

ALIMENTACIÓN PRÁCTICA DEL CERDO

FEEDING PRACTICES FOR PIGS

**García-Contreras AC¹, De Loera Ortega YG², Yagüe AP³, Guevara González JA⁴ y
García Artiga C.²**

¹Laboratorio de Imagenología. Lic. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Depto. Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México. ²Facultad de Veterinaria. Depto. Fisiología (Fisiología Animal) Unidad Docente de Zoología. Universidad Complutense de Madrid, España. ³SETNA Nutrición - INZO In Vivo NSA, España. ⁴Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-Universidad Nacional Autónoma de México.

Correspondencia del autor: adelfa@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

La alimentación representan alrededor del 65% de los costes de producción, por ello debe establecerse como una prioridad. No es suficiente que una dieta cumpla con las necesidades nutricionales de los cerdos, la formulación debe obedecer las normativas oficiales que rigen en cada país para el uso y fabricación de alimentos. Asimismo, el alimento debe ser fácil de conservar y suministrar, asumiendo la gran variedad de instalaciones (comederos y bebederos) utilizadas en las distintas etapas de los cerdos. Sin embargo, el objetivo fundamental de la formulación de una dieta es que contenga los nutrientes necesarios en las cantidades correctas y equilibradas, considerando la etapa fisiológica, peso, edad, sexo, potencial genético, estado de salud, época del año, objetivos productivos y de producto final, así como las limitantes legales. Una vez cumplida la formulación, el siguiente paso es asegurar que ésta sea elaborada bajo condiciones que garanticen la inocuidad, trazabilidad y bajo costo de la misma. A este desafío, se añade la necesidad de cumplir con las normativas ambientales relacionadas con la alimentación y bienestar animal.

Palabras Clave: Nutrición, Alimentación, Cerdos.

ABSTRACT

The feed represent over 65% of production costs, so should be established as a priority. It is not enough that a diet meets the nutritional needs of pigs, the ration formulation must right with official regulations governing each country for the use and manufacture of feed. Also, the feed should be easy to preserve and supplying, taking into the wide variety to installations (feeders and drinkers) used in various stages of pigs. However, the fundamental objective of the formulation of a diet is that it contains the necessary nutrients in the correct proportions and balance, considering the physiological stage, weight, age, sex, genetic potential, health status, season and production objectives with a the legal constraints. Once accomplished the formulation, the next step will be insure preparing the feed under conditions that ensure the safety, traceability and lower cost of the same. To this challenge, is adding the need to the right with environmental regulations related to feed and animal welfare.

Key Works: Nutrition, Feed, Pigs.

INTRODUCCIÓN

La alimentación de los cerdos debe estar basada en dietas que contengan niveles nutricionales adecuados a la genética, etapa fisiológico-productiva, estado sanitario de los animales y de la unidad de producción porcina, condiciones ambientales en donde estén alojados y al manejo al que estén sometidos los mismos (Fuentes *et al.*, 1989). No es suficiente que una dieta cumpla las necesidades nutricionales de los cerdos, es requisito legal y profesional conocer y aplicar en la formulación de esta, la normativa oficial de cada país o zona que rijan el uso y fabricación de alimentos para las distintas etapas de los cerdos.

Por su parte, los ingredientes utilizados para la formulación de alimentos tienen diversas características físico-químicas, toxicológicas, perfil nutritivo e interacciones nutritivas, nivel de inclusión, efectos productivos, así como costes que limitan su uso (García y De Loera 2007; García, 2010; NSNG, 2010). Por ello, es necesario utilizar dicha información para establecer un proceso de elaboración correcto. Asimismo, no se debe olvidar que el impacto ambiental es de consideración obligatoria al elegir los ingredientes para la elaboración de la dieta, valorando la biodisponibilidad y digestibilidad de los nutrientes, así como los niveles a utilizar en cada etapa de producción. Todo lo anterior con la finalidad de que la dieta favorezca el mantenimiento saludable y productivo de los cerdos, y se concluya el

ciclo de vida de forma económicamente redituable, obteniendo un producto cárnico inocuo que beneficie al consumidor proporcionándole salud y economía (VSP-DK, 2009). Por lo tanto, para iniciar un buen proceso de elaboración de alimentos se deben elegir los niveles nutricionales a utilizar en las distintas etapas productivas de los cerdos, los cuales se describen a continuación:

Requerimientos nutricionales

Debido a la evolución de las líneas genéticas porcinas, a la mejora en la calidad y oferta de nuevos ingredientes, así como a los estados sanitarios en los diversos sistemas de producción, los requerimientos nutricionales de los cerdos se han modificado. Por ello, el especialista en nutrición y alimentación porcina debe ser sensible a la utilización y combinación de la información que ofrecen organismos como el National Research Council (NRC, 1998), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, 1984), Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 2006) y el National Swine Nutrition Guide (NSNG, 2010). Estas fuentes de información cuentan con similitudes en los valores nutricionales, sin embargo, también existen variaciones que no deben ser ignoradas por el profesional que realice la formulación de las dietas.

En toda dieta debe observarse con atención a que tipo genético, edad, sexo, sistema de producción, ambiente, salud, consumo de alimento, época del año y metas de producción (ganancia de peso día⁻¹, consumo de alimento día⁻¹, conversión alimenticia, peso de la camada al nacimiento y al destete, días a mercado, grasa dorsal, desarrollo de cortes finos en la canal) va dirigida, sin olvidar que está directamente relacionada con el nivel nutritivo (requerimientos) utilizado, y la calidad los ingredientes.

Asimismo, al realizarse el balanceo de la dieta el nutriólogo considerara un margen de seguridad adicionado al nivel de nutrientes elegido, para garantizar que la dieta apoye el logro de las metas productivas planteadas previamente. Sin embargo, para no producir un efecto adverso en la salud y producción de los animales, el valor nutritivo máximo y mínimo debe ser conocido.

Por ello en el Cuadro 1, se exponen los niveles nutricionales recomendados para las diferentes etapas de producción. El valor energético requerido puede ser expresado como Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM) y Energía Neta (EN), sin embargo, es frecuente el uso de los valores de EM, aunque el INRA en 2010, recomendando que se utilice el

valor de EN para la formulación de la dieta, debido a su precisión. Sin embargo, no siempre se cuenta con estos estimadores en todos los ingredientes.

Por su parte el empleo de los coeficientes de digestibilidad ideal de proteína y aminoácidos permite atender el concepto generalizado y utilizado de “Proteína Ideal”, mejorando la eficiencia con que la proteína alimenticia es transformada en carne, disminuyendo así el desperdicio metabólico de compuestos nitrogenados para obtener una dieta que permita el crecimiento máximo en los cerdos.

Fuentes de alimentación

La alimentación representa alrededor del 65% de los costes de producción en el periodo parto-finalización, debido a ello la optimización en el uso de los recursos alimenticios se establece como una prioridad. La adecuada elección de una fuente alimenticia ayuda a controlar el coste del alimento y produce un efecto favorable en la salud y variables productivas de los cerdos.

Los ingredientes suelen variar en el contenido de nutrientes, dependiendo de la fuente (vegetal, animal o industrial), procesamiento al que son sometidos, nivel de inocuidad, etapa fisiológica y productiva en la que es utilizada, tamaño de partícula o la combinación entre ellos.

