	4,600.00	4 488.48	4,811.81
Estd. 93 Soya	0.23868	6,500.00	6 097.36	10,230.58
Estd. 99 Salvado trigo	0.38382	3,500.00	3 223.08	3,567.38
Alimentos no usados	Precio \$/ton. métrica tal como se ofrece			
En la formulación	De oportunidad			

Todos los alimentos son usados en la ración.

- h) Finalmente se presenta la parte más importante que nos indica el aporte nutricional de la combinación de estos ingredientes en estas proporciones (Cuadro 34).

**Cuadro 34**  
**Análisis de nutrientes de la dieta completa (base MS)**

Nutriente	Cantidad y unidad		Recomendación de NRC (1988)	
	(%)	(kg)	Mínima (%)	Máxima (%)
MS	89.242	2.321		
ED	3.676 Mcal/kg	2.477	8.531 Mcal	8.531
EM	3.469 Mcal/kg		8.050 Mcal	
PC	14.500	0.336	14.440	
Ca	0.738	0.017	0.560	
P	0.738	0.017	0.440	
PBD	0.170	0.004	0.170	
LISI	0.740	0.017	0.670	
TREO	0.574	0.013	0.440	
TRIP	0.251	0.006	0.110	
EE	5.396	0.125		

LINOLEICO	0.902	0.021	0.110
FC	3.860	0.090	
Na	0.349	0.008	0.110
Cl	0.547	0.013	0.090
Mg	0.224	0.005	0.040
K	0.832	0.019	0.190
Co	0.016 mg/kg	0.037 mg	
Cu	16.836 mg/kg	39.070	3.333 mg
F	2.860 mg/kg	6.636 mg	
I	0.078 mg/kg*	0.180 mg	0.156 mg
Fe	144.660 mg/kg	335.704 mg	44.444 mg
Zn	91.423 mg/kg	212.159 mg	
VITA	2.756 KIU/kg	6.395	1.444 KIU
VITD	0.331 KIU/kg	0.767	1.167 KIU
VITK	2.205 KIU/kg	5.116	0.001 KIU
VITE	20.199 KIU/kg	46.875	12.222 KIU
BIOT	0.425	0.987	0.056
COLI	1 079.028	2 504.036	333.333
FOLA	0.521	1.208	0.333
NIAC	76.763	178.139	7.778
PANT	26.750	62.077	7.778
RIBO	5.259	12.205	2.222
TIAM	4.936	11.455	1.111
B6	6.073	14.092	1.111
B12	13.779	31.975	0.006
ARGI	0.787	0.018	0.110
HIST	0.383	0.009	0.200
ISOL	0.743	0.017	0.420
LEUC	1.519	0.035	0.560
MECI	0.494	0.011	0.380
FETI	1.325	0.031	0.610
VALI	0.830	0.019	0.440
Proporción de nutrientes			
Ca:P	50:50 o	1.000:1.0	
Zn:Ca	100:0 o	12 385.514:1	

\*No mantiene el nivel recomendado por el NRC (1988). *Nutrient Requirements of Swine.*

Como se puede comprobar, la dieta incluye todos los alimentos que el productor tiene disponibles y algunos otros que decidió incluir. Tiene un costo de \$4,529.54/ton métrica de alimento.

Con respecto al aporte de nutrientes, podemos concluir que la dieta cubre los requerimientos nutritivos (energía metabolizable, proteína, Ca, P, aminoácidos, etc.) de esta clase de animales con el comportamiento animal señalado, excepto el I con pequeña deficiencia.

#### Ejercicio 4. Balanceo de una dieta para cerdas gestantes



Figura 20. Cerdas en etapa de gestación

1. Introduzca el dispositivo que contiene el programa Apollo. Enseguida escriba el archivo ejecutable, que es en este caso APOLLO.EXE. Después presione *ENTER*. Espere un momento a que aparezca la presentación del programa. Posteriormente oprima cualquier tecla para continuar.
2. Como puede ver, aparece el menú principal, el cual fue descrito en el manual de ayuda (capítulo anterior). Seleccione B LC\_B: dieta de costo mínimo para cerdos reproductores, presione *ENTER*. El programa cambiará automáticamente de página.

3. En esta página usted debe ingresar la información siguiente<sup>1</sup>:
- a) Coloque un título relacionado con la dieta a balancear: Dieta para cerdas en gestación.
  - b) Coloque un subtítulo. Se sugiere anotar el nombre del productor de los animales a alimentar o de la explotación.
  - c) La fecha es actualizada automáticamente.
  - d) Enseguida seleccione las unidades de peso con que desea trabajar (lb o kg) como sigue: presione F2, seleccione kg y entonces presione dos veces *ENTER*. Observará que las unidades cambiaron a kilogramos.
  - e) Ingrese las unidades de medida del precio: \$/ton. métrica.
  - f) Categoría del animal (*Category*): cerdas gestantes (*pregnant sow*). Incluya la información del animal de interés como de indica:
  - g) Ingrese el peso vivo de la cerda gestante (*Gilt/Sow*):  
Peso al empadre: 160 kg (*ENTER*)  
Ganancia maternal total: 25 kg (*ENTER*)
  - h) Ingrese el peso vivo de la cerda en la lactación (*Gilt/Sow*):  
Peso al parto: 185 kg (*ENTER*)  
Cerdos por camada: 10.0 (*ENTER*)  
Días posparto: 21 (*ENTER*)
  - i) Desarrollo de la cerda o verraco:  
Peso promedio: 70 kg (*ENTER*)  
Ganancia de peso diaria: 0.70 kg (*ENTER*)
  - j) *Breed*: raza. Teclee F2, seleccione la opción *crossbred* (cruzas) (*ENTER*).
  - k) Ingrese el costo por animal (dólares por día). Normalmente este valor es de 0.5 (*ENTER*). Si tiene duda oprima F1 o consulte el manual de ayuda en el capítulo anterior.
  - l) Temperatura ambiente promedio: 15°C.
  - m) Ajuste del consumo de alimento ( $\pm$ ): 10%.
  - n) Alimento peletizado (*PELLETING*): teclee F2, seleccione No (*ENTER*).
  - ñ) Aditivos alimenticios: *Yes* (*ENTER*).

---

<sup>1</sup> Si tiene duda sobre la información que debe ingresar, consulte el manual de ayuda presionando F1. Asimismo, con la tecla F2 usted selecciona las opciones que el programa le indica.



Figura 21. Cerdas en etapa de gestación en corral

4. Una vez que agotó las opciones de esta ventana (hoja), teclee (*PgDn*) avance página para cambiar de ventana.

Ahora observará los requerimientos nutritivos (NRC, 1998) del animal según la información ingresada. Asimismo, usted tiene la opción de indicar al programa los nutrientes para los cuales formulará la dieta. Para hacerlo presione F2, entonces aparecerá una ventana con 47 nutrientes: energía, proteína, aminoácidos, vitaminas, minerales, etc. Seleccione los nutrientes de interés, aparte de los ya considerados, y presione *ENTER*. En la columna de mínimo indique la cantidad requerida por el animal. En caso de proteína fije una concentración mínima de 13.5% de PC. Usted puede indicar un rango para ciertos nutrientes o limitar su concentración máxima deseada en la dieta.

Una vez que ingresó los requerimientos nutritivos presione avance página.

5. Aquí incluirá los alimentos disponibles, así como su precio en base húmeda (*AS FED*). A continuación se describe qué información debe ingresar y la manera de hacerlo.
  - a) Precio: presione F2 y seleccione alguna de las opciones: \$/tonelada métrica (1 000 kg) como alimento o \$/kilogramo. Se sugiere indicarlo en \$/tonelada métrica. Entonces presione *ENTER*.

A continuación, ingrese los alimentos que tiene disponible el productor utilizando cualquiera de las tres librerías.

- b) Presione F2 y seleccione *STD* (librería estándar). Oprima *ENTER*, presione nuevamente F2 y espere a que se carguen los alimentos codificados en el programa. Seleccione el alimento codificado con el número 23, maíz grano (*corn dent yellow grain*) y presione *ENTER*.
- c) Anote el precio de éste en \$ por tonelada métrica. En este caso es de \$ 4,700.00.
- d) Si desea verificar su composición química, ubique el cursor en la séptima columna (*edit feed*) y escriba una Y (*yes/sí*), entonces se mostrará la composición química del maíz. Regrese a la página anterior.
- e) Ingrese de la misma forma el resto de los alimentos disponibles que se encuentran en las librerías estándar y/o alternativa. Los números clave son: residuos de pan, 2; fosfato de calcio, 14; premezcla de vitaminas y minerales UCD, 78; melaza, 62; harina de soya, 93 y salvado de trigo, 99. El precio (kg en BH) se indica en el cuadro de ingredientes disponibles.

En caso de que un alimento no se encuentre en éstas, seleccione la librería *NEW*, asigne un número al nuevo alimento, escriba su nombre y precio. Finalmente coloque el cursor en la última columna y escriba Y(*yes/sí*), presione *ENTER* e ingrese los datos del nuevo alimento: % MS y composición química.

Restricciones. En la columna de mínimo restringir el salvado (8%), la melaza de caña (5%) y la premezcla (2.5%), y en la de máximo, el pan (40%).

Una vez que ingresó todos los alimentos y su precio, presione avance página.

6. Ahora puede indicar o restringir cierto grupo de alimentos en la dieta, por ejemplo, la cantidad de ingredientes proteicos, etcétera.
7. Salve o almacene la información ya ingresada de la manera siguiente:

Presione F5 (*ARCHIVOS*), espere a que cambie de página y entonces seleccione *SAVE* (salvar). Enseguida el programa le solicita el nombre del archivo y unidad donde quiere que se almacene, por lo que deberá escribir: A:\nombre del archivo.apo (máximo ocho caracteres); ejemplo:A:\CERGEST.APO. Presione *ENTER*.

8. Hasta este paso usted terminó de ingresar la información requerida, por lo tanto está en condiciones de indicarle al programa que formule la dieta, para lo cual debe presionar la tecla F8 (formular) y esperar.

Después de incluir las restricciones anteriores en los alimentos y el mínimo de proteína cruda (13.5%) en los nutrientes, el costo de la dieta y el comportamiento del animal, la composición de la dieta y su aporte nutricional son los siguientes (Cuadro 35).

**Cuadro 35**  
**Datos de cerdas en gestación para formulación de la dieta**

Unidad de medida: kg	Unidad del precio de alimento \$/ton métrica
Categoría:	cerdas gestantes
Cerda gestante:	
Peso vivo al empadre:	160 kg
Ganancia maternal total:	25 kg
Cerda lactante:	
Peso al parto:	185 kg
Cerdos por camada:	10
Días posparto:	21
Desarrollo del macho/hembra:	
Peso promedio:	70 kg
Ganancia de peso:	0.7 kg
Raza:	Cruzas
Costo extra por animal (\$/día):	0.500
Temperatura ambiente promedio:	15°C
Ajuste del consumo de alimento (-/+):	10 %
Peletizado	No
Aditivos alimenticios:	Sí

- a) El programa hace una estimación del comportamiento de los animales a alimentar (Cuadro 36).

### Cuadro 36 Comportamiento de cerdas gestantes

Peso vivo al empadre:	160 kg
Ganancia por concepción:	20 kg (0.18/día)
Ganancia maternal total:	25 kg (0.22/día)
Peso al parto:	205 kg
Peso promedio a la gestación:	182.5 kg
Energía requerida (Mcal ED/día):	
Mantenimiento:	4.92
Termogénesis por frío:	0.13
Ganancia por concepción:	0.19
Ganancia maternal:	1.10
Total:	6.33
Consumo de alimento (kg/día):	
Con base en alimento:	1.89
Con base en a materia seca:	1.69 (3.75 Mcal ED/kg).

