

Herramienta para la Formulación de Raciones para Cerdos por Mínimo Costo

Gutiérrez, R.¹; Ferrán, A.M.²; Pechin, G.H.³

¹ Estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria. ² Cátedra de Economía Agraria.

³ Cátedra de Producción Porcina, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam, calle 5 y 116, (6360) General Pico, La Pampa.

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen las principales características de la herramienta para formulación de raciones por mínimo costo para cerdos, denominada RAC-1. Esta herramienta fue desarrollada con la planilla de cálculos Microsoft Excel, que resuelve problemas de programación lineal con el subprograma Solver.

Palabras clave: raciones, cerdos, programación lineal, Excel, Solver.

SUMMARY

This article presents the main features of RAC-1, a tool to formulate of least-cost rations for pigs. The tool was developed with Microsoft Excel, Solver subprogram, wich utilizes linear programming.

Key words: diets, pigs, linear programming, Excel, Solver.

INTRODUCCIÓN

Una de las funciones del profesional que trabaja en producción porcina es diseñar raciones que cubran los requerimientos nutricionales de cada una de las distintas etapas productivas. La formulación de dichas raciones puede realizarse manualmente o con el auxilio de una calculadora, mediante técnicas como la de aproximaciones sucesivas (Basso y Vieites, 1997) o la del cuadrado de Pearson (Bello Fialho et al, 1988). Sin embargo, cuando existe un número importante de ingredientes disponibles y la situación de precios relativos de los insumos es cambiante, es necesario acudir a métodos más complejos, que requieren del auxilio de una computadora personal. Es así que se ha utilizado la programación lineal para formulación de raciones por mínimos costos, mediante programas de computación (Dyer, 1991).

Dentro de cualquier proceso productivo, la programación lineal es la herramienta matemática más utilizada a la hora de sustituir insumos para obtener el máximo beneficio económico. Para que una situación determinada sea susceptible de ser analizada por programación lineal debe tener los siguientes componentes: una función objetivo, que es aquella que se pretende maximizar o minimizar; las variables, que serán los valores que se deben combinar en el punto óptimo, y por último, una serie de restricciones, que serán las condiciones que esta combinación final debe cumplir.

En este contexto, la formulación de raciones para cerdos por mínimo costo es un caso en el cual los alimentos constitutivos de la ración (variables) deben combinarse de manera tal de cumplir una serie de requisitos (restricciones), procurando, a su vez, que dicha combinación sea del menor costo posible (función objetivo). Puede alcanzarse un determinado balance de energía, proteína, aminoácidos y minerales mediante un número de diversas combinaciones de ingredientes. Solamente una determinada combinación de ingredientes permitirá alcanzar la especificación de nutrientes con el menor costo

posible. Esta formulación de mínimo costo cambiará con la misma frecuencia con que cambien los precios relativos de los alimentos (Whittemore,1996).

En el mercado existen numerosos programas de formulación de raciones por mínimos costos, la mayoría extranjeros, que, en algunos casos, resultan onerosos. La herramienta que se presenta, llamada RAC-1 (raciones para cerdos) es gratuita y sólo demanda del usuario el tener instalado en su computadora el programa Microsoft Excel, versión 1997 (Microsoft Corporatio.,1997), a partir del cual deberá instalar, a su vez, el subprograma Solver. De esta manera, se pretende poner al alcance de profesionales y estudiantes una herramienta para formular raciones para cerdos de fácil manejo y que permita visualizar algunas pautas básicas a la hora de formular una ración.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Creación del modelo de simulación:

Para la creación de este modelo de simulación se utilizó una planilla de cálculos de Microsoft Excel, y, dentro de éste, un subprograma llamado Solver, que en programación lineal usa el método Simplex con variables acotadas y el método de ramificaciones y acotaciones desarrollados por Watson y Fylstra, de Frontline Systems Incorporated (Microsoft Corporation, 1994).

Para preservar la integridad de esta herramienta, sobre todo de las fórmulas incluidas en los cuadros, se configuró de manera que únicamente sea ejecutable en el modo “sólo lectura”. De esta forma, el usuario que desee guardar cambios deberá crear una copia del archivo, en el momento en el que se lo requiera.

Se programaron treinta y un insumos básicos para formular las distintas raciones. Si éstos no satisfacen al usuario, pueden agregarse hasta diez alimentos más.