Dependiendo del contenido de nutrientes, los ingredientes pueden ser clasificados en Proteínicos, Energéticos, Fibrosos, Vitamínicos, Minerales, Aditivos y Suplementos. Los que contienen proteínas se agrupan ya sea como proteínas completas o incompletas. Las proteínas completas contienen los nueve aminoácidos esenciales y se encuentran en ingredientes de origen animal. Sin embargo, la Pasta de Soya es la única proteína vegetal considerada como proteína completa. En tanto que las proteínas incompletas carecen de uno o más de los aminoácidos esenciales y siempre están asociadas a las fuentes vegetales (Cuadro 2). Las proteínas vegetales se pueden combinar para suministrar todos los aminoácidos esenciales y formar una proteína completa.

La energía no es técnicamente un nutriente, pero es liberado por las fuentes alimenticias que contienen carbohidratos y grasas (lípidos). La principal fuente de energía alimentaria para el cerdo son los carbohidratos (es decir, almidón), que constituye a los cereales o sus productos derivados.

Las grasas o lípidos, se definen químicamente como sustancias orgánicas insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos. Los lípidos incluyen distintos compuestos que tienen en común contar con ácidos grasos en su estructura. Incluyen productos tales como triglicéridos o grasas neutras (molécula formada por tres ácidos grasos unidos mediante un enlace éster a glicerol), lípidos estructurales (lecitinas en las cuales uno de los ácidos grasos es sustituido por un grupo fosfórico), ceras (ésteres de alcoholes de cadena larga de origen vegetal), ácidos grasos libres (procedentes de los procesos de refinado de la industria de aceites comestibles y otras) y jabones cálcicos (molécula sin glicerol y con ácidos grasos saponificados por el ión calcio). Las grasas de origen animal están consideradas dentro de las grasas poliinsaturadas (origen marino), grasas insaturadas (grasa de aves), moderadamente insaturadas (manteca porcino), saturadas (sebo vacuno) y mezclas de todas las anteriores. Otro grupo es el formado por subproductos de diversas industrias cuya materia prima original es la grasa. En este grupo están las oleínas (residuos del refinado de las grasas comestibles), Lecitinas (gomas de los procesos de refinado industrial), grasas de freiduría (resultantes del reciclado de grasas comestibles), subproductos industriales y destilados procedentes de la industria del glicerol y otros (NRC, 1994; Mateos *et al*, 1995; Mateos *et al*, 1996).

Las fuentes de fibra cruda contienen celulosa, lignina y otros carbohidratos complejos que los cerdos digieren de forma limitada, sin embargo son utilizados frecuentemente en las dietas de los reproductores.

Las fuentes minerales se pueden dividir según la cantidad nutritiva necesaria en el organismo, para las funciones fisiológicas. Estas se relacionan con la cantidad que un ingrediente aporta a la dieta:

- ✓ Macrominerales. Constituidos principalmente por cloro (Cl), sodio (Na) calcio (Ca), fósforo (P), y a veces magnesio (Mg) y azufre (S). Casi todos los alimentos, con excepción de las grasas, contienen cantidades limitadas de estos minerales.
- ✓ Microminerales. Son requeridos en cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como premezcla (corrector) en la dieta.

El valor de una fuente mineral está en función de la fracción o parte del compuesto mineral que es aprovechado por el animal (biodisponibilidad). Existen marcadas diferencias en la biodisponibilidad de un mineral, dependiendo de la forma química con la cual es aportado (Ejem: Oxido, Sulfato, Carbonato, Lisinato o Metionato).

Las sustancias aditivas se incluyen directa e intencionadamente al alimento, premezclas vitamínico-minerales y al agua de bebida durante su elaboración. Los aditivos pueden tener o no valor nutritivo, pero el propósito de su uso es tecnológico (fase de elaboración, envase, transporte o almacenamiento), de salud e inocuidad, medioambiental y de bienestar animal. Con ellos se incide en características tales como: Aroma, color o sabor; estabilidad, conservación, precio y presentación. Sin olvidar su efecto en las necesidades alimenticias del cerdo y su efecto directo sobre la producción animal.

Los suplementos alimenticios, son un grupo de productos que existen en el mercado con la finalidad de incrementar el consumo voluntario total, complementarlo o reemplazar alguno. Se pueden presentar en forma farmacéutica y alimentaria.

De manera general en el Cuadro 2, se puede observar algunas fuentes alimenticias, considerando su origen y limitantes de uso.

Calidad del alimento y posibles contaminantes

Una vez cumplida la formulación de una dieta, el siguiente paso es asegurarse que ésta sea elaborada bajo condiciones que garanticen la forma física, inocuidad, y que no elimine o deteriore la calidad nutritiva de la dieta. Por ello, hay que cuidar aspectos en su elaboración tales como los que se señalan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Aspectos importantes en la elaboración de una dieta.

Característica		Consideraciones	Desventajas
Tamaño de partícula	>650 y <750 micrones	Mejora digestibilidad, reduce la excreción de nutrientes no digeridos. Mejora el mezclado	Ulceras de esófago y estómago, aumento de polvo,
Forma física	Pellet	Mejora conversión alimenticia, disminución de desperdicio, aumenta digestibilidad, control de polvo, menor segregación de ingredientes	Coste, pérdida de vitaminas, quelatación de minerales, distinto tamaño de pellet
	Harina	Económico, uso en todas las etapas, no hay riesgo de afectación por temperatura	Baja fluidez en comederos, tolvas. Mayor contaminación y pérdidas por desperdicio, segregación de ingredientes
Tiempos de mezclado	Según dieta y equipo	Homogeneidad de la dieta	Segregación de ingredientes
Almacenamiento	Sacos, Tolvas	Evita contaminación por roedores, pájaros, perros. Menor oxidación, rancidez, transporte específico	Inversión, mayor espacio, instalaciones y equipos

La contaminación de la dieta es factible que se produzca debido a la falta de cuidado en el control de calidad de los ingredientes durante su recepción, o fallos en el almacenamiento, mezclado y distribución. Se debe descartar la compra de aquellos alimentos

o ingredientes que hayan estado en contacto con elementos de otras granjas. Parte importante de la contaminación está relacionada con la presencia de insectos, roedores y animales domésticos o salvajes, los cuales se agudizan cuando el almacén y equipo es débilmente limpiado o desinfectado. La contaminación de la dieta por la presencia de hongos y mohos constituye un problema higiénico-sanitario a nivel mundial, algunos poseen la capacidad de sintetizar toxinas, las cuales son sustancias químicas, altamente peligrosas para la salud humana y animal. Un ejemplo de estas sustancias tóxicas son las micotoxinas. El impacto directo de estas sustancias afecta el desarrollo normal de los cerdos, además de incluir baja fertilidad en las hembras, prolapsos, mortalidad embrionaria, disminución del tamaño de camada, baja calidad seminal, disminución del consumo de alimento, entre otras características.

Calidad del agua y contaminantes

El agua de buena calidad tiene que estar disponible para los animales en todo momento, y debe ser analizada mínimo, dos veces al año para controlar la existencia de minerales (Cuadro 4), microorganismos perjudiciales (bacterias, virus) y otras sustancias. La presencia de estos contaminantes en las aguas utilizadas para el consumo de los cerdos, es esencial determinarlas para reducir el impacto de estos en el rendimiento de los animales. El agua debe estar libre de contaminantes y se considera que la calidad de este nutriente debe ser similar al recomendado para los humanos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Calidad del agua para consumo de cerdos.