A continuación se indica la composición de la dieta, con base en seca y como se ofrece (Cuadro 37).

### Cuadro 37 Composición de la dieta para cerdas gestantes (todos los alimentos)

Alimentos	Base alimento		Base materia seca		Restricciones			
	(kg/d)	(%)	(kg/d)	(%)	En Mín	BH Máx	En Mín	BS Máx
Pan	0.735	38.812	0.676	40.000	----	----	----	40
Maíz	0.603	31.827	0.530	31.376	----	----	----	----
Salvado	0.210	11.079	0.182	10.798	----	----	8.0	----
Soya	0.152	8.009	0.136	8.075	----	----	----	----
Melaza de caña	0.114	6.032	0.085	5.000	----	----	5.0	----
Premezcla UCD0	0.042	2.232	0.042	2.500	----	----	2.5	----
Fosfato de calcio	0.038	2.010	0.038	2.252	----	----	----	----
Ración Total	1.893	1.690						
Costo \$/día:	8.240							
Costo \$/ton. métrica:	4 350.23	4 873.31						

b) En el cuadro 38 se pueden ver los rangos de precios (\$/ton, tal como se ofrece).

**Cuadro 38**  
**Rangos de precios de ingredientes en dieta para cerdas gestantes**

Alimentos usados	(kg/día)	Precio	Límite I	Límite S
Estd. 2 Pan	0.73482	3,500.00	2 522.34	4,042.89
Estd. 14 Fosfato de calcio	0.03806	2,700.00	-18.05	9,829.47
Estd. 23 Maíz	0.60258	4,700.00	4 598.79	4,831.04
Estd. 62 Melaza de caña	0.11419	3,200.00	3 008.80	6,693.41
Estd. 78 Premezcla	0.04225	15,250.00	2 468.58	24,691.65
Estd. 93 Soya	0.15163	6,500.00	6 109.97	8,527.37
Estd. 99 Salvado trigo	0.20976	3,500.00	3 318.07	3,566.09
Alimentos no usados	Precio \$/ton. métrica tal como se ofrece			
En la formulación	De oportunidad			

Todos los alimentos son usados en la ración.

c) Finalmente se presenta la parte más importante que nos indica el aporte nutricional de la combinación de estos ingredientes en estas proporciones (Cuadro 39).

**Cuadro 39**  
**Análisis de nutrientes de dieta completa para cerdas gestantes (base MS)**

Nutriente	Cantidad y unidad		Recomendación de NRC (1988)	
	(%)	(kg)	Mínima (%)	Máxima (%)
MS	89.266	1.690		
ED	3.747 Mcal/kg	0.440	6.333 Mcal	6.333
EM	3.536 Mcal/kg	5.977 Mcal		
PC	13.500	0.228	13.333	
Ca	0.833	0.014	0.833	
P	0.833	0.014	0.667	
PBD	0.557	0.009	0.389	
LISI	0.788	0.013	0.478	
TREO	0.640	0.011	0.333	
TRIP	0.268	0.005	0.100	
EE	6.972	0.118		

LINOLEICO	1.031	0.017	0.111
FC	3.254	0.055	
Na	0.521	0.009	0.167
Mg	0.274	0.005	0.044
K	0.873	0.015	0.222
Co	0.225 mg/kg	0.381 mg	
Cu	99.251 mg/kg	167.743	5.556 mg
F	40.536 mg/kg	68.510 mg	
I	220.555 mg/kg	372.757	0.156 mg
Fe	924.034 mg/kg	1 561.695	88.889 mg
Mn	373.061 mg/kg	630.505	11.111 mg
Se	0.789 mg/kg	1.333 mg	
S	0.160 %	0.003 kg	
VITA	55.135 KIU/kg	93.183	4.444 KIU
VITD	22.054 KIU/kg	37.273	0.222 KIU
VITK	0.015 KIU/kg	0.025	0.001 KIU
VITE	115.849 KIU/ kg	195.795	24.444 KIU
BIOT	0.838	1.417	0.222
COLI	4 709.619	7 959.657	1 388.889
FOLA	0.478	0.808	0.333
NIAC	324.576	548.562	11.111
PANT	150.730	254.747	13.333
RIBO	40.492	68.435	4.167
TIAM	15.249	25.772	1.111
B6	6.181	10.446	1.111
B12	0.193	0.326	0.017
ARGI	0.750	0.013	
HIST	0.381	0.006	0.167
ISOL	0.725	0.012	0.333
LEUC	1.394	0.024	0.333
MECI	0.545	0.009	0.256
FETI	1.317	0.022	0.500
VALI	0.818	0.014	0.356

Proporción de nutrientes

Ca:P 51:49 o 1.000:1.0

Zn:Ca 100:0 o 10 323.182:1

---

\*No mantiene el nivel recomendado por el NRC (1998). *Nutrient Requirements of Swine*.

Como se puede comprobar, la dieta incluye todos los alimentos que el productor tiene disponibles y algunos otros que se decidió incluir. El costo es de \$4 350.23/ton. métrica de alimento.

Con respecto al aporte de nutrientes, podemos concluir que la dieta cubre los requerimientos nutritivos (energía metabolizable, proteína, Ca, P, aminoácidos, etc.) de esta clase de animales con el comportamiento señalado.

### Ejercicio 5. Balanceo de una dieta para cerdas lactantes

1) Cargue en su computadora el sistema operativo. Retire éste e introduzca el dispositivo que contiene el programa Apollo. Enseguida escriba el archivo ejecutable, en este caso APOLLO.EXE. Después presione *ENTER*. Espere un momento a que aparezca la presentación del programa. Posteriormente oprima cualquier tecla para continuar.

2) Como puede ver, aparece el menú principal, el cual fue descrito en el manual de ayuda (capítulo anterior).

Seleccione B LC\_B: Ración de costo mínimo para cerdos reproductores, presione *ENTER*. El programa cambiará automáticamente de página.

3) Ahora debe ingresar la información siguiente:

Nota: si tiene duda sobre la información que debe ingresar, consulte el manual de ayuda presionando F1. Asimismo, con la tecla F2 usted selecciona las opciones que el programa le indica.

- a) Coloque un título relacionado con la dieta a balancear.
- b) Coloque un subtítulo. Se sugiere anotar el nombre del productor de los animales a alimentar o de la unidad de producción.
- c) La fecha se actualiza automáticamente.

- d) Enseñada seleccione las unidades de peso con que desea trabajar (lb o kg) como sigue: presione F2, seleccione kg y entonces presione dos veces *ENTER*. Observará que las unidades cambiaron a kilogramos.
- e) Ingrese las unidades de medida del precio: \$/ton. métrica.
- f) Categoría del animal (*Category*): cerdas lactantes (*lactating sow*).

### Dieta para cerdas en lactación



Figura 22. Cerda en lactación con su camada

Ingrese la información del animal de interés como se indica:

- g) Ingrese el peso vivo de la cerda gestante (*Gilt/Sow*)  
 Peso al empadre: 160 kg (*ENTER*)  
 Ganancia maternal total: 25 kg (*ENTER*)
- h) Ingrese el peso vivo de la cerda en la lactación (*Gilt/Sow*):  
 Peso al parto: 185 kg (*ENTER*)  
 Cerdos por camada: 10 (*ENTER*)  
 Días posparto: 21 (*ENTER*)
- i) Desarrollo de la cerda o verraco:  
 Peso promedio: 70 kg (*ENTER*)  
 Ganancia de peso diaria: 0.70 kg (*ENTER*)
- j) *Breed*: raza. Teclee F2, seleccione la opción (*crossbred*) cruzas (*ENTER*)

- k) Ingrese el costo por animal (dólares por día). Normalmente este valor es de 0.5 (*ENTER*). Si tiene duda oprima F1 o consulte el manual de ayuda en el capítulo anterior
- l) Temperatura ambiente promedio: 15°C
- m) Ajuste del consumo de alimento ( $\pm$ ): 10%
- n) Alimento peletizado (*PELLETING*): teclee F2, seleccione No (*ENTER*)
- ñ) Aditivos alimenticios: *Yes* (*ENTER*)

4) Una vez que usted agotó las opciones de esta ventana (hoja), teclee avance página (*PgDn*) para cambiar de ventana.

Ahora observará los requerimientos nutritivos del animal según la información ingresada. Asimismo, tiene la opción de indicar al programa los nutrientes para los cuales formulará la dieta y ajustar según el NRC (1998). Para hacerlo presione F2, entonces aparecerá una ventana con 47 nutrientes: energía, proteína, aminoácidos, vitaminas, minerales, etc. Seleccione los nutrientes de interés, aparte de los ya considerados y oprima *ENTER*. En la columna de mínimo indique la cantidad requerida por el animal. En el caso de proteína, fije una concentración mínima de 14.5% de PC. Usted puede indicar un rango para ciertos nutrientes o limitar su concentración máxima deseada en la dieta.

Una vez que capturó los requerimientos nutritivos, presione avance página.

5) En esta página incluirá los alimentos disponibles, así como su precio en base húmeda (como alimento). A continuación se describe qué información debe ingresar y la manera de hacerlo.

- a) Precio: presione F2 y seleccione alguna de las opciones: \$/tonelada métrica (1 000 kg) como alimento o \$/kilogramo como alimento. Se sugiere indicarlo en \$/tonelada métrica. Entonces presione *ENTER*.

A continuación ingrese los alimentos que tiene disponible el productor, utilizando cualquiera de las tres librerías.

- b) Presione F2 y seleccione *STD* (librería estándar). Después oprima *ENTER* y nuevamente F2. Espere a que se carguen los alimentos codificados en el programa. Seleccione el alimento codificado con el número 23, maíz grano (*corn dent yellow grain*) y presione *ENTER*.
- c) Anote el precio de éste en \$ por tonelada métrica. En este caso es de \$4,700.00.

- d) Si desea verificar su composición química, ubique el cursor en la séptima columna (*edit feed*) y escriba una Y (*yes/sí*), entonces se mostrará la composición química del maíz. Regrese a la página anterior.
- e) Ingrese de la misma forma el resto de los alimentos disponibles que se encuentran en las librerías estándar y/o alternativa. Los números clave son: residuos de pan, 2; fosfato de calcio, 15; melaza, 62; harina de soya, 93; salvado de trigo, 99; premezcla de vitaminas y minerales UCD, 78. El precio (kg en BH) se indica en el cuadro de ingredientes disponibles. Si el alimento no está en éstas, seleccione la librería *NEW*. Asigne un número al alimento, escriba su nombre y precio. Finalmente coloque el cursor en la última columna y escriba Y(*yes/sí*), presione *ENTER* e ingrese los datos del nuevo alimento: % MS y composición química.

Restricciones. En la columna de mínimo restringir la melaza (6%) y la premezcla (2%); mientras que en la columna de máximo debe restringir el pan (35%). Una vez que ingresó todos los alimentos y su precio, presione avance página.

6) Ahora puede indicar o restringir cierto grupo de alimentos en la dieta, por ejemplo, la cantidad de ingredientes proteicos.

7) Salve o almacene la información ya ingresada de la manera siguiente: presione F5 (ARCHIVOS), espere a que cambie de página y entonces seleccione *SAVE* (salvar). Enseguida el programa le solicita el nombre del archivo y unidad donde quiere que se almacene, por lo que deberá escribir: A:\nombre del archivo.apo (máximo ocho caracteres); ejemplo: A:\CERLACT.APO. Presione *ENTER*.

8) Hasta este paso usted terminó de ingresar la información requerida, por lo tanto está en condiciones de indicar al programa que formule la dieta, para lo que debe presionar la tecla F8 (formular) y esperar.