Las raciones son calculadas a partir de los requerimientos en Kilocorías de Energía Digestible y en porcentajes de proteína bruta, calcio, fósforo disponible, lisina, treonina, metionina y triptófano. Las categorías y subcategorías que se incluyeron fueron tomadas de las Tablas de Requerimientos Nutricionales de los Cerdos del National Research Council (NRC, 1998). La composición nutricional de los distintos ingredientes proviene de las Tablas de Composición de Alimentos para Cerdos (Pechin, 2000).

Las proporciones de núcleo mineral-vitamínico y cloruro de sodio se configuraron de tal forma que deben ser asignadas por el usuario, de acuerdo a las especificaciones para cada categoría.

El problema de programación lineal se planteó de la siguiente manera:

- La función objetivo a minimizar está representada por una casilla que indica la sumatoria del valor monetario de cada una de las cantidades de insumos asignadas.
- Las variables de decisión son celdas cambiantes que representan la cantidad, en porcentaje, de cada uno de los componentes de la ración.
- Las restricciones son, como se señalara, las condiciones que la formulación debe cumplir: por un lado, que los aportes nutricionales de la dieta sean mayores o iguales que los requeridos por la categoría seleccionada, y por otro, que se adopte un modelo lineal, que no se usen valores negativos y que la sumatoria de los valores variables sea igual a uno, para poder representarlos como porcentaje de la ración. Existe, además, una opción para que el usuario fije los valores de inclusión, máximos o mínimos, para cada ingrediente, si lo deseara.

2. Utilización de la herramienta RAC-1

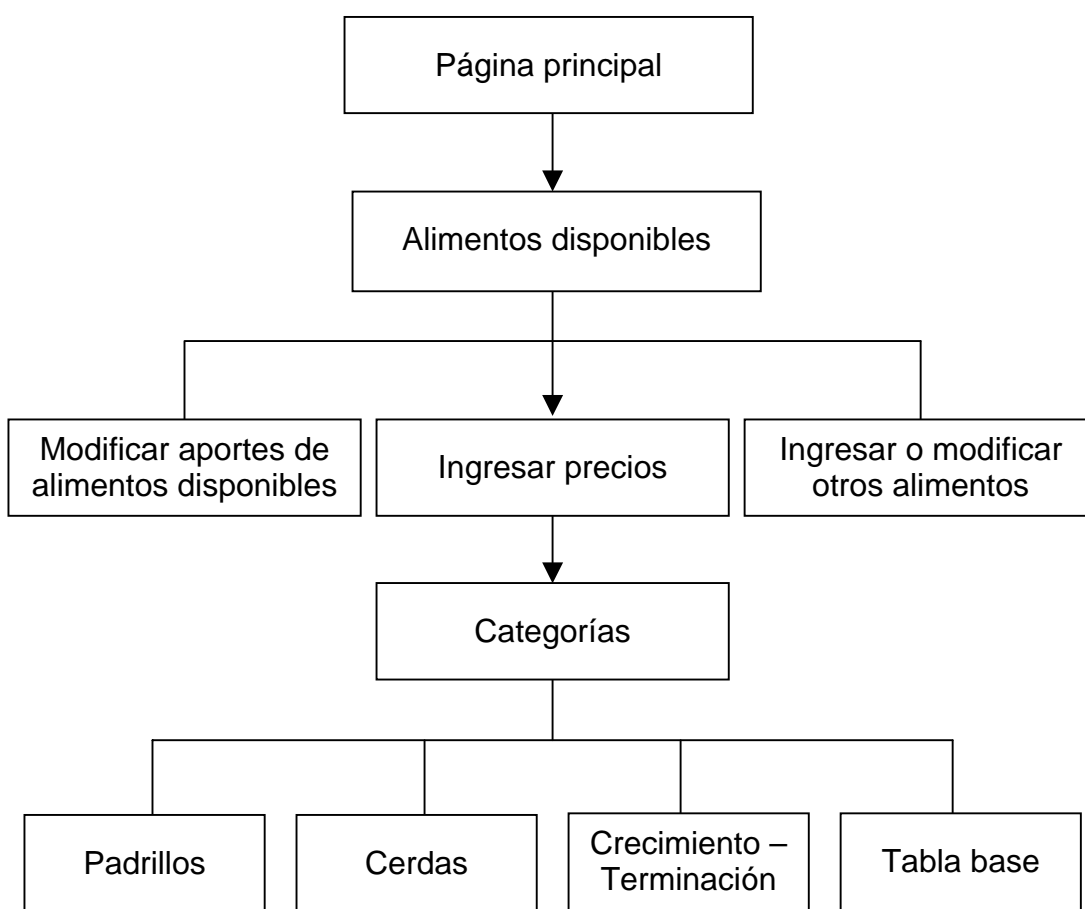
Para ejecutarla se debe abrir el programa Microsoft Excel y buscar el archivo RAC-1 en la unidad en la cual esté disponible: C, D o A. En el caso de tratarse de esta última, se aconseja copiarlo en el disco rígido, para prevenir eventuales deterioros del diskette.