Minerales mg L ⁻¹	Valores aceptables	Otros contaminantes	Valores aceptables
Calcio	0-1000		
Aluminio	5.0*	Total de sólidos disueltos	
Arsénico	0.5**	(TDS)	0-3000 ppm
Berilio	0.1	Nitratos	0-100 ppm
Boro	5.0	Nitritos	0-10 ppm
Cadmio	0.02	Sulfatos	0-1000 ppm
Cromo	1.0	pH	6-8
Cobalto	1.0		
Cobre	5.0	Microbiológicos	
Flúor	2.0*	Cuenta bacteriana total	
Plomo	0.1	(UFC)	0-1000 mL ⁻¹
Mercurio	0.003	Coliformes (UFC)	0-50 mL ⁻¹
Molibdeno	0.5	Escherichia coli (UFC)	0 /100 ml
Níquel	1.0	Enterococcus spp (UFC)	0 /100 ml
Selenio	0.05	Clostridium perfringens (UFC)	0 /100 ml
Uranio	0.01		
Zinc	50.0		

*Sin adición al contenido del alimento; **Valor tentativo.

Diversos factores ambientales afectan la utilización del agua disponible en una explotación, uno de ellos es la presencia de contaminantes que se vierten en los pozos (purines), pesticidas, residuos alimenticios, que pueden aumentar el crecimiento bacteriano, aunque es más común en aguas superficiales (charcas, embalses, estanques, lagos y ríos), que en suministros subterráneos pozos profundos y agua artesiana).

Cuando los valores de nitritos tienden a incrementarse, puede ser relacionado con la carga bacteriana. Asimismo, un nivel de 750 ppm de nitratos, reducen la ganancia de peso, mientras que una concentración de Total de Sólidos Disueltos (TDS) mayor a 7000 ppm pueden producir problemas de salud y 10,000 ppm le dan la condición de no apta para consumo animal. Por todo ello, una recomendación práctica es la cloración del agua, para reducir la contaminación por coliformes y alejar los desagües de los pozos, para evitar la contaminación de estos últimos. El agua que ha sido almacenada en recipientes galvanizados, puede encontrarse contaminada con Zinc a niveles tóxicos, particularmente bajo condiciones ácidas.

Formulación Básica de la dieta.

El objetivo de formular una dieta es combinar diferentes ingredientes, de manera tal que esa combinación cubra las necesidades nutricionales de los cerdos y contribuya a la rentabilidad de la empresa. Una dieta debe contener los nutrientes necesarios en las cantidades y proporciones correctas para alimentar a los cerdos adecuadamente, considerando la etapa fisiológica, peso, edad, sexo, potencial genético y estado de salud, época del año y limitantes legales. La formulación debe ser flexible para adaptarse a los precios de las materias primas y a las condiciones comerciales de la zona, manteniendo el equilibrio nutritivo y de inocuidad, atendiendo la regulación y normativas por parte de la autoridad sanitaria. Del mismo modo, en la formulación se deben considerar el tipo y estado físico de los ingredientes, la inocuidad de los mismos, cantidad de nutrientes y su biodisponibilidad.

De forma práctica los ingredientes de una dieta se pueden clasificar en:

- ❖ Macroingredientes con ingreso variable. Se incluyen como ejemplo, las fuentes energéticas a base de cereales, siendo los más utilizados el maíz, sorgo, trigo, en tanto las fuentes proteínicas y minerales incluyen a la pasta de soya, carbonato de calcio, fosfato dicálcico.
- ❖ Macroingredientes con uso limitado. Se encuentran la melaza, aceites y grasas. Estos productos suelen ser incluidos a intervalos de inclusión predeterminados, al igual que

las fuentes fibrosas como los salvados y tercerillas, y en su caso sustituto y suero de leche. El nivel fijado depende de la utilidad fisiológica y coste del ingrediente.

- ❖ **Microingredientes con valores fijos y limitados.** Incluyen las premezclas vitamínicas y minerales, sal, aminoácidos sintéticos, antioxidantes, saborizantes, y todos aquellos productos que no excedan en su conjunto un 12-20% de la dieta. Por lo tanto, estos ingredientes están limitados en su uso e inclusión en la dieta, lo que permite fijarlos desde el inicio de la formulación.

Es importante señalar que antes de iniciar la formulación de la dieta, se debe balancear la premezcla mineral y vitamínica por etapa productiva, edad y peso. En las premezclas no se incluye Cloro (Cl), Sodio (Na), Calcio (Ca), Fósforo (P) y Colina. Es recomendable que en la formulación se utilice una base de aminoácidos y no utilizar únicamente el valor de la proteína cruda. También se puede realizar la formulación con base a la digestibilidad aparente o digestibilidad ileal real de los aminoácidos como la Lisina y Metionina. Sin embargo, la Lisina es hoy día considerado como el elemento más limitante en la dieta de los cerdos y su valor es un indicador del equilibrio de la dieta.

Para la formulación se puede utilizar un mínimo de dos ingredientes (Dietas simples) o la mezcla de más de una fuente energética o proteínica (Dietas complejas). Sin embargo, existen dietas en donde es necesario incluir más de dos ingredientes, como las de

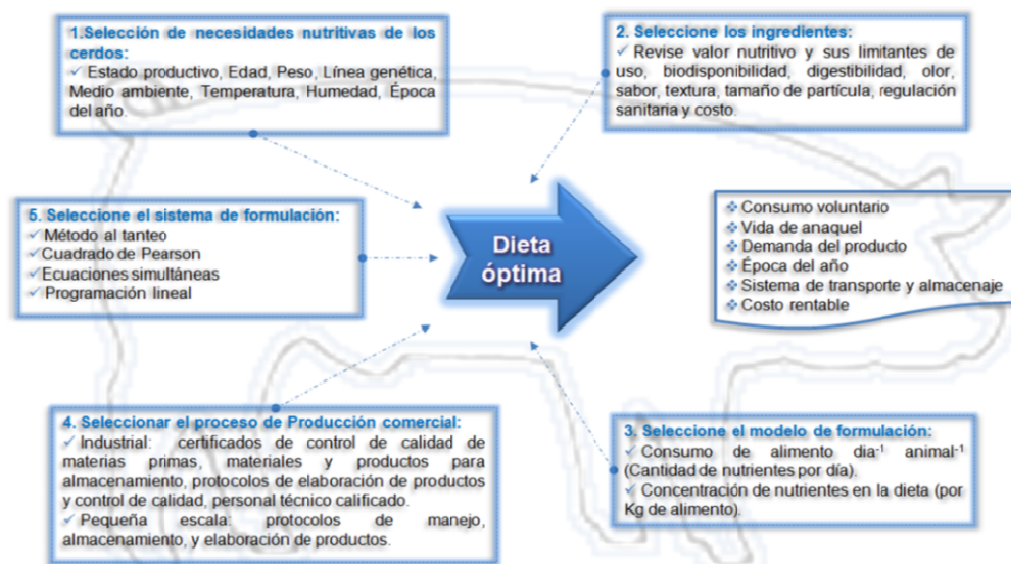


Fig. 1. Pasos para la formulación y elaboración de la dieta de cerdos.

preiniciación, destete y cerdas lactantes. En la elaboración de una dieta compleja, se debe considerar el coste y disponibilidad de los ingredientes como elementos de discriminación, ya que ellos determinaran la rentabilidad de la misma. En la Fig.1, se observan los pasos para la formulación y elaboración de la dieta.