Una vez que se han incluido las restricciones anteriores en los alimentos y el porcentaje mínimo de proteína (14.5) en los nutrientes, el costo de la dieta y el comportamiento del animal, la composición de la ración y su aporte nutricional son los siguientes (Cuadro 40).



Figura 23. Cerda en lactación amamantando a su camada

### Cuadro 40 Datos para dieta de cerdas en lactación

Unidad de medida: kg	Unidad del precio de alimento \$/ton métrica
Categoría:	Cerdas lactantes
Cerda gestante:	
Peso vivo al empadre:	160 kg
Ganancia maternal total:	25 kg
Cerda lactante:	
Peso al parto:	185 kg
Cerdos por camada:	10
Días posparto:	21
Desarrollo del macho/hembra:	
Peso promedio:	70 kg
Ganancia de peso:	0.7 kg
Raza:	Cruzas
Costo extra por animal (\$/día):	0.500
Temperatura ambiente promedio:	15°C
Ajuste del consumo de alimento (-/+):	10 %
Peletizado:	No
Aditivos alimenticios:	Sí

- a) El programa hace una estimación del comportamiento de los animales a alimentar (Cuadro 41).

**Cuadro 41**  
**Estimación del comportamiento de cerdas en lactación**

Peso vivo al parto (kg):	185.00
Producción de leche/día (kg):	7.60
Ganancia de peso/día (kg):	-0.06
Energía requerida (Mcal ED/día):	
Mantenimiento:	4.97
Termogénesis por frío:	0.13
Producción de leche:	15.20
Ganancia de peso:	-0.21
Total:	20.08
Consumo de alimento (kg/día):	
Con base en alimento:	5.97
Con base en materia seca:	5.31 (3.78 Mcal ED/kg)

- b) A continuación se indica la composición de la dieta, con base en seca y como se ofrece (Cuadro 42).

**Cuadro 42**  
**Composición de la dieta para cerdas en lactación (todos los alimentos)**

Alimentos	Base alimento		Base materia seca		Restricciones			
	(kg/d)	(%)	(kg/d)	(%)	Mín	Máx	Mín	Máx
Maíz	2.184	36.587	1.922	36.187	----	----	----	----
Pan	2.020	33.848	1.859	35.000	----	----	----	35
Soya	0.684	11.465	0.616	11.598	----	----	----	----
Melaza de caña	0.431	7.214	0.319	6.000	----	----	6.0	----
Salvado de trigo	0.417	6.989	0.363	6.834	----	----	----	----
Fosfato de calcio	0.126	2.118	0.126	2.381	----	----	----	----
Premezcla	0.106	1.779	0.106	2.000	----	----	2.0	----
Ración Total	5.968	5.310						
Costo \$/día:	26.58	Costo \$/ton métrica: 44,453.50			5,005.56			

En el Cuadro 43 se observan los rangos de precios (\$/ton, tal como se ofrece).

**Cuadro 43**  
**Rangos de precios de ingredientes tal como se ofrece en cerdas lactantes**

Alimentos usados	(kg/día)	Precio	Límite I	Límite S
Estd. 2 Pan	2.02013	3,500.00	2,144.48	3,898.52
Estd. 14 Fosfato de calcio	0.12641	2,700.00	-189.54	11,425.13
Estd. 23 Maíz	2.18360	4,700.00	4,634.16	4,860.01
Estd. 62 Melaza de caña	0.43054	3,200.00	2,971.51	5,069.86
Estd. 78 Premezcla	0.10620	15,250.00	2,000.03	22,830.53
Estd. 93 Soya	0.68429	6,500.00	6,235.20	9,475.39
Estd. 99 Salvado trigo	0.41711	3,500.00	3,276.91	3,542.61
Alimentos no usados	Precio \$/ton métrica tal como se ofrece			
En la formulación	De oportunidad			

Todos los alimentos son usados en la ración.



Figura 24. Cerda en lactación recién destetada

- c) Finalmente se presenta la parte más importante que nos indica el aporte nutricional de la combinación de estos ingredientes en estas proporciones (Cuadro 44).

**Cuadro 44**  
**Análisis de nutrientes de la dieta para cerdas en lactación (base MS)**

Nutriente	Cantidad y unidad		Recomendación de NRC (1998)	
	(%)	(kg)	Mínima (%)	Máxima (%)
MS	88.971	5.310		
ED	3.782 Mcal/kg	3.300	20.082 Mcal	20.082
EM	3.575 Mcal/kg		18.985 Mcal	
PC	14.500	0.770	14.444	
Ca	0.883	0.044	0.833	
P	0.883	0.044	0.667	
PBD	0.567	0.030	0.389	
LISI	0.844	0.045	0.667	
TREO	0.669	0.036	0.478	
TRIP	0.268	0.014	0.133	
EE	6.396	0.340		
LINOLEICO	1.090	0.058	0.111	
FC	3.142	0.167		
Na	0.461	0.024	0.222	
Cl	0.776	0.041	0.178	
Mg	0.257	0.014	0.044	
K	0.931	0.049	0.222	
Co	0.238 mg/kg	1.264 mg		
Cu	82.742 mg/kg	439.367	5.556 mg	
F	42.852 mg/kg	227.547 mg		
I	176.444 mg/kg*	936.927	0.156 mg	
Fe	834.879 mg/kg	4 433.246	88.889 mg	
Mn	302.458 mg/kg	1 606.066	11.111 mg	
Se	0.632 mg/kg	3.357 mg		
S	0.178 %	0.009 kg		
VITA	44.108 KIU/kg	234.217	2.222 KIU	
VITD	17.643 KIU/kg	93.687	0.222 KIU	
VITK	0.012 KIU/kg	0.062	0.001 KIU	
VITE	96.636 KIU/kg	0.062	24.444 KIU	
BIOT	0.710	0.062	0.222	
COLI	4 003.722	2 1259.955	1 111.111	

FOLA	0.426	2.264	0.333
NIAC	261.892	1 390.662	11.111
PANT	122.858	652.382	13.333
RIBO	32.744	173.874	4.167
TIAM	12.952	68.778	1.111
B6	6.108	32.435	1.111
B12	0.154	0.820	0.017
ARGI	0.835	0.044	0.444
HIST	0.407	0.022	0.278
ISOL	0.753	0.040	0.433
LEUC	1.481	0.079	0.533
MECI	0.563	0.030	0.400
FETI	1.390	0.074	0.778
VALI	0.845	0.045	0.667
Proporción de nutrientes			
Ca:P	52:50 o	1.000:1.0	
Zn:Ca	100:0 o	8317.128:1	

\*No mantiene el nivel recomendado por el NRC (1998). *Nutrient Requirements of Swine*.

Como puede comprobar, la dieta incluye todos los alimentos que el productor tiene disponibles y algunos otros que se decidió incluir. Tiene un costo de \$4,453.50/ton métrica de alimento.

Con respecto al aporte de nutrientes, podemos concluir que la dieta cubre los requerimientos nutritivos (energía metabolizable, proteína, Ca, P, aminoácidos, etc.) de esta clase de animales con el comportamiento animal señalado.

## ■ Abreviaturas

Las abreviaturas que a continuación se indican aparecen en los programas de cómputo citados, así como en la impresión de las dietas formuladas por los mismos paquetes; por lo tanto, se podrán encontrar siglas que difieren con las comúnmente utilizadas a nivel internacional (Cuadro 45).

**Cuadro 45**  
**Abreviaturas usadas en el texto y su significado**

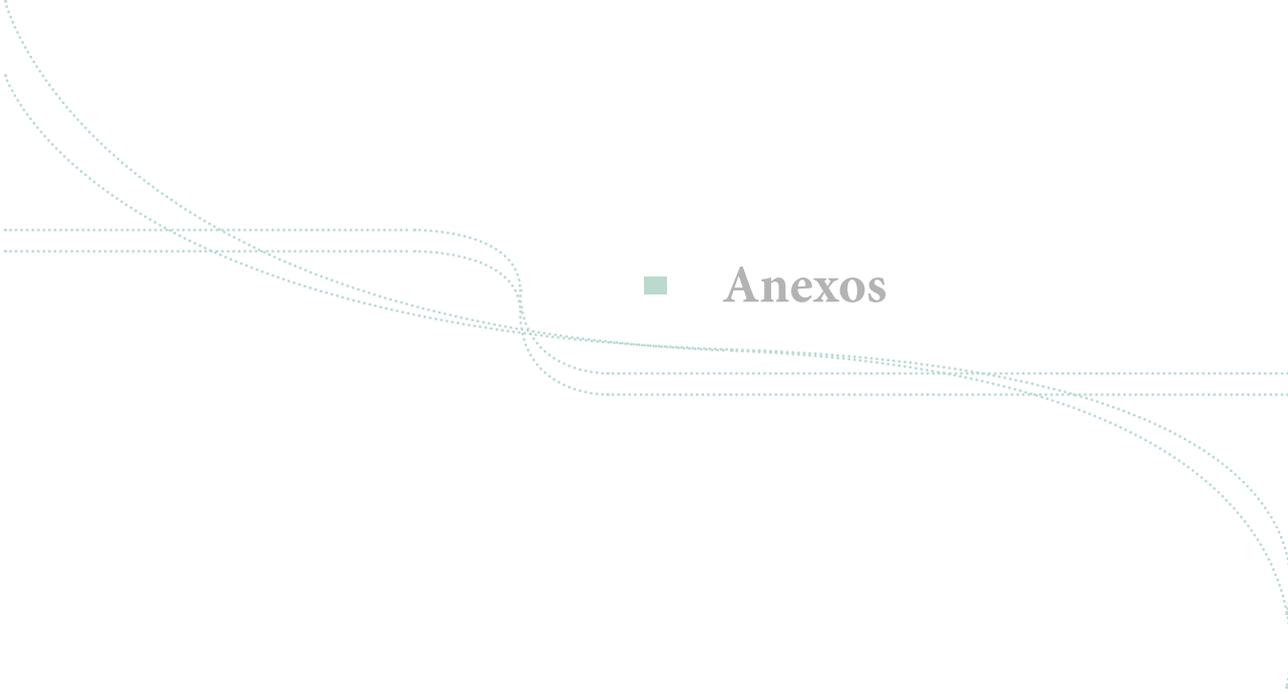
Abreviatura	Significado
MS	Materia seca
ED	Energía digestible
EM	Energía metabolizable
EE	Extracto etéreo
FC	Fibra cruda
PC	Proteína cruda
LISI	Lisina
TREO	Treonina
TRIP	Triptófano
ARGI	Arginina
HIST	Histidina
ISOL	Isoleucina
LEUC	Leucina
MECI	Metionina+cistina
FETI	Fenilalanina+tirosina
VALI	Valina
LINO	Ácido linoleico
VITA	Vitamina A
VITD	Vitamina D
VITK	Vitamina K
VITE	Vitamina E
BIOT	Biotina
COLI	Colina
FOLA	Folacina
NIAC	Niacina
PANT	Ácido pantoténico
RIBO	Riboflavina
TIAM	Tiamina
B6	Vitamina B6
B12	Vitamina B12
Ca	Calcio
P	Fósforo

PBD	Fósforo biodisponible
Na	Sodio
Cl	Cloro
Mg	Magnesio
K	Potasio
Co	Cobalto
Cu	Cobre
F	Flúor
I	Iodo
Fe	Fierro
Mn	Manganeso
Se	Selenio
S	Azufre
Zn	Zinc
Ca:P	Relación calcio fósforo
Zn:Ca	Relación zinc calcio
UI	Unidades internacionales
KIU	Kilo unidades internacionales
ppm	Partes por millón
mg	Miligramos
g	Gramos
kg	Kilogramos
Ton	Tonelada
CMS	Consumo de materia seca
CED	Consumo de energía digestible
CEM	Consumo de energía metabolizable
Cal	Caloría
Kcal	Kilocaloría
Mcal	Mega caloría
CA	Conversión alimentaria
A/G	Alimento sobre ganancia de peso
EA	Eficiencia alimentaria
G/A*100	Ganancia sobre alimento por 100
STD	Estándar
ALT	Alternativo