Cuando el programa lo requiera, se debe elegir la opción "Habilitar macros".

RAC-1 se debe abrir únicamente como de "sólo lectura". Si se desea, posteriormente, guardar algún cambio (por ejemplo, agregar alimentos) se debe hacer una copia y asignarle a la planilla un nuevo nombre (en el momento en que el programa lo exija).

En la Figura 1 se presenta un diagrama acerca del funcionamiento general de RAC-1.

Figura 1: Diagrama de la herramienta RAC-1.



Seguidamente se describirá linealmente un camino para manejar RAC-1, aunque existen otras posibilidades de utilizar esta herramienta.

Página principal:

Esta página presenta un botón ("Ingresar") y 4 hipervínculos:

- "Ayuda": contiene instrucciones para el manejo del programa RAC-1.
- "Para utilizar por primera vez en esta máquina": presenta las instrucciones para activar el subprograma Solver.
- "Autores".
- "Acerca de": con algunas aclaraciones acerca del programa RAC-1.

Para comenzar con RAC-1, se debe elegir la opción "Ingresar" de la página principal.

Figura 2. Página principal de RAC-1.



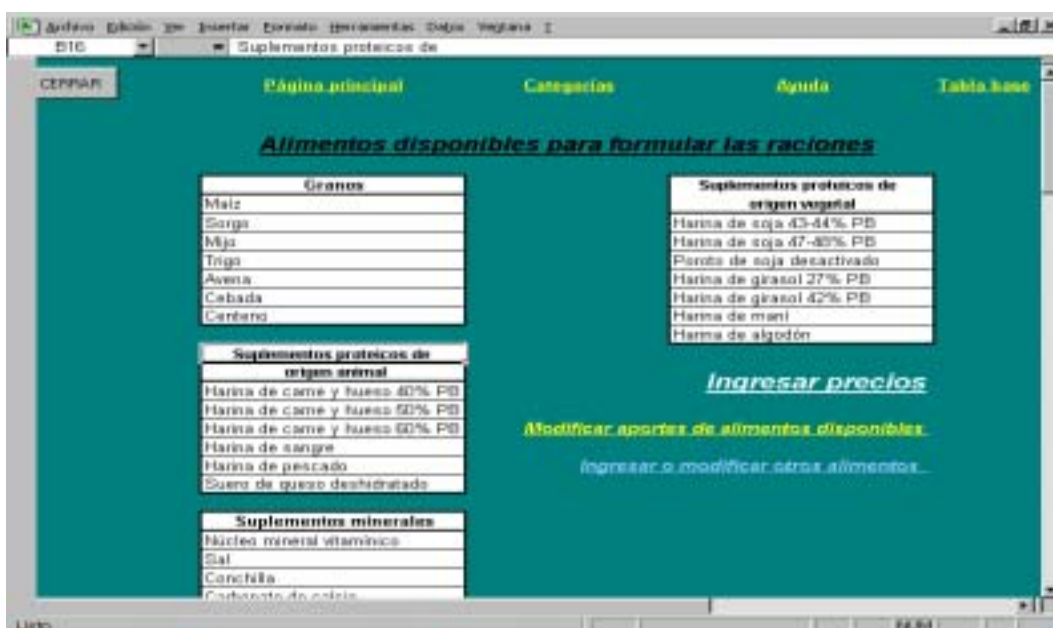
Página 2:

En la porción superior de esta página (Figura 3) se presentan un botón (Cerrar) y cuatro hipervínculos: “Página principal”, “Categorías”, “Ayuda” y “Tabla Base”. Se muestran además los alimentos de que dispone el programa para la formulación de las raciones, agrupados en seis categorías: granos, suplementos proteicos de origen vegetal, suplementos proteicos de origen animal, aminoácidos, suplementos minerales y “otros”.