Existen sistemas de preparación de dietas para una granja porcina, los cuales se relacionan con el tipo de producto que se desee obtener (Cuadro 5).

Existen diversos métodos para calcular la cantidad de cada ingrediente que se incluirá en la dieta, una vez que se ha decidido qué tipo de producto se desea producir. De ellos se da cuenta a continuación:

- **Método al tanteo.** Es el más simple y lento de todos. Lo que se requiere para balancear una dieta después de tener la información de los ingredientes a utilizar, así como los requerimientos de los animales a los que irá destinado, es un papel, un lápiz y conocimientos básicos de aritmética. Este método, está sujeto a la utilización de pocos ingredientes y nutrientes. Sin embargo, cuando se utilizan hojas de cálculo, este método es bastante práctico, permitiendo balancear con 10 - 15 ingredientes y ajustar a seis nutrientes.
- **Método del Cuadrado de Pearson.** Permite mezclar dos ingredientes o más que tienen concentraciones nutricionales diferentes para obtener como resultado una mezcla que tiene la concentración deseada (proteína, energía).
- **Ecuaciones simultáneas.** Este método emplea el álgebra para calcular formulas, planteándose sistemas de ecuaciones lineales representando mediante variables a los ingredientes, cuya solución matemática constituye la ración balanceada. No obstante, cuando existe un número importante de ingredientes disponibles y los precios de los insumos es cambiante, es necesario acudir a métodos más complejos, es así que se ha utilizado la programación lineal para la formulación de raciones por mínimos costes, mediante programas computacionales.
- **Programación lineal,** raciones de mínimo coste. Las dietas de mínimo coste están balanceadas con respecto a su adecuado nivel nutricional, empleando las fuentes disponibles más económicas y satisfactorias para proporcionar los diversos nutrientes críticos en las cantidades que se requieren. Es importante considerar algunos aspectos que pueden determinar la utilización de la programación lineal en la producción animal:

- ✓ Costes variables, hay que verificarlos frecuentemente.
- ✓ Las dietas son formuladas a mínimo coste, cumpliendo con los niveles nutricionales deseados. Pero solo ofrecerán margen de seguridad si se elaboran correctamente y se suministran en cantidad suficiente.
- ✓ Conocer las limitaciones biológicas en el uso de cada ingrediente es fundamental, ya que dependiendo del coste de cada ingrediente, estos pueden ser ingresados en cantidades inadecuadas.

Cuadro 5. Preparación de las dietas para cerdos

Tipo de producto	Características		Físicas	Comercialización	Uso	Comentarios
	Nutritivas	Alimenticias				
Completo	Todos los nutrientes	Todos los ingredientes	Pellet, Harina	Fábrica de Alimentos	Inmediato	Costosos
Concentrado energético	Provee energía	Granos, grasas y aceites	Harina		Agregar la fuente proteínica, mineral, vitamínica y aditivos	
Concentrado proteínico	Provee proteína	Oleaginosas, subproductos de origen animal (harina de carne, pescado, sustituto de leche, etc)	Harina		Agregar a la fuente energética y mineral, vitamínica y aditivos	Costosos
Bases o Premezclas	Provee Minerales (microminerales), Vitaminas (excepto colina), Aminoácidos (Lisina, Metionina, Treonina, Triptofano), Aditivos (saborizantes, antioxidantes, antibióticos, prebióticos)	Incluyen todos los micronutrientes, o solo uno de ellos. Elaborada por etapa fisiológica-productiva	Polvo	Laboratorios o compañías especialistas en premezclas	Agregar a la fuente energética y proteínica	Evitar premezclas compelas (todos los micronutrientes); Adaptables por su coste. Comúnmente seguras y exactas en su fórmula y preparación, control de calidad de materias primas

Almacenamiento y suministro de alimentos

Las instalaciones y equipos para el almacenamiento y suministro de alimentos deben cumplir con la normativa oficial que en cada país es vigente. Estos deben ser fáciles de limpiar, desinfectar y si es posible con una durabilidad amplia.

En las dietas para cerdos es común utilizar cereales, los cuales representan del 40 al 85% de la misma. Para conservar la calidad física y nutritiva de los cereales es recomendable una temperatura no mayor a los 12°C, no deben superar entre el 13 y 14% de humedad, ya que temperaturas mayores de 28°F, son favorables para la formación de mohos y la actividad de insectos. Las instalaciones más comunes para los cereales, suelen ser bodegas de concreto, así

como silos, una vez que los cereales son molidos se almacenan en tolvas, silos o sacos. No importando cuál de ellos se utilice, es fundamental que estos sean sellados, o cerrado de forma hermética para evitar la presencia de insectos y roedores.

Las grasas y aceites en las dietas para cerdo, son utilizados con frecuencia no sólo como una fuente de energía, también como una forma efectiva de reducir la cantidad de polvo en los alojamientos. Un adecuado almacenaje de estos ingredientes las protegerá de una rápida rancidez, agudizado este proceso cuando la temperatura ambiental supera los 20°C y no se agregan antioxidantes. Durante la elaboración de la dieta, la grasa puede ser incorporada, ya sea en forma líquida o sólida, siempre durante la última fase de mezclado, de modo que pueda incorporarse rápida y eficientemente. Una cantidad de grasa mayor al 7% en la dieta puede ser un obstáculo para que la dieta fluya con facilidad en las tolvas de almacenamiento y comederos, provocando problemas de oxidación de nutrientes.

Los cereales y sus subproductos contienen cantidades considerables de vitaminas, sin embargo, durante la molienda estas vitaminas pueden reaccionar con el oxígeno atmosférico sufriendo un proceso de auto-oxidación, acelerando la pérdida de su actividad. Por ello se utilizan premezclas de vitaminas, las cuales suponen una adecuada formulación antes de salir de la fábrica, pero eso no significa necesariamente que tendrán niveles adecuados de vitaminas para satisfacer las necesidades dietéticas de los animales por día, al momento en que estos la consumen. Algunas vitaminas son mucho menos estables que otras, por lo tanto, el cuidado de la premezcla de vitaminas es extremadamente crítico para el funcionamiento óptimo. Debido a que las vitaminas son higroscópicas (absorben humedad) es deseable utilizar sacos de plástico con una capa intermedia de papel, las cuales ayudarán a reducir los niveles de humedad, especialmente cuando el almacén es inapropiadamente húmedo (>60%), y no se cuenta con aislantes de piso. Para mantener el potencial de las vitaminas, se recomienda que se almacenen en un lugar seco, oscuro y fresco. En el caso de las vitaminas liposolubles, es necesario agregar antioxidantes, más aún cuando se utilizan en la dieta fuentes de grasas insaturadas. Si a la premezcla vitamínica se le adiciona la premezcla mineral, dicha asociación, puede limitar la vida útil de las vitaminas, y por tanto no es recomendable almacenarlas más de 60 días. Este efecto es mayor cuando la fuente mineral está basada en óxidos o carbonatos. Sin embargo, si las vitaminas y los minerales se mantienen separados, se pueden almacenar hasta seis meses. A pesar de lo anterior las vitaminas más estables pierden su actividad al menos en un 2% por mes, mientras que las menos estables de un 15 a 30% por mes.

Los microminerales son oxidantes potentes, capaces de inducir cambios perjudiciales en la dieta. La forma en la cual los metales están presentes tiene un impacto en la reactividad para producir radicales libres, en particular durante el almacenamiento prolongado a altas temperaturas, por lo que evitar el contacto con las vitaminas, grasas y humedad reduce su efecto.