## ■ Bibliografía

- ARC (1981). *The Nutrient Requirements of Pigs*, Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.
- Cullison, A.E. (1982). *Feed and Feeding*, 3a ed., Reston Publishing Company, Inc., USA.
- Cheeke, P.R. (1991). *Applied Animal Nutrition, Feed and Feeding*, Mcmillan Publishing Company, USA.
- Church, D.C. (1991). *Livestock Feeds and Feeding*, 3a ed., Prentice Hall, Hispanoamericana, México.
- Forbes, J. M. (1986). *The Voluntary Food Intake of Farm Animals*, Butterworth, London.
- INRA. (1989). *Ruminant nutrition, recommended allowances and feed tables*, R. Jarrige (Ed.), John Libbey Euro text, París.
- McDonald R, R.A. Edwards y J.F.D. Grenhalgh (1988). *Animal Nutrition*, 4a ed., Longman, London.
- \_\_\_\_\_ (1990). *Nutrición animal*, 4ª ed., Acribia, Zaragoza, España.
- Mc Dowell, R.L., J.H. Conrad, J.E. Thomas y L.E. Harris (1974). *Latin American Tables of Feed Composition*, University of Florida, Gainesville, Florida, USA.
- Morrison, F. B (1956). *Feeds and Feeding*, 22a ed., The Morrison Publishing Co., Ithaca, New York.
- NRC (1987). *Predicting Feed Intake of Food Producing Animal*, National Academic Press, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_ (1988). *Nutrient Requirements of Swine*, 9a ed., National Academic Press, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_ (1998). *Nutrient Requirements of Swine*, 9a ed., National Academic Press, Washington, D.C.

- Preston, T.R. y R.A. Leng (1987). *Matching Ruminant production system with available resources in the tropics and subtropics*, Penabuls Book, Armidable, Australia.
- Trujillo, F.V. (1987). *Métodos matemáticos en la nutrición animal*, Mc Graw-Hill, México.
- Trujillo, G.R. y D.M. Pedroso (1989). *Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo*, Educa, La Habana, Cuba.
- Shimada, A., F. G. Rodríguez y J.A. Cuarón (1986). *Engorda de ganado bovino en corrales*, Consultores en Producción Animal, México.
- Shimada, A. (2007). *Nutrición animal*, Trillas, México.
- Sosa de Pro, E. (1981). *Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal*, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Tejada, de H. I. (1985). *Manual de laboratorio para ingredientes utilizados en la alimentación animal*, Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, México.

A decorative graphic consisting of several overlapping green lines. Some are solid, while others are dotted. They originate from the top left and curve across the top of the page, ending on the right side.

## ■ Anexos

**Cuadro 46**  
**Requerimientos de aminoácidos para la dieta de cerdos en crecimiento**  
**alimentados *ad libitum* (90% MS)<sup>a</sup>**

	Peso vivo (kg)					
	3 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 50	50 - 80	80 - 100
Peso promedio (Kg)	4	7.5	15	35	65	100
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>b</sup>	3,265	3,265	3,265	3,265	3,265	3,265
Consumo estimado de ED (Kcal/día)	855	1,690	3,400	6,305	8,760	10,450
Consumo estimado de EM (Kcal/día) <sup>b</sup>	820	1,620	3,265	6,050	8,410	10,030
Consumo estimado de alimento (g/día)	250	500	1000	1,855	2,575	3,075
Proteína cruda (%) <sup>c</sup>	26.0	23.7	20.90	18.0	15.5	13.2
Requerimientos de aminoácidos <sup>d</sup>						
Base digestibilidad ileal verdadera (%)						
Arginina	0.54	0.49	0.42	0.33	0.24	0.16
Histidina	0.43	0.38	0.32	0.26	0.21	0.16
Isoleucina	0.73	0.65	0.55	0.45	0.37	0.29
Leucina	1.35	1.20	1.02	0.83	0.67	0.51
Lisina	1.34	1.19	1.01	0.83	0.66	0.52
Metionina	0.36	0.32	0.27	0.22	0.18	0.14
Metionina + cistina	0.76	0.68	0.58	0.47	0.39	0.31
Fenilalanina	0.80	0.71	0.61	0.49	0.40	0.31
Fenilalanina + tirosina	1.26	1.12	0.95	0.78	0.63	0.49
Treonina	0.84	0.74	0.63	0.52	0.43	0.34
Triptófano	0.24	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
Valina	0.91	0.81	0.69	0.56	0.45	0.35
Base digestibilidad ileal aparente (%)						
Arginina	0.51	0.46	0.39	0.31	0.22	0.14
Histidina	0.40	0.36	0.31	0.25	0.20	0.16
Isoleucina	0.69	0.61	0.52	0.42	0.34	0.26
Leucina	1.29	1.15	0.98	0.80	0.64	0.50
Lisina	1.26	1.11	0.94	0.77	0.61	0.47
Metionina	0.34	0.30	0.26	0.21	0.17	0.13
Metionina + cistina	0.71	0.63	0.53	0.44	0.36	0.29
Fenilalanina	0.75	0.66	0.56	0.46	0.37	0.28
Fenilalanina + tirosina	1.18	1.05	0.89	0.72	0.58	0.45

Treonina	0.75	0.66	0.56	0.46	0.37	0.30
Triptófano	0.22	0.19	0.16	0.13	0.10	0.08
Valina	0.84	0.74	0.63	0.51	0.41	0.32
Base total (%) <sup>e</sup>						
Arginina	0.59	0.54	0.46	0.37	0.27	0.19
Histidina	0.48	0.43	0.36	0.30	0.24	0.19
Isoleucina	0.83	0.73	0.63	0.51	0.42	0.33
Leucina	1.50	1.32	1.12	1.90	0.71	0.54
Lisina	1.50	1.35	1.15	0.95	0.75	0.60
Metionina	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.16
Metionina + cistina	0.86	0.76	0.65	0.54	0.44	0.35
Fenilalanina	0.90	0.80	0.68	0.55	0.44	0.34
Fenilalanina + tirosina	1.41	1.25	1.06	0.87	0.70	0.55
Treonina	0.98	0.86	0.74	0.61	0.51	0.41
Triptófano	0.27	0.24	0.21	0.17	0.14	0.11
Valina	1.04	0.92	0.79	0.64	0.52	0.40

<sup>a</sup> Proporción (1:1 cerdos y cerdas) de cerdos con medio-elevada tasa de crecimiento (325 g/día), de 20 a 120 kg de peso vivo.

<sup>b</sup> Se asume que la EM es 96% de ED.

<sup>c</sup> Los niveles de proteína cruda aplica a dietas base maíz-pasta de soya. En cerdos de 3 a 10 kg alimentados con dietas de plasma desecado y productos de leche desecados, los niveles de proteína pueden ser 2 a 3% menores a los mostrados.

<sup>d</sup> Los requerimientos totales de aminoácidos son basados siguiendo el tipo de dieta. La dieta de cerdos de 3 a 5 kg incluía maíz-pasta de soya, 5% de plasma desecado y 25- 50% de producto de leche desecado; la dieta de cerdos de 5 a 10 kg incluía maíz-pasta de soya y 5-25% de producto de leche desecado; la dieta de cerdos de 10 a 120 kg incluía maíz-pasta de soya.

<sup>e</sup> El porcentaje total de lisina, de cerdos de 3 a 20 kg, fue estimado según datos empíricos. Los otros aminoácidos para cerdos de 3 a 20 kg fueron basados en la proporción de aminoácidos con respecto a lisina (digestibilidad ileal verdadera). Los requerimientos de cerdos de 20 a 120 kg fueron estimados del modelo de cerdos de crecimiento.

**Cuadro 47**  
**Requerimientos diarios de aminoácidos para cerdos en crecimiento**  
**alimentados *ad libitum* (90 % MS)<sup>a</sup>**

	Peso vivo (kg)					
	3 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 50	50 - 80	80 - 120
Peso promedio (Kg)	4	7.5	15	35	65	100
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>b</sup>	3,265	3,265	3,265	3,265	3,265	3,265
Consumo estimado de ED (Kcal/día)	855	1,690	3,400	6,305	8,760	10,450
Consumo estimado de EM (kcal/día) <sup>b</sup>	820	1,620	3,265	6,050	8,410	10,030
Consumo estimado de alimento (g/día)	250	500	1,000	1,855	2,575	3,075
Proteína cruda (%) <sup>c</sup>	26.0	23.7	20.90	18.0	15.5	13.2
Requerimientos de aminoácidos <sup>d</sup>						
Base digestibilidad ileal verdadera (%)						
Arginina	1.40	2.40	4.20	6.10	6.20	4.80
Histidina	1.10	1.90	3.20	4.96	5.50	5.10
Isoleucina	1.80	3.20	5.50	8.40	9.40	8.80
Leucina	3.40	6.00	10.30	15.50	7.20	15.80
Lisina	3.40	5.90	10.10	15.30	17.10	15.80
Metionina	0.90	1.60	2.70	4.10	4.60	4.30
Metionina + cistina	1.90	3.40	5.80	8.80	10.00	9.50
Fenilalanina	2.00	3.50	6.10	9.10	10.20	9.40
Fenilalanina + tirosina	3.20	5.50	9.50	14.90	16.10	15.10
Treonina	2.10	3.70	6.30	9.70	11.00	10.50
Triptófano	0.60	1.10	1.90	2.80	3.10	2.90
Valina	2.30	4.00	6.90	10.40	11.60	10.80
Base digestibilidad ileal aparente (%)						
Arginina	1.30	2.30	3.90	5.70	5.70	4.30
Histidina	1.00	1.80	3.10	4.60	5.20	4.80
Isoleucina	1.70	3.00	5.20	7.80	8.70	8.00
Leucina	3.20	5.70	9.80	14.80	16.50	15.30
Lisina	3.20	5.50	9.40	14.20	15.80	14.40
Metionina	0.90	1.50	2.60	3.90	4.40	4.10
Metionina + cistina	1.80	3.10	5.30	8.20	9.30	8.80
Fenilalanina	1.90	3.30	5.70	8.50	9.40	8.60
Fenilalanina + tirosina	3.00	5.20	8.90	13.40	15.00	13.90
Treonina	1.90	3.30	5.60	8.50	9.60	9.10

Triptófano	0.50	1.00	1.60	2.40	2.70	2.50
Valina	2.10	3.70	6.30	9.50	10.60	9.80
Base total (%) <sup>e</sup>						
Arginina	1.50	2.70	4.60	6.80	7.10	5.70
Histidina	1.20	2.10	3.70	5.60	6.30	5.90
Isoleucina	2.10	3.70	6.30	9.50	10.70	10.10
Leucina	3.80	6.60	11.20	16.80	18.40	16.60
Lisina	3.80	6.70	11.50	17.50	19.50	18.50
Metionina	1.00	1.80	3.00	4.60	5.10	4.80
Metionina + cistina	2.20	3.80	6.50	9.90	11.30	10.80
Fenilalanina	2.30	4.00	6.80	10.20	11.30	10.40
Fenilalanina + tirosina	3.50	6.20	10.60	16.10	18.00	16.80
Treonina	2.50	4.30	7.40	11.30	13.00	12.60
Triptófano	0.70	1.20	2.10	3.20	3.60	3.40
Valina	2.60	4.60	7.90	11.90	13.30	12.40

<sup>a</sup> Proporción (1:1 cerdos y cerdas) de cerdos con medio-elevada tasa de crecimiento (325 g/día), de 20 a 120 kg de peso vivo.