En la parte inferior de la página 2 se presentan 3 hipervínculos más: “Ingresar precios”, “Modificar aportes de alimentos disponibles” e “Ingresar o modificar otros alimentos”.

Si los alimentos que aparecen en la lista son los que se requieren, puede activarse “Ingresar precios” y aparecerá en pantalla la página 3 de esta descripción.

Figura 3. Página 2 de la secuencia.



Página 3:

En esta página (Figura 4) el usuario deben colocar los precios (en \$/kg) de los alimentos con que se cuentan, ya que RAC-1 formulará las raciones únicamente con aquellos alimentos a los cuales se les haya asignado un valor.

Además del botón “Cerrar” y los cuatro hipervínculos mencionados para la anterior, esta página presenta un ítem, llamado “Categorías”, que, una vez activado, permite acceder a la página siguiente.

Página 4:

Las categorías y sub-categorías aquí presentadas (Figura 5) son las utilizadas por el NRC en sus Tablas de Requerimientos Nutricionales de los Cerdos, (NRC,1998). En “Gestación” las subcategorías se refieren al peso corporal de la cerda, a la ganancia de peso esperada durante la preñez y al número de lechones que gesta. En “Lactancia” se considera el cambio de peso y la ganancia de peso de los lechones durante este período (que estima indirectamente los requerimientos para producción de leche). En “Crecimiento – Terminación” se incluyen 6 etapas: 3-5, 5-10, 10-20, 20-50, 50-80 y 80-120 Kg de peso. Las dos últimas etapas se dividen, a su vez, de acuerdo al sexo y mérito genético de los cerdos (medio, medio-alto y alto).

La opción “Tabla Base” permite fijar los requerimientos para cualquier categoría y mérito genético de cerdos, diferentes de los prefijados por RAC-1. Estos requerimientos.

Figura 4: Página 3 de la secuencia.