Consumo de alimento por etapa.

Los cerdos en sus distintas etapas productivas consumen voluntariamente alimento fresco, con sabor y aroma agradable. Este alimento es suministrado a través de sistemas como el *ad libitum* y el restringido.

En las áreas de gestación, maternidad y sementaleras, el suministro de alimento debe ser restringido, para evitar una condición corporal inadecuada, previniendo que se presente obesidad o adelgazamiento de los animales, ya que el objetivo es mantener a los animales sanos, productivos y físicamente adecuados (Condición Corporal <CC> nivel 3). Para obtener una CC3, es necesario suministrar un alimento con niveles nutricionales acordes a la genética, clima y etapa productiva.

En cuanto al sistema utilizado en los lechones recién destetados, este se recomienda que sea restringido temporalmente durante al menos la primera semana pos-destete para evitar consumos excesivos que induzcan la aparición de diarreas. En el Cuadro 6, se observa el consumo calculado, así como recomendable por etapa productiva

Cuadro 6. Consumo de alimento en distintas etapas productivas.

Etapa productiva	Reemplazo		Servicio		Gestación			Lactación				
Sexo	♀	♂	♀	♂	1 ^{er}	2 ^{do}	3 ^{er}	♀	Lechones			
Periodo (Tiempo)*	42-90		37	Permanente	Tercio			1 ^{er}	2 ^{da}	3 ^{er}	4 ^a	
	Dias				1-38	39-76	77-114	7-28	Semana			
Peso Vivo (PV en Kg)	100-130	120-140	Según paridad	>140 <220	>180			>180	>3	>4.5	>6.5	>8.5
Cantidad de alimento Kg día ⁻¹	3-4		2-3 ^{**}	2 ^{**}	1.8-2	2-2.5	3-3.5	3 ^{***}	>1-5	>10-15	>20-60	>4-6
Etapa Productiva (Engorda)	Destete (g día ⁻¹)				Crecimiento (Kg día ⁻¹)			Desarrollo (Kg día ⁻¹)			Finalización Kg día ⁻¹	
Periodo (Tiempo)	1	2	3	4	42			42			42	
	Semana				Dias			Dias			Dias	
Peso Vivo (PV)	>8.5	>9.5		>21.3	21-50			50-75			75-185	
Cantidad de Alimento	260	350	500	700	1.5			2-3			3.5	

García et al., 2007

Almacenamiento y suministro de agua

El agua es el nutriente más importante y el más económico. Constituye alrededor del 80% del cuerpo del cerdo en el nacimiento y el 50% a mercado. Un cerdo alojado en condiciones termo-neutrales consumen entre 4.4 a 6.5 litros de agua por cada Kg de alimento seco consumido. Animales sometidos a estrés por calor aumentan entre un 15 a 75% el consumo de agua. Durante la lactancia, este consumo se incrementa de 9 a 11 L de agua por cada 2.5 Kg de alimento. Visto de otra manera los cerdos en sus distintos estados fisiológicos requiere cantidades suficientes de este nutriente, como se observa en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Estimación del consume de agua por estado fisiológico

Estado Fisiológico	Consumo de agua (día animal ⁻¹) Litros
Cerda lactante y su camada	30.4
Lechones lactando	3.8
Cerdos en crecimiento	11.4
Cerdos en finalización	15.2
Cerdas gestantes	22.8
Verraco	30.4

Asimismo, las cantidades de agua que necesitan los cerdos pueden variar según:

- ❖ Relación edad y peso.
- ❖ Condiciones climáticas: temperatura ambiente y humedad relativa. El consumo de agua aumenta con la temperatura.
- ❖ Fase del ciclo productivo. Aumento de necesidades de agua en los días posteriores al destete.
- ❖ Estado sanitario. Ciertas patologías pueden reducir hasta 30% el consumo de agua, y otras aumentarlo (diarreas de lechones jóvenes).
- ❖ Composición de la dieta. Dietas con altos niveles en sodio y proteína aumentan el consumo de agua.
- ❖ Presentación de la dieta: harina, granulado o en líquido.
- ❖ Calidad del agua de bebida tanto físico química como microbiológica
- ❖ Temperatura del agua de bebida.

Para que el agua llegue en cantidad suficiente a los animales, la tasa de flujo debe ser de 1.12 L min⁻¹, y es necesario contar con instalaciones adecuadas en capacidad, durables, con facilidad de limpieza y mantenimiento, que no eliminen o acumulen elementos contaminantes.

Es frecuente observar una relación directa entre el tipo y calidad de las instalaciones de agua, el desperdicio de este líquido, acumulación de grandes cantidades de purines y la

contaminación del ambiente. Sumado a lo anterior, el agua que se utiliza en la limpieza, la cual en algunos casos suele ser excesiva, favorece el aumento de dichos purines.

Instalaciones para el suministro de alimento y agua

Alimento

Frecuentemente los programas nutricionales están centrados en la formulación y en la elaboración de la dieta, sin embargo, la forma en que se proporciona el alimento (tipos de comedero) a los cerdos puede influir notablemente en mejorar la eficiencia alimenticia y en el coste de la alimentación (Goodband *et al*, 2009).

Un sistema adecuado de alimentación para cerdos implica tanto el tipo de alimentación en función de la forma física (sólida, líquida, mixta, húmeda), así como la forma o sistema de suministro (automatizada, semiautomatizada, manual) (Moreno *et al.*, 1996; DeRouchey y Richert, 2010).

La mecanización de la alimentación, ha permitido que el tiempo de suministro de alimento se reduzca, y en la mayoría de los casos la cantidad de alimento es homogénea. Sin embargo, el sistema tiene un coste mayor, debido a la instalación de tornillos sin fin, tolvas, y tubos de caída de alimento en su caso. Para la utilización de este sistema es necesario considerar la forma física del alimento. Además, depende de factores como la etapa productiva y fisiológica de los animales, tipo de suministro (restringido o *ad libitum*) (Moreno *et al.*, 1996; DeRouchey y Richert, 2010).

El sistema de suministro de alimento automatizado presenta algunas ventajas frente a los métodos de distribución manual (Moreno *et al.*, 1996):

- Reducción del tiempo de dedicación laboral a las tareas de la granja
- Disminución del estrés tanto de los animales, como de los trabajadores, al reducir el tiempo de estos en la nave.
- Reducción de fallo reproductivo en las hembras por estrés
- Mejora el control y ajuste de las raciones, beneficiando el índice de conversión
- Facilita el empleo de subproductos sustitutivos de cereales.
- Menor incidencia de lesiones físicas en los trabajadores.

Sin embargo, también presenta inconvenientes:

- Aumento de la inversión y coste de mantenimiento de los equipos e instalaciones

- Previsión de cortes de flujo, mediante sistemas de accionamiento manual.
- Problemas para adaptar los equipos (sistemas automáticos) en las construcciones existentes.
- Dificultan o imposibilita la distribución de alimento (diferente tipo) en animales de etapas distintas ubicados en la misma nave.
- Adaptación de los animales a algunos tipos de sistemas automáticos.
- Posible producción excesiva de polvo en sistemas que vierten el alimento al suelo, además de que hay menor control en el desperdicio de alimento.
- Excesiva confianza de los trabajadores en cuanto a la eficiencia del sistema, lo que induce a un bajo nivel de supervisión del estado físico de los animales debido a la cantidad de alimento suministrado

El alimento se reparte típicamente a través del conducto de alimentación en forma de tornillo sin fin (en espiral) a corrales individuales o a compartimientos de almacenamiento (DeRouchey y Richert, 2010). En cantidad y horario previamente determinado, atendiendo de forma muy puntual la capacidad que tiene el comedero.