<sup>b</sup> Se asume que la EM es 96% de ED.

<sup>c</sup> Los niveles de proteína cruda aplica a dietas base maíz-pasta de soya. En cerdos de 3 a 10 kg alimentados con dietas con plasma desecado y productos de leche desecados, los niveles de proteína pueden ser 2 a 3 % menores a los mostrados

<sup>d</sup> Los requerimientos totales de aminoácidos están basados siguiendo el tipo de dieta. La dieta de cerdos de 3 a 5 kg incluía maíz-pasta de soya, 5% de plasma desecado y 25- 50% de producto de leche desecado; la dieta de cerdos de 5 a 10 kg incluía maíz-pasta de soya y 5-25% de producto de leche desecado; la dieta de cerdos de 10 a 120 kg incluía maíz-pasta de soya.

<sup>e</sup> El porcentaje total de lisina, de cerdos de 3 a 20 kg, fue estimado según datos empíricos. Los otros aminoácidos para cerdos de 3 a 20 kg fueron basados en la proporción de aminoácidos con respecto a lisina (digestibilidad ileal verdadera). Los requerimientos de cerdos de 20 a 120 kg fueron estimados de acuerdo con el modelo de cerdos en crecimiento.

**Cuadro 48**  
**Requerimiento de aminoácidos en la dieta para cerdos (C1) y cerdas (C2) con diferentes tasas de crecimiento alimentados *ad libitum* (90% MS)<sup>a</sup>**

Peso vivo	Peso vivo de 50-80 kg						Peso vivo de 80-120 kg					
	300	300	325	325	350	350	C1	C2	C1	C2	C1	C2
	C1	C2	C1	C2	C1	C2						
Peso promedio (Kg)	65	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100	100
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>b</sup>	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265
Consumo estimado de ED (Kcal/día)	9.360	8.165	9.360	8.165	9.360	8.165	11.150	9.750	11.150	9.750	11.150	9.750
Consumo estimado de EM (kcal/día) <sup>b</sup>	8.985	7.840	8.985	7.840	8.985	7.840	10.705	9.360	10.705	9.360	10.705	9.360
Consumo estimado de alimento (g/día)	2.750	2.400	2.755	2.400	2.755	2.400	3.280	2.865	3.280	2.865	3.280	2.865
Proteína cruda (%)	14.2	15.5	14.9	16.3	15.6	17.1	12.2	13.2	12.7	13.8	13.2	14.4
Requerimientos de aminoácidos <sup>d</sup>												
Base digestibilidad ileal verdadera (%)												
Arginina	0.20	0.23	0.22	0.26	0.25	0.28	0.13	0.15	0.15	0.17	0.16	0.19
Histidina	0.18	0.21	0.20	0.23	0.21	0.24	0.14	0.16	0.15	0.18	0.17	0.19
Isoleucina	0.32	0.36	0.34	0.39	0.37	0.42	0.25	0.29	0.27	0.31	0.29	0.33
Leucina	0.58	0.66	0.62	0.72	0.67	0.77	0.45	0.51	0.48	0.55	0.52	0.59
Lisina	0.58	0.66	0.62	0.71	0.67	0.76	0.45	0.51	0.48	0.55	0.52	0.59
Metionina	0.16	0.18	0.17	0.19	0.18	0.21	0.12	0.14	0.13	0.15	0.14	0.16
Metionina + cistina	0.34	0.39	0.36	0.42	0.39	0.44	0.27	0.31	0.29	0.33	0.31	0.35
Fenilalanina	0.34	0.39	0.37	0.42	0.40	0.46	0.27	0.30	0.29	0.33	0.31	0.35
Fenilalanina + tirosina	0.54	0.62	0.59	0.67	0.63	0.72	0.43	0.49	0.46	0.52	0.49	0.56
Treonina	0.37	0.43	0.40	0.46	0.43	0.49	0.30	0.34	0.32	0.37	0.34	0.39
Triptófano	0.11	0.12	0.11	0.13	0.12	0.14	0.08	0.10	0.09	0.10	0.10	0.11
Valina	0.39	0.45	0.42	0.48	0.45	0.52	0.30	0.35	0.33	0.38	0.35	0.40
Base digestibilidad ileal aparente (%)												
Arginina	0.19	0.21	0.21	0.24	0.23	0.26	0.12	0.13	0.13	0.15	0.15	0.17
Histidina	0.17	0.20	0.19	0.21	0.20	0.23	0.14	0.15	0.15	0.17	0.16	0.18
Isoleucina	0.29	0.34	0.31	0.36	0.34	0.39	0.23	0.26	0.24	0.28	0.26	0.30
Leucina	0.56	0.64	0.60	0.69	0.65	0.74	0.43	0.50	0.47	0.53	0.50	0.57
Lisina	0.53	0.61	0.57	0.66	0.61	0.71	0.41	0.47	0.44	0.51	0.47	0.54
Metionina	0.15	0.17	0.16	0.18	0.17	0.20	0.12	0.13	0.13	0.14	0.13	0.15
Metionina + cistina	0.31	0.36	0.34	0.39	0.36	0.41	0.25	0.29	0.27	0.31	0.29	0.33

Fenilalanina	0.32	0.36	0.34	0.39	0.37	0.42	0.24	0.28	0.26	0.30	0.28	0.32
Fenilalanina + tirosina	0.50	0.58	0.54	0.62	0.58	0.67	0.39	0.45	0.42	0.49	0.45	0.52
Treonina	0.32	0.37	0.35	0.40	0.37	0.43	0.26	0.30	0.28	0.32	0.30	0.34
Triptófano	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12	0.07	0.08	0.07	0.09	0.08	0.09
Valina	0.36	0.41	0.38	0.44	0.41	0.47	0.28	0.32	0.30	0.34	0.32	0.37
Base total (%) <sup>e</sup>												
Arginina	0.24	0.27	0.26	0.29	0.28	0.32	0.16	0.18	0.18	0.20	0.19	0.22
Histidina	0.21	0.24	0.23	0.26	0.24	0.28	0.17	0.19	0.18	0.20	0.19	0.22
Isoleucina	0.36	0.41	0.39	0.45	0.42	0.48	0.29	0.33	0.31	0.35	0.33	0.37
Leucina	0.61	0.71	0.67	0.77	0.72	0.83	0.46	0.54	0.50	0.58	0.54	0.63
Lisina	0.67	0.76	0.72	0.82	0.77	0.88	0.53	0.60	0.57	0.64	0.60	0.69
Metionina	0.17	0.20	0.19	0.21	0.20	0.23	0.14	0.15	0.15	0.17	0.16	0.18
Metionina + cistina	0.38	0.44	0.41	0.47	0.44	0.50	0.31	0.35	0.33	0.38	0.35	0.40
Fenilalanina	0.38	0.44	0.41	0.47	0.44	0.51	0.29	0.34	0.32	0.36	0.34	0.39
Fenilalanina + tirosina	0.61	0.70	0.65	0.75	0.70	0.80	0.48	0.54	0.51	0.59	0.55	0.63
Treonina	0.44	0.50	0.47	0.54	0.51	0.58	0.36	0.41	0.38	0.44	0.41	0.46
Triptófano	0.12	0.14	0.13	0.15	0.14	0.16	0.10	0.11	0.10	0.12	0.11	0.13
Valina	0.45	0.51	0.48	0.55	0.52	0.59	0.35	0.40	0.38	0.43	0.40	0.46

<sup>a</sup> Tasa media de crecimiento magro de 300 y 500 g/día de la canal libre de grasa en cerdos con tasas de crecimiento medio, medio-elevado y elevado de 20 a 120 kg de peso corporal.

<sup>b</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED.

<sup>c</sup> Los requerimientos de proteína cruda y aminoácidos están basados en una dieta base de maíz-pasta de soya.

<sup>d</sup> Estimado del modelo de crecimiento.

**Cuadro 49**  
**Requerimientos diarios de aminoácidos para cerdos y cerdas con diferentes**  
**tasas de crecimiento alimentados *ad libitum* (90% MS)<sup>a</sup>**

Peso vivo: Ganancia magra (g/día)	Peso vivo 50-80 kg						Peso vivo 80-120 kg					
	300	300	325	325	350	350	300	300	325	325	350	350
Sexo	cerdos	cerdas	cerdos	cerdas	cerdos	cerdas	cerdos	cerdas	cerdos	cerdas	cerdos	cerdas
Peso vivo (kg)	65	65	65	65	65	65	100	100	100	100	100	100
Contenido de ED en la dieta (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Contenido de EM en la dieta (kcal/kg) <sup>b</sup>	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265
Consumo estimado de ED (kcal/día)	9.360	8.165	9.360	8.165	9.360	8.165	11.150	9.750	11.150	9.750	11.150	9.750
Consumo estimado de EM (kcal/día) <sup>b</sup>	8.985	7.840	8.985	7.840	8.985	7.840	10.705	9.360	10.705	9.360	10.705	9.360
Consumo estimado de alimento (g/día)	2.750	2.400	2.755	2.400	2.755	2.400	3.280	2.865	3.280	2.865	3.280	2.865
Proteína cruda (%)	14.2	15.5	14.9	16.3	15.6	17.1	12.2	13.2	12.7	13.8	13.2	14.4
Requerimientos de aminoácidos <sup>d</sup>												
Base digestibilidad ileal verdadera (g/día)												
Arginina	5.6		6.2		6.8		4.2		4.8		5.3	
Histidina	5.1		5.5		5.9		4.7		5.1		5.4	
Isoleucina	8.7		9.4		10.1		8.2		8.8		9.4	
Leucina	15.9		17.2		18.5		14.6		15.8		16.9	
Lisina	15.9		17.1		18.5		14.7		15.8		17.0	
Metionina	4.3		4.6		5.0		4.0		4.3		4.6	
Metionina+ cistina	9.3		10.0		10.7		8.9		9.5		10.1	
Fenilalanina	9.4		10.2		10.9		8.7		9.4		10.1	
Fenilalanina + tirosina	15.0		16.1		17.3		14.0		15.1		16.1	
Treonina	10.3		11.0		11.8		9.9		10.5		11.2	
Triptófano	2.9		3.1		3.4		2.7		2.9		3.2	
Valina	10.8		11.6		12.5		10.0		10.8		11.5	
Base digestibilidad ileal aparente (g/día)												
Arginina	5.1		5.7		6.3		3.8		4.3		4.8	
Histidina	4.8		5.2		5.5		4.4		4.8		5.1	
Isoleucina	8.0		8.7		9.3		7.5		8.0		8.6	
Leucina	15.3		16.5		17.7		14.2		15.3		16.4	
Lisina	14.6		15.7		16.9		13.4		14.4		15.5	
Metionina	4.1		4.4		4.7		3.8		4.1		4.4	
Metionina + cistina	8.6		9.3		9.9		8.3		8.8		9.4	
Fenilalanina	8.7		9.4		10.1		8.0		8.6		9.3	
Fenilalanina + tirosina	13.9		15.0		16.1		12.9		13.9		14.9	

Treonina	8.9	9.6	10.3	8.5	9.1	9.7
Triptófano	2.5	2.7	2.9	2.3	2.5	2.6
Valina	9.8	10.6	11.4	9.1	9.8	10.5
Base total (g/día) <sup>c</sup>						
Arginina	6.4	7.1	7.7	5.1	5.7	6.3
Histidina	5.8	6.3	6.7	5.5	5.9	6.3
Isoleucina	10.0	10.7	11.5	9.4	10.1	10.7
Leucina	16.9	18.4	19.8	15.3	16.6	17.9
Lisina	18.3	19.7	21.1	17.3	18.5	19.7
Metionina	4.8	5.1	5.5	4.4	4.4	5.1
Metionina + cistina	10.5	11.3	12.1	10.1	10.4	11.5
Fenilalanina	10.5	11.3	12.2	9.7	10.4	11.2
Fenilalanina + tirosina	16.7	18.0	19.3	15.6	16.8	18.0
Treonina	12.2	13.0	13.9	11.8	12.6	13.3
Triptófano	3.3	3.6	3.8	3.2	3.4	3.6
Valina	12.4	13.3	14.3	11.5	12.4	13.2

<sup>a</sup> Tasa media de crecimiento magro de 300 y 500 g/día de la canal libre de grasa en cerdos con tasas de crecimiento medio, medio-elevado y elevado de 20 a 120 kg de peso corporal.