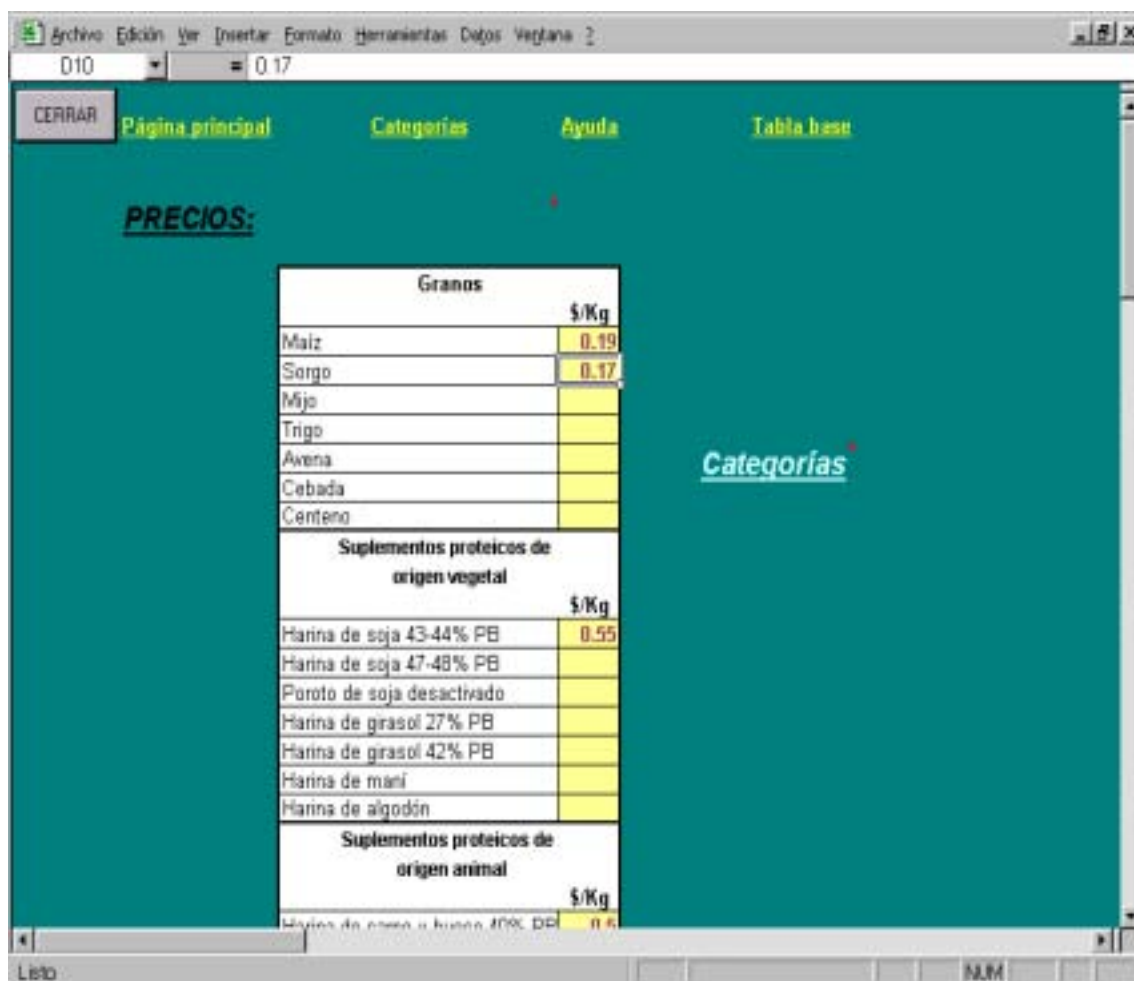
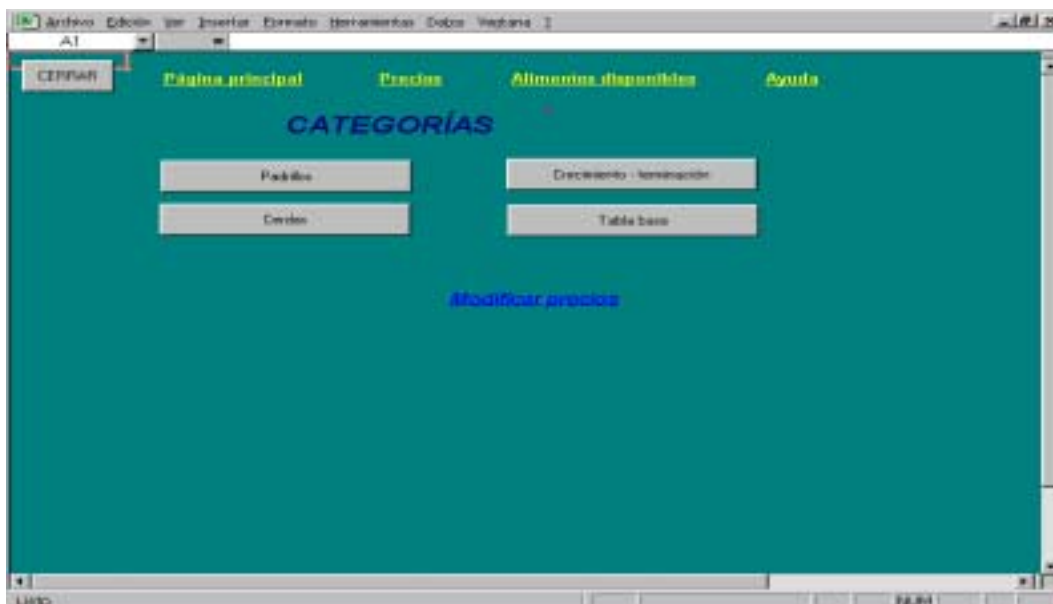


Figura 5. Página 4 de la secuencia.



Pueden calcularse con el programa que se adjunta en disco compacto con las Tablas del NRC, 1998.

Página de resultados:

Una vez que se ha elegido la opción deseada, RAC-1 se sitúa en la página de resultados (distinta para cada una de las categorías y subcategorías) donde se debe oprimir el botón “Calcular ración”. Luego, es necesario activar el botón “Aceptar” cuando aparezca el cuadro “Resultados de Solver”. A la izquierda de la pantalla aparecerá la composición porcentual de la ración y, en el cuadro de la derecha, los aportes nutricionales de la misma comparados con los requerimientos. Otra forma de hacer el cálculo es utilizando la opción ubicada en barra de Herramientas/Solver/Resolver.