En la alimentación mecanizada es posible utilizar diferentes tipos de alimento (Moreno *et al.*, 1996):

1. Alimentación húmeda, nacen de la necesidad de limitar el consumo de alimento sin provocar en los animales problemas de insatisfacción y agresividad (según la etapa productiva).
2. Alimento seco o sólido (dosificación en granulo, pellet, migajas).
3. Alimento mixto (húmedo/seco), el alimento se transporta en seco y la mezcla se realiza en el propio comedero o en la tolva.
4. Alimento líquido, la dieta balanceada esta disuelta en una proporción correcta con agua, suero de leche (subproductos de la industria quesera) o residuos líquidos de cervecería.

Bergston *et al.* (2008), señalan que el alimento mixto o húmedo muestra mejor ganancia diaria de peso, debido a que los animales consumen más alimento. El consumo de agua disminuye, sin embargo, no existe evidencia de procesos de deshidratación.

Asimismo, existen diferentes diseños de comederos, los más comunes son para sistemas de alimentación tradicional o alimentación seca de flujo continuo por gravedad,

comederos para alimentación combinada húmeda y seca; y comederos de tolva con medición de suministro.

Los comederos deben ofrecer el espacio suficiente para que los animales consuman con facilidad y comodidad el alimento suministrado y este no sea indisponible o desperdiciado. La mayoría de los comederos cuentan con una palanca de ajuste con la que la capacidad de flujo de alimentación en la bandeja del comedero es regulada, la cual permite el consumo *ad libitum*, sin desperdicio excesivo de alimento. (DeRouchey y Richert, 2010). Ajustar la abertura del alimentador dependiendo del tamaño de los cerdos y del tipo de dieta puede influir tanto en el consumo de alimento, como en el desperdicio del mismo (Smith *et al.*, 2004).

Los comederos para cerdos hasta 25 Kg de peso vivo, deben contar con espacios para el alimento de 17.8-20.3cm de ancho, la bandeja de alimentación de 12.7-15.24 cm de profundidad con un borde frontal de 7.62-10.1cm. Para cerdos en etapa de crecimiento y finalización, el espacio del comedero debe ser de 30.48-33.02 cm de ancho, con una profundidad de 25.4-30.48cm y un borde de 10.16-15.24 cm (cerdos hasta 120 Kg) (DeRouchey y Richert, 2010).

La función de un comedero húmedo/seco, es proporcionar en la misma bandeja tanto alimento como agua. Se caracteriza por poseer gran capacidad y profundidad para captar el alimento y el agua a la que se accede generalmente mediante un bebedero de chupón localizado en un lado o en la parte inferior de la bandeja de alimentación. La capacidad de flujo de alimento hacia la bandeja es ajustable de forma similar a la de comederos en seco (placa de ajuste), la cual se puede cambiar de posición de acuerdo al número de animales y la cantidad de alimento que se quiera suministrar (más abierta o más cerrada). De acuerdo con la literatura, una ventaja de este tipo de comederos es que se reduce el desperdicio de alimento, además de que el uso de agua (goteo excesivo, desperdicio) se reduce de un 17 a un 26%, en comparación con un comedero tradicional con bebedero de chupón adjunto. Esto reduce significativamente el volumen de estiércol acumulado en los sistemas de almacenamiento de residuos. Se reporta un mayor rendimiento en los animales, mayor ganancia de peso y consumo de alimento (DeRouchey y Richert, 2010).

Brumm *et al.*, (2000), encontraron que cerdos alimentados con un comedero de dos aberturas (húmedo/seco) crecieron más rápido, aumentaron el consumo diario en comparación con cerdos alimentados con un sistema tradicional (seco) y bebedero de

chupón. En este experimento los cerdos aumentan la ganancia diaria de peso, sin embargo la conversión alimenticia se vio afectada ($P < 0.005$). El consumo de agua se redujo en 26% en los animales con el sistema húmedo/seco. El uso de este tipo de comederos demostró una reducción de 29.3% del volumen de excretas diarias en comparación con los comederos (seco) y bebedero de chupón.

No obstante, para cerdos recién destetados este tipo de comederos se encuentra en una plataforma elevada (más altos que los animales) por lo que tienen dificultad para acceder al alimento, pueden agitar la plataforma, o caer dentro del comedero, aunado a ello animales jóvenes pueden arrastrarse o recostarse en estos comederos (ya que el diseño lo permite) y estos pueden defecar dentro o activar el bebedero haciendo que se humedezca en exceso y los animales más pequeños se pueden mojar (DeRouchey y Richert, 2010).

Por otra parte, la dieta de animales recién destetados puede contener ingredientes altamente fermentables (suero), los cuales si son expuestos por mucho tiempo en los comederos con agua y no se consumen rápidamente, puede ocurrir la fermentación de los mismos provocando cambios en la composición del alimento o la presencia de micotoxinas.

Los diseños de comederos se están adaptando a las necesidades de los animales de destete y engorda (alturas de plataforma ajustables, o sistemas de agitación). Sin embargo, se genera un gasto adicional ya que en épocas de calor se requiere tener una segunda fuente de agua para satisfacer las necesidades de los animales (DeRouchey y Richert, 2010).

Los comederos con suministro de tubo utilizados para cerdos en crecimiento-finalización, son los más populares debido a que representan un coste inicial más bajo en comparación con los comederos convencionales (secos; húmedo/seco), además de que son fáciles de limpiar. Estos comederos se conectan con la línea o conducto de alimentación donde por gravedad el alimento llega al fondo del tubo de donde es depositado en una bandeja similar a la de los comederos con sistema húmedo/seco. Con este tipo de comederos se pueden alimentar tanto a lechones recién destetados como animales en etapa de engorda por la facilidad de acceder al alimento.

Sin embargo, tiene desventajas, ya que presentan poca capacidad de almacenamiento, debido a que la capacidad de retención en el tubo es solamente de 10 Kg de alimento, esta falta de capacidad de almacenaje permite el vaciado de los tubos más a menudo (antes de que el conducto se vuelva a llenar, disminuyendo el rendimiento de crecimiento, aumento en la

proporción de animales con úlceras, incremento de peleas, desencadenando periodos de estrés en los animales por falta de alimento). Por lo tanto, se requiere mayor control y vigilancia para mantener un adecuado suministro de alimento, esto en comparación con los comederos convencionales (DeRouchey y Richert, 2010). Este tipo de comederos, se han complementado con tolvas de almacenamiento para mejorar la capacidad de suministro de alimentación en los animales. Estos comederos de tubo, requiere un manejo complementario, el cual se recomienda durante las primeras 2-3 semanas después del destete para mantener el flujo adecuado de suministro de alimento debido a que las dietas para lechones son altamente higroscópicas.