<sup>b</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED.

<sup>c</sup> Los requerimientos de proteína cruda y aminoácidos están basados en una dieta base de maíz-pasta de soya.

<sup>d</sup> Estimado del modelo de crecimiento.

**Cuadro 50**  
**Requerimientos de minerales, vitaminas y ácidos grasos para la dieta de cerdos en crecimiento alimentados *ad libitum* (90% MS)<sup>a</sup>**

	Peso vivo (kg)					
	3-5	5-10	10-20	20-50	50-80	80-120
Peso promedio (kg)	4	7.5	15	35	65	100
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>b</sup>	3,265	3,265	3,265	3,265	3,265	3,265
Consumo estimado de ED (Kcal/día)	855	1,690	3,400	6,305	8,760	10,450
Consumo estimado de EM (g/día) <sup>b</sup>	820	1,620	3,265	6,050	8,410	10,030
Consumo estimado de alimento (g/día)	250	500	1000	1,855	2,575	3,075
Mineral	Requerimientos (% o cantidad/kg en la dieta)					
Calcio	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.45
Fósforo total <sup>c</sup>	0.70	0.65	0.60	0.50	0.45	0.40
Fósforo disponible <sup>c</sup>	0.55	0.40	0.32	0.23	0.19	0.15
Sodio	0.25	0.20	0.15	0.10	0.10	0.10
Cloro	0.25	0.20	0.15	0.08	0.08	0.08
Magnesio	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Potasio	0.30	0.28	0.26	0.23	0.19	0.17
Cobre	6.00	6.00	5.00	4.00	3.50	3.00
Iodo	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Hierro	100.00	100.00	80.00	60.00	50.00	40.00
Manganeso	4.00	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00
Selenio	0.30	0.30	0.25	0.15	0.15	0.15
Zinc	100.00	100.00	80.00	60.00	50.00	50.00
Vitaminas						
Vitamina A <sup>d</sup>	2200	2200	1750	1300	1300	1300
Vitamina D <sub>3</sub> <sup>d</sup>	220	220	200	1150	150	150
Vitamina E <sup>d</sup>	16	16	11	11	11	11
Vitamina K (menadiona)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Biotina	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Colina	0.60	0.50	0.40	0.30	0.30	0.30
Folacina	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Niacina disponible <sup>e</sup>	20.00	15.00	12.50	10.00	7.00	7.00
Ácido pantoténico	12.00	10.00	9.00	8.00	7.00	7.00
Rivoflavina	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	2.00
Tiamina	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Vitamina B <sub>6</sub>	2.00	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00
Vitamina B <sub>12</sub>	20.00	17.50	15.00	10.00	5.00	5.00
Ácido linoleico	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

<sup>a</sup> Cerdos de diferente sexo (proporción de 1:1 cerdos y cerdas). La proporción de minerales y vitaminas puede ser ligeramente superior en cerdos con tasas de crecimiento elevado (mayores a 325 g/día de tejido magro libre de grasa).

<sup>b</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED. Dietas basadas en maíz-pasta de soya. EM es 94-96% de ED, dependiendo del nivel de proteína cruda en la dieta.

<sup>c</sup> El porcentaje de calcio, fósforo y fósforo disponible puede ser incrementado en 0.05 a 0.01 unidades porcentuales para sementales y cerdas de reemplazo de 50 a 120 kg de peso vivo.

<sup>d</sup> Conversiones: 1 UI de vitamina A = 0.334µg g de acetato de retinol; 1 UI de vitamina D3 = 0.025µg de colecalfierol; 1 UI de vitamina E = 0.67 mg de D-α-tocoferol o 1 mg de DL-α-acetato de tocoferol.

<sup>e</sup> La niacina en maíz, grano de sorgo, trigo y cebada están indisponibles. Similarmente, la niacina en subproductos hechos de esos granos de cereales es pobremente disponible a menos que los subproductos hayan sido fermentados.

**Cuadro 51**  
**Requerimientos diarios de minerales, vitaminas y ácido graso para cerdos en**  
**crecimiento alimentados *ad libitum* (90% MS)<sup>a</sup>**

	Peso vivo (kg)					
	3-5	5-10	10-20	20-50	50-80	80-120
Peso promedio (kg)	4	7.5	15	35	65	100
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>b</sup>	3,265	3,265	3,265	3,265	3,265	3,265
Consumo estimado de ED (Kcal/día)	855	1,690	3,400	6,305	8,760	10,450
Consumo estimado de EM (g/día) <sup>b</sup>	820	1,620	3,265	6,050	8,410	10,030
Consumo estimado de alimento (g/día)	250	500	1000	1,855	2,575	3,075
Mineral	Requerimientos (% o cantidad/kg en la dieta )					
Calcio <sup>c</sup>	2.25	4.00	7.00	11.13	12.88	13.84
Fósforo total <sup>c</sup>	1.75	3.25	6.00	9.28	11.59	12.30
Fósforo disponible <sup>c</sup>	1.38	2.00	3.20	4.27	4.89	4.61
Sodio	0.63	1.00	1.50	1.86	2.58	3.08
Cloro	0.63	1.00	1.15	1.48	2.06	2.46
Magnesio	0.10	0.20	0.40	0.74	1.03	1.23
Potasio	0.75	1.40	2.60	4.27	4.89	5.23
Cobre	1.50	3.00	5.00	7.42	9.01	9.23
Iodo	0.04	0.07	0.14	0.26	0.36	0.43
Hierro	25.00	50.00	80.00	111.30	129.75	123.00
Manganeso	1.00	2.00	3.00	3.71	5.15	6.15
Selenio	0.08	0.15	0.25	0.28	0.39	0.46
Zinc	25.00	50.00	80.00	111.30	129.75	153.75
Vitaminas						
Vitamina A <sup>d</sup>	55	1100	1750	2412	3348	3998
Vitamina D <sub>3</sub> <sup>d</sup>	55	110	200	278	386	461
Vitamina E <sup>d</sup>	4	8	11	20	28	34
Vitamina K (menadiona)	0.13	0.25	0.50	0.93	1.29	1.54
Biotina	0.02	0.03	0.05	0.09	0.13	0.15
Colina	0.15	0.25	0.40	0.56	0.77	0.92
Folacina	0.08	0.15	0.30	0.56	0.77	0.92
Niacina disponiblee	5.00	7.50	12.50	18.55	18.03	21.53
Ácido pantoténico	3.00	5.00	9.00	14.84	18.03	21.53
Rivoflavina	1.00	1.75	3.00	4.64	5.15	6.15
Tiamina	0.38	0.50	1.00	1.86	2.58	3.08

Vitamina B <sub>6</sub>	0.50	0.75	1.50	1.86	2.58	3.08
Vitamina B <sub>12</sub>	5.00	8.75	15.00	18.55	12.88	15.38
Ácido linoleico	0.25	0.50	0.10	1.86	2.58	3.08

<sup>a</sup> Cerdos de diferente sexo (proporción de 1:1 cerdos y cerdas). La proporción de minerales y vitaminas puede ser ligeramente superior en cerdos con tasas de crecimiento elevado (mayores a 325 g/día de tejido magro libre de grasa).

<sup>b</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED. Dietas basadas en maíz-pasta de soya. EM es 94-96% de ED, dependiendo del nivel de proteína cruda en la dieta.

<sup>c</sup> El porcentaje de calcio, fósforo y fósforo disponible puede ser incrementado en 0.05 a 0.01 unidades porcentuales para sementales y cerdas de reemplazo de 50 a 120 kg de peso vivo.

<sup>d</sup> Conversiones: 1 UI de vitamina A = 0.334µg g de acetato de retinol; 1 UI de vitamina D3 = 0.025µg de colecalciferol; 1 UI de vitamina E = 0.67 mg de D-α-tocoferol o 1 mg de DL-α-acetato de tocoferol.

<sup>e</sup> La niacina en maíz, grano de sorgo, trigo y cebada están indisponibles. Similarmente, la niacina en subproductos hechos de esos granos de cereales es pobremente disponible a menos que los subproductos hayan sido fermentados.

**Cuadro 52**  
**Requerimiento de aminoácidos para dietas de cerdas gestantes (90% MS)<sup>a</sup>**

	<b>Peso corporal</b>					
	<b>125</b>	<b>150</b>	<b>175</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
	<b>Aumento de peso en la gestación (kg)<sup>b</sup></b>					
	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>35</b>
	<b>Lechones esperados en la camada</b>					
	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>c</sup>	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265
Consumo estimado de ED (Kcal/día)	6.660	6.265	6.405	6.535	6.115	6.275
Consumo estimado de EM (kcal/día) <sup>c</sup>	6.395	6.015	6.150	6.275	5.870	6.025
Consumo estimado de alimento (g/día)	1.96	1.84	1.88	1.92	1.80	1.85
Proteína cruda (%)	12.9	12.8	12.4	12.0	12.1	12.4
	<b>Requerimientos de aminoácidos</b>					
	<b>Base digestibilidad ileal verdadera (%)</b>					
Arginina	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Histidina	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.15
Isoleucina	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.27
Leucina	0.48	0.47	0.44	0.41	0.41	0.44
Lisina	0.50	0.49	0.46	0.44	0.44	0.46
Metionina	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13
Metionina + cistina	0.33	0.33	0.32	0.31	0.31	0.33
Fenilalanina	0.29	0.28	0.27	0.25	0.25	0.27
Fenilalanina + tirosina	0.48	0.48	0.46	0.44	0.44	0.46
Treonina	0.37	0.38	0.37	0.36	0.37	0.38
Triptófano	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09
Valina	0.34	0.33	0.31	0.30	0.30	0.31
	<b>Base digestibilidad ileal aparente (%)</b>					
Arginina	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Histidina	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14
Isoleucina	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.25
Leucina	0.47	0.46	0.43	0.40	0.40	0.43
Lisina	0.45	0.45	0.42	0.40	0.40	0.42
Metionina	0.13	0.13	0.12	0.11	0.12	0.12
Metionina + cistina	0.30	0.31	0.30	0.29	0.30	0.31

Fenilalanina	0.27	0.26	0.24	0.23	0.23	0.24
Fenilalanina + tirosina	0.45	0.44	0.42	0.40	0.41	0.43
Treonina	0.32	0.33	0.32	0.31	0.32	0.33
Triptófano	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08
Valina	0.31	0.30	0.28	0.27	0.27	0.28
Base total (%) <sup>d</sup>						
Arginina	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Histidina	0.19	0.18	0.17	0.16	0.17	0.17
Isoleucina	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.31
Leucina	0.50	0.49	0.46	0.42	0.43	0.45
Lisina	0.58	0.57	0.54	0.52	0.52	0.54
Metionina	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14
Metionina + cistina	0.37	0.38	0.37	0.36	0.36	0.37
Fenilalanina	0.32	0.32	0.30	0.28	0.28	0.30
Fenilalanina + tirosina	0.54	0.54	0.51	0.49	0.49	0.51
Treonina	0.44	0.45	0.44	0.43	0.44	0.45
Triptófano	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11
Valina	0.39	0.38	0.36	0.34	0.34	0.36

<sup>a</sup> El consumo diario del requerimiento de ED, alimento y aminoácidos son estimados por el modelo de cerdas gestantes.