Figura 6. Página de resultados.



Esta página contiene, además, dos botones no visualizados en la imagen: “Imprimir ración” y “Limitar porcentajes de cada insumo”.

RESULTADOS

Se compararon los resultados obtenidos en distintas raciones generadas por RAC-1 con los arrojados por el programa de formulación de raciones por mínimo costo de la empresa Arcil Signe y Cía. (Chile), de amplia difusión en nuestro país.

Los insumos utilizados fueron maíz y sorgo como granos de cereales; harina de soja, poroto de soja desactivado, harina de girasol y harina de carne y hueso como suplementos proteicos; conchilla como fuente de calcio; fosfato monobásico y ceniza de huesos como suplementos de calcio y fósforo; clorhidrato de lisina como aminoácido sintético y sal común y núcleo mineral vitamínico (éstos últimos fijados al 0,3% y 0,25%, respectivamente).

La comparación entre las herramientas citadas no arrojó diferencias entre los resultados. Por otra parte, RAC-1 fue probado por docentes, alumnos y profesionales de las ciencias veterinarias.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

RAC-1 es una herramienta que, además de calcular la mezcla de alimentos de mínimo costo, permite realizar análisis de sensibilidad considerando posibles variaciones en el precio de los insumos u observar el efecto sobre los precios de la inclusión de determinados niveles fijos de ciertos ingredientes.

Si bien los programas de mínimos costos son superiores a otros métodos de formulación de raciones, como se expusiera anteriormente, la formulación de este tipo de dietas debe utilizarse preferentemente como una orientación para que los expertos en nutrición elaboren la dieta apropiada. Whittemore (1996) señala que, aunque pueden aplicarse realmente las sugerencias exactas de un programa lineal, no es conveniente dejar que la computadora se imponga sobre todos los juicios humanos.

Los resultados que suministran estos programas dependen de la veracidad y exactitud de los datos referidos a los requerimientos nutricionales de los cerdos y a la composición de los distintos ingredientes utilizados. Por otro lado, es esencial el papel del nutricionista, que debe tomar decisiones relacionadas con las limitaciones para la inclusión de determinados alimentos, con respecto a su palatabilidad u otras características nutricionales, la determinación del mérito genético de los cerdos, las condiciones de ambiente climático, de salud o de manejo que puedan influir sobre sus requerimientos, la forma de suministro de las raciones y, finalmente, el impacto que puedan tener las dietas sobre distintas características productivas de los animales (ganancia de peso, conversión alimenticia, etc.).

OBSERVACIONES

La herramienta RAC-1 está a disposición de cualquier interesado en las cátedras de Producción Porcina y Economía Agraria, en el Centro de Estudiantes y en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam.

Para obtenerlo vía correo electrónico dirigirse a ricardogutierrezm@hotmail.com

BIBLIOGRAFÍA

Basso, L.R.; Vieites, C.M. 1997. Capítulo IV. Requerimientos, alimentos y raciones. En: Producción Porcina. Estrategias para una actividad sustentable. Director: C.M. Vieites. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. p. 87-207.

- Bello Fialho, F.; Salvador de Oliveira, N.C.; Lazzaretti, D.; de Lima, G.J.M.M.** 1988. Formulação e balanceamento de rações para suínos. Circular Técnica N° 10. EMBRAPA-CNPSA. Concórdia. SC. Brasil. 29 p.
- Dyer, D.P., Jr.** 1991. Chapter 37. Computer modeling for diet optimization. En: Swine Nutrition. E.R. Miller, D.E. Ullrey y A.J. Lewis, Eds. Butterworth-Heinemann. Boston. USA. p. 597-604.
- Microsoft Corporation.** 1994. Microsoft Excel, versión 5.0. Manual del usuario. 845 p.
- National Research Council.** 1998. Nutrient Requirements of Swine. Tenth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C. USA.
- Pechin, G.H.** 2000. Tablas de Composición de Alimentos para Cerdos. Apuntes de la Cátedra de Producción Porcina, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam. Mimeo.
- Whittemore, C.T.** 1996. Ciencia y práctica de la producción porcina. Editorial Acribia. Zaragoza. España.