Se han diseñado comederos redondos con funciones similares a las de los comederos tradicionales (secos). Este tipo de diseño puede tener múltiples funciones y variar en función de su uso, ya sea para lechones, o cerdos en corrales de finalización. Las ventajas que ofrece es que se pueden adaptar a diferentes tipos de situaciones (producción al aire libre, corrales) ya que se son fáciles de acomodar y ajustar a los espacios. Las desventajas de estos es que se requiere mayor capacidad de almacenamiento (tanque de llenado requiere estar siendo verificado constantemente), dificultando el manejo para mantener los mecanismos de suministro y ajuste adecuados. Algunos diseños pueden ser incómodos para que el animal pueda girarlos y poder obtener el alimento.

En el caso de los comederos para cerdas en jaulas es necesario un recipiente grande y profundo al que pueda acceder con facilidad y que minimice el desperdicio de alimento. No obstante, depende del productor, el tipo de comedero proporcionado a la hembra lactante, algunos recurren al uso del comedero tradicional rellenado a mano (alimento seco, alimento húmedo/seco), sistemas full-fed y más recientemente el uso de comederos con un tubo integrado. Otros sistemas permiten que la cerda active una pelota o palanca para ocasionar la caída del alimento, lo cual permite un suministro continuo de alimento (DeRouchey y Richert, 2010).

Sin embargo, hay sistemas como el full-feed, en el que los suministros de alimento se realizan varias veces al día, u otro sistema en el que el alimento cae desde la línea de suministro directamente en el comedero. Comúnmente se utilizan tolvas de almacenamiento de alimento colocadas encima del comedero de la cerda. Las ventajas de estos sistemas full-feed, cuando se utilizan correctamente es que permiten a la cerda tener acceso al alimento continuamente, lo cual favorece el consumo de la hembra durante el periodo de lactación.

Asimismo, permiten el acceso a alimento fresco en las horas en las que los empleados no están presentes. La desventaja es la disminución de la observación del comportamiento de las hembras, por lo que puede ser más difícil detectar hembras con bajo consumo de alimento por causa de enfermedades u otros síntomas. Además de que las cerdas alimentadas con el sistema full-feed, pueden activar continuamente el llenado del comedero, lo cual puede causar exceso de alimento disponible ocasionando desperdicio y la posible descomposición del mismo (DeRouchey y Richert, 2010).

Las cerdas en jaulas de gestación están alimentadas mediante tolvas o comederos de colección individual fijos que son activados una o dos veces al día. Estos comederos varían en tamaño, diseño y ajuste, pero todos suministran una cantidad de alimento regulada. Sin embargo debido a los cambios en la densidad aparente de la dieta, así como la deformación de los conductos surtidores de alimento a través del tiempo, las cantidades suministradas en cada comedero pueden no ser las correspondientes, por lo que, se hace necesario la revisión constante de estos. Algunos sistemas utilizan el suministro de alimento a mano para cada cerda, desde un carro de alimentación o en cajas de almacenamiento en el sitio de gestación.

El diseño de estos comederos puede ser elevados (directamente en el suelo), o empotrados (al mismo nivel del suelo) diseñados para su funcionamiento continuo en una hilera completa. Estos también se pueden utilizar como la fuente de suministro de agua. Existen otros sistemas más sofisticados ya que están informatizados mediante una etiqueta electrónica donde se señala la cantidad suministrada a cada cerda. Permitiendo la alimentación individual en un sistema de alojamiento en grupo, sin embargo, la desventaja es que son costosos.

El espacio designado a cada animal ha de ser suficiente, el cual le permita conseguir cierto grado de bienestar. Para ello necesita de una mínima superficie vital. La demanda de alimento y agua por parte de los animales depende del estado fisiológico, edad, peso, consumo voluntario, nivel de proteína y minerales en la dieta, la presencia de contaminantes (micotoxinas), temperatura, humedad, limpieza y concentración de gases en las naves, así como la forma y frecuencia de alimentación. Por ello, es importante establecer sistemas de suministro de alimento y agua, adecuados al tipo, localización y número de animales.

El tipo de alojamiento de los animales tendrá una notable influencia sobre su manejo y comportamiento, por lo que el diseño de las mismas estará de acuerdo con las pautas de comportamiento de la especie. El reto en el diseño de instalaciones y equipos adecuados para

la producción animal, rentabilidad y cumplimiento de las normativas ambientales, especialmente las relacionadas con la alimentación y bienestar de los animales, es grande y requiere mayor atención.

El abastecimiento de alimento y agua es fundamental, por lo que, el diseño, la puesta en práctica y manejo adecuado de estos suministradores (comederos y bebederos) no deben permitir desperdicios, evitar posibles problemas sanitarios, su durabilidad y coste, capacidad de almacenaje, flujo y el sistema de liberación del producto deben ser analizados y llevar a cabo un control de los mismos (Garces *et al.*, 1996). Ya que son factores que pueden influir directamente en la ingesta de alimento y agua (Peng *et al.*, 2007).

La funcionalidad de las instalaciones se puede considerar como la disponibilidad para obtener la máxima eficiencia tanto de mano de obra (distribución de alimentos), fácil eliminación de deyecciones, control ambiental, limpieza y aplicación de tratamientos higiénico-sanitarios.

Comederos

Existen dos tipos de comederos comúnmente utilizados en la industria porcina: los manuales (individuales y colectivos) y los automáticos.

El tipo de comederos más utilizado en las granjas son los multi-espacio, donde se puede alimentar simultáneamente a varios animales. Aunque el comportamiento alimenticio de los cerdos difiere sustancialmente entre los distintos tipos de comedero, sin embargo, investigaciones sobre el efecto del tipo de comedero en el desarrollo de los animales, no muestran diferencias significativas en la ingesta diaria de alimento y en la ganancia de peso de los cerdos (Nielsen *et al.*, 1996).

Los comederos de suministro manual normalmente son de cemento. Estos se colocan mayormente para animales en desarrollo y engorda, así como para cerdas gestantes y verracos. El tamaño del comedero depende del número de animales alojados en el corral, la profundidad y ancho dependerá del tamaño de los animales. Es importante que tanto los bordes como el piso sean redondeados que cuente con una pendiente y orificio de desagüe para facilitar su limpieza. Una recomendación importante es colocar en el comedero barras transversales a intervalos regulares para evitar que los animales pisen el alimento o se acuesten en los comederos. En cuanto a los comederos automáticos, su diseño y modelo estará adecuado al tamaño de la tolva y número de cerdos alojados por corral (4 a 6 animales).

Este tipo de comederos reduce gastos de mano de obra, disminuye y facilita el suministro y reparto, reduciendo el desperdicio, además de mantener en buen estado el alimento. La revisión sistematizada del flujo de salida del alimento es fundamental para evitar que se atasque o desperdicie. La limpieza y vaciado con una frecuencia rutinaria es importante para eliminar residuos y evitar la acumulación de alimento descompuesto.

El alimento debe resbalar libremente pero no con rapidez que favorezca el desperdicio, por lo que, deben estar provistos de un regulador que permita controlar la salida del alimento. El material debe ser resistente, durable, fácil de limpiar y que no permita la infiltración de agua.

Existen sistemas de comederos corridos (cerdos en crecimiento-cebo), que son utilizados en algunas explotaciones no tecnificadas y cuya mecanización existente (sistema semiautomático) se realiza mediante carros dosificadores, con sistemas de puntos o clavos. La mecanización de estas explotaciones implica la incorporación de tolvas colgadas individualmente, las cuales requieren una serie de tubos por donde descienda el alimento y se distribuya de forma homogénea a lo largo del comedero (longitud de 33-35 cm/animal). Este sistema se emplea cuando se requiere racionar el alimento (Moreno *et al.*, 1996).