<sup>b</sup> La ganancia de peso incluye tejido de la cerda y de los productos de la concepción.

<sup>c</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED.

<sup>d</sup> Los requerimientos de la proteína cruda y aminoácidos totales están basados en una dieta maíz-pasta de soya.

**Cuadro 53**  
**Requerimientos diarios de aminoácidos para cerdas gestantes (90% MS)<sup>a</sup>**

	Peso corporal (kg)					
	125	150	175	200	200	200
	Aumento de peso en la gestación (kg) <sup>b</sup>					
	55	45	40	35	30	35
	Lechones esperados en la camada					
	11	12	12	12	12	14
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>c</sup>	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265
Consumo estimado de ED (Kcal/día)	6.660	6.265	6.405	6.535	6.115	6.275
Consumo estimado de EM (kcal/día) <sup>c</sup>	6.395	6.015	6.150	6.275	5.870	6.025
Consumo estimado de alimento (g/día)	1.96	1.84	1.88	1.92	1.80	1.85
Proteína cruda (%) <sup>d</sup>	12.9	12.8	12.4	12.0	12.1	12.4
	Requerimientos de aminoácidos					
	Base digestibilidad ileal verdadera (%)					
Arginina	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Histidina	3.1	2.9	2.8	2.7	2.5	2.7
Isoleucina	5.6	5.2	5.1	5.0	4.7	5.0
Leucina	9.4	8.7	8.3	7.9	7.4	8.1
Lisina	9.7	9.0	8.7	8.4	7.9	8.5
Metionina	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.3
Metionina + cistina	6.4	6.1	6.1	6.0	5.7	6.1
Fenilalanina	5.7	5.2	5.0	4.8	4.6	4.9
Fenilalanina + tirosina	9.5	8.9	8.6	8.4	7.9	8.5
Treonina	7.3	7.0	6.9	6.9	6.6	7.0
Triptófano	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.7
Valina	6.6	6.1	5.9	5.7	5.4	5.8
	Base digestibilidad ileal aparente (%)					
Arginina	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Histidina	2.9	2.7	2.6	2.5	2.4	2.6
Isoleucina	5.1	4.8	4.7	4.5	4.3	4.6
Leucina	9.2	8.4	8.1	7.7	7.3	7.9
Lisina	8.9	8.2	7.9	7.6	7.2	7.7
Metionina	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.2
Metionina + cistina	6.0	5.7	5.7	5.6	5.3	5.7

Fenilalanina	5.2	4.8	4.6	4.4	4.2	4.5
Fenilalanina + tirosina	8.8	8.2	8.0	7.7	7.3	7.9
Treonina	6.3	6.0	6.0	6.0	5.7	6.1
Triptófano	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.4
Valina	6.0	5.6	5.4	5.2	4.9	5.3
Base total (%) <sup>d</sup>						
Arginina	1.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Histidina	3.6	3.4	3.3	3.2	3.0	3.2
Isoleucina	6.4	6.0	5.9	5.7	5.4	5.8
Leucina	9.9	9.0	8.6	8.2	7.7	8.3
Lisina	11.4	10.6	10.3	9.9	9.4	10.0
Metionina	2.9	2.7	2.6	2.6	2.4	2.6
Metionina + cistina	7.3	7.0	6.9	6.8	6.5	6.9
Fenilalanina	6.3	5.8	5.6	5.4	5.0	5.4
Fenilalanina + tirosina	10.6	9.9	9.6	9.4	8.9	9.5
Treonina	8.6	8.3	8.3	8.2	7.8	8.3
Triptófano	2.2	2.0	2.0	1.9	1.8	2.0
Valina	7.6	7.0	6.8	6.6	6.2	6.7

<sup>a</sup> El consumo diario del requerimiento de ED, alimento y aminoácidos son estimados por el modelo de cerdas gestantes.

<sup>b</sup> La ganancia de peso incluye tejido de la cerda y de los productos de la concepción.

<sup>c</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED.

<sup>d</sup> Los requerimientos de la proteína cruda y aminoácidos totales están basados en una dieta maíz-pasta de soya.

**Cuadro 54**  
**Requerimientos de aminoácidos en la dieta para cerdas lactantes (90% MS)<sup>a</sup>**

	<b>Peso de la cerda después del parto (kg)</b>					
	<b>175</b>	<b>175</b>	<b>175</b>	<b>175</b>	<b>175</b>	<b>175</b>
	<b>Cambio de peso lactacional anticipado (kg)<sup>b</sup></b>					
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	<b>-10</b>	<b>-10</b>
	<b>Ganancia diaria de peso de los cerdos (g)</b>					
	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>c</sup>	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265
Consumo estimado de ED (Kcal/día)	14.645	18.205	21.765	12.120	15.680	19.240
Consumo estimado de EM (Kcal/día) <sup>c</sup>	14.060	17.475	20.895	11.635	15.055	18.470
Consumo estimado de alimento (kg/día)	4.31	5.35	6.40	3.56	4.61	5.66
Proteína cruda (%) <sup>d</sup>	16.3	17.5	18.4	17.2	18.5	19.2
	<b>Requerimientos de aminoácidos</b>					
	<b>Base digestibilidad ileal verdadera (%)</b>					
Arginina	0.36	0.44	0.49	0.35	0.44	0.50
Histidina	0.28	0.32	0.34	0.30	0.34	0.36
Isoleucina	0.40	0.44	0.47	0.44	0.48	0.50
Leucina	0.80	0.90	0.96	0.87	0.97	1.03
Lisina	0.71	0.79	0.85	0.77	0.85	0.90
Metionina	0.19	0.21	0.22	0.20	0.22	0.23
Metionina + cistina	0.35	0.39	0.41	0.39	0.42	0.43
Fenilalanina	0.39	0.43	0.46	0.42	0.46	0.49
Fenilalanina + tirosina	0.80	0.89	0.95	0.88	0.97	1.02
Treonina	0.45	0.49	0.52	0.50	0.53	0.56
Triptófano	0.13	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17
Valina	0.60	0.67	0.72	0.66	0.73	0.77
	<b>Base digestibilidad ileal aparente (%)</b>					
Arginina	0.34	0.41	0.46	0.33	0.41	0.47
Histidina	0.27	0.30	0.32	0.29	0.32	0.34
Isoleucina	0.37	0.41	0.44	0.41	0.44	0.47
Leucina	0.77	0.86	0.92	0.83	0.92	0.98
Lisina	0.66	0.73	0.79	0.72	0.79	0.84
Metionina	0.18	0.20	0.21	0.19	0.21	0.22
Metionina + cistina	0.33	0.36	0.38	0.36	0.39	0.40

Fenilalanina	0.36	0.40	0.43	0.39	0.43	0.46
Fenilalanina + tirosina	0.75	0.83	0.89	0.82	0.90	0.96
Treonina	0.40	0.43	0.46	0.44	0.47	0.49
Triptófano	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14
Valina	0.55	0.61	0.66	0.61	0.67	0.71
Base total (%) <sup>d</sup>						
Arginina	0.40	0.48	0.54	0.39	0.49	0.55
Histidina	0.32	0.36	0.38	0.34	0.38	0.40
Isoleucina	0.45	0.50	0.53	0.50	0.54	0.57
Leucina	0.86	0.97	1.05	0.95	1.05	1.12
Lisina	0.82	0.91	0.97	0.89	0.97	1.03
Metionina	0.21	0.23	0.24	0.22	0.24	0.26
Metionina + cistina	0.40	0.44	0.46	0.44	0.47	0.49
Fenilalanina	0.43	0.48	0.52	0.47	0.52	0.55
Fenilalanina + tirosina	0.90	1.00	1.07	0.98	1.08	1.14
Treonina	0.54	0.58	0.61	0.58	0.63	0.65
Triptófano	0.15	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19
Valina	0.68	0.76	0.82	0.76	0.83	0.88

<sup>a</sup> El consumo diario de ED, alimento y requerimiento de aminoácidos son estimados por el modelo de cerdas lactantes.

<sup>b</sup> 10 cerdos por jaula y un periodo de 21 días de lactación.

<sup>c</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED.

<sup>d</sup> Los requerimientos de proteína cruda y aminoácidos totales están basados en una dieta maíz-pasta de soya.

**Cuadro 55**  
**Requerimientos diarios de aminoácidos para cerdas lactantes (90% MS)<sup>a</sup>**

	<b>Peso de la cerda después del parto (kg)</b>					
	<b>175</b>	<b>175</b>	<b>175</b>	<b>175</b>	<b>175</b>	<b>175</b>
	<b>Cambio de peso anticipado lactacional (kg)<sup>b</sup></b>					
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	<b>-10</b>	<b>-10</b>
	<b>Ganancia diaria de peso de los cerdos (g)<sup>b</sup></b>					
	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>
Contenido de ED en la dieta (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Contenido de EM en la dieta (kcal/kg) <sup>c</sup>	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265	3.265
Consumo estimado de ED (kcal/día)	14.645	18.205	21.765	12.120	15.680	19.240
Consumo estimado de EM(kcal/día) <sup>c</sup>	14.060	17.475	20.895	11.635	15.055	18.470
Consumo estimado de alimento (kg/día)	4.31	5.35	6.40	3.56	4.61	5.66
Proteína cruda (%) <sup>d</sup>	16.3	17.5	18.4	17.2	18.5	19.2
	<b>Requerimientos de aminoácidos</b>					
	<b>Base digestibilidad ileal verdadera (g/día)</b>					
Arginina	15.6	23.4	31.1	12.5	20.3	28.0
Histidina	12.2	17.0	21.7	10.9	15.6	20.3
Isoleucina	17.2	23.6	30.1	15.6	22.1	28.5
Leucina	34.4	48.0	61.5	31.0	44.5	58.1
Lisina	30.7	42.5	54.3	27.6	39.4	51.2
Metionina	8.0	11.0	14.1	7.2	10.2	13.2
Metionina + cistina	15.3	20.6	26.0	13.9	19.2	24.5
Fenilalanina	16.8	23.3	29.7	14.9	21.4	27.9
Fenilalanina + tirosina	34.6	47.9	61.1	31.4	44.6	57.8
Treonina	19.5	26.4	33.3	17.7	24.6	31.5
Triptófano	5.5	7.6	9.7	5.2	7.3	9.4
Valina	25.8	35.8	45.8	23.6	33.6	43.6
	<b>Base digestibilidad ileal aparente (g/día)</b>					
Arginina	14.6	22.0	29.3	11.7	19.1	26.4
Histidina	11.5	16.0	20.5	10.2	14.7	19.2
Isoleucina	15.9	21.9	27.9	14.5	20.5	26.5
Leucina	33.0	45.9	58.7	29.7	42.6	55.4
Lisina	28.4	39.4	50.4	25.5	36.5	47.5
Metionina	7.6	10.5	13.4	6.8	9.7	12.6
Metionina + cistina	14.2	19.2	24.1	12.9	17.8	22.8

Fenilalanina	15.5	21.6	27.6	13.8	19.9	25.9
Fenilalanina + tirosina	32.3	44.7	57.1	29.3	41.7	54.1
Treonina	17.1	23.1	29.2	15.5	21.6	27.7
Triptófano	4.7	6.6	8.4	4.5	6.3	8.1
Valina	23.6	32.8	42.0	21.6	30.8	40.0
Base total (g/día) <sup>d</sup>						
Arginina	17.4	25.8	34.3	14.0	22.4	30.8
Histidina	13.8	19.1	12.2	12.2	17.5	22.8
Isoleucina	19.5	26.8	34.1	17.7	25.0	32.3
Leucina	37.2	52.1	67.0	33.7	48.6	63.5
Lisina	35.8	48.6	61.9	31.6	44.9	58.2
Metionina	8.8	12.2	15.6	7.9	11.3	14.6
Metionina + cistina	17.3	23.4	29.4	15.7	21.7	27.8
Fenilalanina	18.7	25.9	33.2	16.6	23.9	31.1
Fenilalanina + tirosina	38.7	53.4	68.2	35.1	49.8	64.6
Treonina	23.0	31.1	39.1	20.8	28.8	36.9
Triptófano	6.3	8.6	11.0	5.9	8.2	10.6
Valina	29.5	40.9	52.3	26.9	38.4	49.8

<sup>a</sup> El consumo diario de ED, alimento y requerimiento de aminoácidos son estimados por el modelo de cerdas lactantes.

<sup>b</sup> 10 cerdos por jaula y un periodo de 21 días de lactación.

<sup>c</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED.

<sup>d</sup> Los requerimientos de proteína cruda y aminoácidos totales están basados en una dieta maíz-pasta de soya.

**Cuadro 56**  
**Requerimiento de minerales, vitaminas y ácidos grasos en dietas para cerdas gestantes y lactantes (90% MS)<sup>a</sup>**

	<b>Gestantes</b>	<b>Lactantes</b>
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3.400	3.400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg) <sup>b</sup>	3.265	3.265
Consumo de ED (Kcal/día)	6.290	17.850
Consumo de EM (Kcal/día) <sup>b</sup>	6.040	17.135
Consumo de alimento (kg/día)	1.85	5.25
<b>Minerales</b>	<b>Requerimientos (% o cantidad /kg de la dieta)</b>	
Calcio (%)	0.75	0.75
Fósforo total (%)	0.60	0.60
Fósforo disponible (%)	0.35	0.35
Sodio (%)	0.15	0.20
Cloro (%)	0.12	0.16
Magnesio (%)	0.04	0.04
Potasio (%)	0.20	0.20
Cobre (mg)	5.00	5.00
Iodo (mg)	0.14	0.14
Hierro (mg)	80	80
Manganeso (mg)	20	20
Selenio (mg)	0.15	0.15
Zinc (mg)	50	50
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A (IU) <sup>c</sup>	4.000	2.000
Vitamina D (IU) <sup>c</sup>	200	200
Vitamina E (IU) <sup>c</sup>	44	44
Vitamina K (menadiona) (mg)	0.50	0.50
Biotina (mg)	0.20	0.20
Colina (g)	1.25	1.00
Folacina (mg)	1.30	1.30
Niacina disponible (mg) <sup>d</sup>	10	10
Ácido Pantoténico (mg)	12	12
Riboflavina (mg)	3.75	3.75
Tiamina (mg)	1.00	1.00

Vitamina B6 (mg)	1.00	1.00
Vitamina B12 (µg)	15	15
Ácido linoleico (%)	0.10	0.10

---

<sup>a</sup> Los requerimientos están basados en los consumos diarios de 1.85 y 5.25 kg de alimento, respectivamente. Si la cantidad del consumo de alimento es bajo, el porcentaje de los nutrientes en la dieta puede ser incrementado.

<sup>b</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED.

<sup>c</sup> Conversiones: 1 UI de vitamina A = 0.334µg g de acetato de retinol; 1 UI de vitamina D3 = 0.025µg de colecalciferol; 1 UI de vitamina E = 0.67 mg de D-α-tocoferol o 1 mg de DL-α-acetato de tocoferol.

<sup>d</sup> La niacina en maíz, grano de sorgo, trigo y cebada está indisponible. Similarmente, la niacina en subproductos hechos de esos granos de cereales es pobremente disponible, a menos que los subproductos hayan sido fermentados.

**Cuadro 57**  
**Requerimientos diarios de minerales, vitaminas y ácidos grasos para cerdas gestantes y lactantes (90% MS)<sup>a</sup>**

	<b>Gestación</b>	<b>Lactación</b>
Contenido de ED en la dieta (kcal/kg)	3.400	3.400
Contenido de EM en la dieta (kcal/kg)	3.265	3.265
Consumo de ED (kcal/día)	6.290	17.850
Consumo de EM (kcal/día)	6.040	17.135
Consumo de alimento (kg/día)	1.85	5.25
<b>Minerales</b>	<b>Requerimientos (cantidad/día)</b>	
Calcio (%)	13.9	39.4
Fósforo total (%)	11.1	31.5
Fósforo disponible (%)	6.5	18.4
Sodio (%)	2.8	10.5
Cloro (%)	2.2	8.4
Magnesio (%)	0.7	2.1
Potasio (%)	3.7	10.5
Cobre (mg)	9.3	26.3
Iodo (mg)	0.3	0.7
Hierro (mg)	148	420
Manganeso (mg)	37	105
Selenio (mg)	0.3	0.8
Zinc (mg)	93	263
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A (IU)	7400	10500
Vitamina D (IU)	370	1050
Vitamina E (IU)	81	231
Vitamina K (menadiona) (mg)	0.9	2.6
Biotina (mg)	0.4	1.1
Colina (g)	2.3	5.3
Folacina (mg)	2.4	6.8
Niacina disponible (mg)	19	53
Ácido pantoténico (mg)	22	63
Riboflavina (mg)	6.9	19.7
Tiamina (mg)	1.9	5.3
Vitamina B6 (mg)	1.9	5.3

Vitamina B12 (µg)	28	79
Ácido linoleico (%)	1.90	5.30

<sup>a</sup> La cantidad diaria de minerales y vitaminas están basados en el consumo diario de 1.85 y 5.25 kg de alimento, respectivamente. Si el consumo de alimento es bajo, el porcentaje de nutrientes en la dieta puede ser incrementado.

<sup>b</sup> Se asume que la EM es 96% de la ED.

<sup>c</sup> Conversiones: 1 UI de vitamina A = 0.334µg g de acetato de retinol; 1 UI de vitamina D3 = 0.025µg de colecalciferol; 1 UI de vitamina E = 0.67 mg de D-α-tocoferol o 1 mg de DL-α-acetato de tocoferol.

<sup>d</sup> La niacina en maíz, grano de sorgo, trigo y cebada está indisponible. Similarmente, la niacina en subproductos hechos de esos granos de cereales es pobremente disponible a menos que los subproductos hayan sido fermentados

**Cuadro 58**  
**Requerimientos en la dieta y diarios de aminoácidos, minerales, vitaminas y ácido graso para cerdos sexualmente activos (90% MS)<sup>a</sup>**

	<b>Gestación</b>	<b>Lactación</b>
Contenido de ED en la dieta (Kcal/kg)	3400	3400
Contenido de EM en la dieta (Kcal/kg)	3265	3265
Consumo de ED (Kcal/día)	6800	6800
Consumo de EM (Kcal/día)	6530	6530
Consumo de alimento (kg/día)	2.00	2.00
Proteína cruda (%) <sup>b</sup>	13.0	13.0
Requerimientos		
Aminoácidos (Base total)	% o cantidad/kg en la dieta	Cantidad/día
Arginina	--	--
Histidina	0.19%	3.8 g
Isoleucina	0.35%	7.0 g
Leucina	0.51%	10.2 g
Lisina	0.60%	12.0 g
Metionina	0.16%	3.2 g
Metionina + cistina	0.42%	8.4 g
Fenilalanina	0.33%	6.6 g
Fenilalanina + tirosina	0.57%	11.4 g
Treonina	0.50%	10.0 g
Triptófano	0.12%	2.4 g
Valina	0.40%	8.0 g
<b>Mineral</b>		
Calcio	0.75%	15.0 g
Fósforo total	0.60%	12.0 g
Fósforo disponible	0.35%	7.0 g
Sodio	0.15%	3.0 g
Cloro	0.12%	2.4 g
Magnesio	0.04%	0.8 g
Potasio	0.20%	4.0 g
Cobre	5 mg	10 mg
Iodo	0.14 mg	0.28 mg
Hierro	80 mg	160 mg
Manganeso	20 mg	40 mg
Selenio	0.15 mg	0.3 mg

Zinc	50 mg	100 mg
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A <sup>c</sup>	4000 UI	8000 UI
Vitamina D <sub>3</sub> <sup>c</sup>	200 UI	400 UI
Vitamina E <sup>c</sup>	44 UI	88 UI
Vitamina K (menadiona)	0.50 mg	1.0 mg
Biotina	0.20 mg	0.4 mg
Colina	1.25 g	2.5 g
Folacina	1.30 mg	2.6 mg
Niacina disponible <sup>d</sup>	10 mg	20 mg
Ácido pantoténico	12 mg	24 mg
Rivoflavina	3.75 mg	7.5 mg
Tiamina	1.0 mg	2.0 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	1.0 mg	2.0 mg
Vitamina B <sub>12</sub>	15 µm	30 µm
Ácido linoleico	0.1%	2.0 g

<sup>a</sup> Los requerimientos están basados en el consumo diario de alimento de 2.0 kg. El consumo de alimento puede ser ajustado, dependiendo el peso del cerdo y de la ganancia de peso deseado.

<sup>b</sup> Asumiendo una dieta maíz-pasta de soya. Los requerimientos de lisina se estableció como 0.60% (12 g/día).

<sup>c</sup> Conversiones: 1 UI de vitamina A = 0.344 µg de acetato de retinol; 1 UI de Vitamina D<sub>3</sub> = 0.025 µg de colecalciferol; 1 UI de vitamina E = 0.67 mg de D-α-tocoferol o 1 mg de DL-α-acetato de tocoferol.

<sup>d</sup> La niacina en maíz, grano de sorgo, trigo y cebada es indisponible. Similarmente, la niacina en subproductos resultantes de esos granos de cereales es pobremente disponible a menos que el subproducto haya sido objeto de una fermentación o procesado con una molienda húmeda.



*Manual de balanceo de dietas por computadora: serie porcinos*, de Ignacio A. Domínguez Vara, José Luis Bórquez Gastélum y Juan Edrei Sánchez Torres, se terminó de imprimir en enero de 2014. La edición estuvo a cargo de la Dirección de Difusión y Promoción de la Investigación y los Estudios Avanzados, SIEA, UAEM.

Coordinación editorial: Patricia Vega Villavicencio  
Formación: Nancy Huerta Vázquez  
Corrección: Guadalupe Álvarez Martínez y Eduardo de la Garza Tapia

El tiraje consta de 300 ejemplares.

En los sistemas de producción animal, la porcicultura representa una importante actividad y oportunidad para la producción de carne de calidad para el humano; sin embargo, los altos costos de los alimentos impactan de forma directa la rentabilidad de la producción de cerdos, con alto uso de cereales y alimentos proteicos complementarios. Esto causa una competencia entre la provisión humana y animal, en consecuencia, aumenta el precio de producción y se agravan los efectos del cambio climático con más desastres naturales. Además, con el creciente uso de cereales para biocombustibles, los insumos para los cerdos se encarecieron considerablemente; en consecuencia, se requiere lograr una mayor eficiencia en la producción porcina actual. En este sentido, la elaboración de programas de alimentación mediante programación lineal puede contribuir a economizar y reducir los daños ambientales por nitrógenos, nitratos y fosfatos; las dietas equilibradas aportan sólo aquellos nutrientes requeridos según la etapa y nivel de producción de los cuadrúpedos.

*El manual de balanceo de dietas por computadora: serie porcinos* es una guía práctica para estudiantes, técnicos, académicos e investigadores que requieran balancear dietas o experimentar en nutrición de cerdos. El documento se ha estructurado también para guiar al usuario en la evaluación de costos de oportunidad de los insumos para un balanceo óptimo. Ayudará en la toma de decisiones en el momento de la compra, rechazo, uso o restricción de ingredientes.