La automatización en la fase de transición (post-destete) es similar a la empleada en cebo. Una tolva con línea general de distribución que llega hasta los comederos, los cuales pueden ser circulares con bebedero incorporado (Moreno *et al.*, 1996).

Peterson *et al.*, (2004), describen una mejora en el consumo de alimento en cerdas lactantes alimentadas mediante un sistema de comederos automáticos. Señalando que durante el verano, aumenta el consumo de alimento y el peso de las camadas de los animales sometidos a una alimentación con este tipo de sistema de suministro.

Walker (1990), señala que en animales alimentados en comederos con bebedero integrado (alimentos húmedos/secos) hay mayores tasas de consumo y crecimiento. Sin embargo, al comparar los comederos individuales con los múltiples no encontró diferencias en el rendimiento de los animales.

El tamaño de los comederos en proporción con el número de animales alojados por corral es importante, ya que un tamaño inadecuado del comedero puede ocasionar agresividad debido al mayor grado de competencia por acceder al alimento. Por ello, el uso de comederos

multi-espacio reduce la competencia y evita el desperdicio de alimento y posibles lesiones en los animales.

Debido a que los precios del alimento suben constantemente, los productores han comenzado a considerar métodos de manejo emergentes como lo es el ajuste de los alimentadores, con la finalidad de disminuir el desperdicio de alimento generado al surtir los comederos y con ello optimizar el rendimiento. Sin embargo, si el ajuste es demasiado restringido se reflejara en un rendimiento negativo del crecimiento. No obstante lo anterior, poco se sabe sobre el efecto de ajuste adecuado del alimentador para optimizar el rendimiento de los animales durante las etapas de crecimiento y finalización (Myers *et al.*, 2010a).

Las limitaciones de los diferentes sistemas vienen dadas por los mecanismos de los dosificadores y principalmente por los sistemas de cierre-apertura. Por ello, es de suma importancia disponer de un buen ajuste en el sistema de cierre-apertura, para evitar que los dosificadores queden o bien no abiertos o mal cerrados. La tendencia es instalar varillas de aluminio rígidas como sistema de accionamiento del mecanismo de cierre-apertura, para evitar dilataciones y destensados (Moreno *et al.*, 1996).

Cerdos alimentados en comederos con un tamaño de abertura en el alimentador de 1.27 cm mejoran la eficiencia alimenticia en comparación con animales suministrados con un tamaño de abertura de 1.90 o de 2.54 cm. Por lo que se sugieren que el tamaño de abertura en el alimentador para animales que acaban de ingresar en esta etapa debe de establecerse en al menos 1.90 cm (58% de cobertura del comedero con alimento), esto para maximizar la ganancia de peso y sin afectar la eficiencia alimenticia de los animales. Sin embargo, cuando los animales llegan a un peso mínimo de 68 Kg, los alimentadores deben ser ajustados con una abertura de 1.27 cm (28% de cobertura del comedero con alimento), para reducir al mínimo el desperdicio de alimento, optimizando la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso diaria (Myers *et al.*, 2010a).

Smith *et al.*, (2004), señalan que lechones destetados a los cuales se les suministraba el alimento en comederos con un tamaño de abertura de 0.92 cm a 1.18 cm ocasiona un bloqueo en el alimentador evitando la bajada de alimento. Mientras que alimentadores con una brecha mayor (1.8 cm aproximadamente) permite un suministro constante de alimento, mejorando el consumo de los animales, pero tamaños de abertura mayores no proporcionan beneficios. Lo cual contribuye a las diferencias encontradas en peso corporal.

Ajustes de brecha muy estrictos (más pequeños) disminuyen la facilidad y velocidad con la que los animales acceden al alimento, además de que es más constante el bloqueo de salida, lo cual implica la presencia del operario para ayudar a desbloquear y liberar el flujo de alimento. Mientras que tamaños mayores de abertura permiten el suministro constante del alimento (Smith *et al.*, 2004).

Un crecimiento óptimo y eficiencia alimenticia se puede observar cuando la abertura del espacio de suministro permite de 25 a 60% de flujo consistente de alimento.

Algunas investigaciones realizadas por Myers *et al.*, 2010b señalan que un tamaño mínimo de 2.54 cm en la abertura del alimentador incrementa el desperdicio de alimento y con ello la disminución de la eficiencia alimenticia, esto en comparación con un espacio de abertura de 1.27 cm (Myers *et al.*, 2010a).

Un espacio limitado de comedero o un ajuste de abertura muy angosto puede limitar el consumo de alimento y disminuir potencialmente el rendimiento de los animales. Por otro lado, un espacio de comedero grande con un ajuste de abertura muy grande puede aumentar el desperdicio de alimento y con ello disminuir la eficiencia alimenticia (Myers *et al.*, 2010b).

Los cerdos alimentados mediante un espacio de comedero de 8.90 cm, la ganancia diaria de peso es mayor, en comparación con animales alimentados en comederos con un espacio de 4.5 cm (Myers *et al.*, 2010b). Sin embargo, se requieren más investigaciones para evaluar el efecto del espacio de comedero óptimo necesario para mejorar el rendimiento de los animales en finalización.

El uso de comederos con un sistema de alimentación (húmedo/seco), se ha demostrado que aumenta el consumo de alimento y la tasa de crecimiento de cerdos en etapa de finalización. Sin embargo, algunos estudios señalan que este tipo de sistema reducen la eficiencia alimenticia, por lo que se requiere mayor investigación ya que el coste generado por alimento adicional asociado a una eficiencia pobre reduce los beneficios obtenidos de animales genéticamente seleccionados para un crecimiento más rápido. Esto ligado al tamaño de la abertura de salida de alimento, con lo que cerdos que fueron alimentados con un sistema húmedo/seco, el consumo de alimento y el crecimiento fueron más sensibles y mostraron mayores diferencias dependiendo del tamaño de abertura del alimentador mejorando con ello la respuesta con un tamaño mayor de abertura (Bergstrom *et al.*, 2010).

Medidas para ajustar el alimentador o comedero para lechones de forma adecuada

- Mantener cerrado el alimentador (comedero o dispensador) por completo, después de haber realizado la limpieza del mismo. Este manejo se recomienda antes de colocar cualquier alimento en el alimentador.
- El alimentador debe abrir lo suficientemente necesario para que permita el flujo adecuado del alimento (dependiendo número de cerdos que serán alimentados).
- Agitar o mover el alimentador para aumentar la distribución y cantidad de pellets o harina en la bandeja (que permita cubrir un tercio de la bandeja).
- Las esquinas de los alimentadores deben permanecer limpias (de preferencia todos los días), para evitar atasco del alimento o acúmulo (previniendo la rancidez del alimento y generación de moscas). Esto en lugar de aumentar el ajuste del alimentador (dispensador) para mejorar el flujo del alimento.
- Revisión periódica del equipo completo de alimentadores (tubos surtidores, tolvas, etc.) (Kansas, 2010).

Bebederos

En el caso particular del suministro de agua, es importante considerar que dependiendo del material de la tubería y la forma de colocar el bebedero, ambos pueden ser conductores de corriente eléctrica, en la mayoría de los casos no producen daño en los animales, pero reducen el consumo voluntario de este nutriente.

Los dispositivos más utilizados para el suministro de agua a los cerdos se pueden agrupar en tres categorías: bebederos de morder, bebederos de tetina, y tazones (Gil y Barber, 1990). Todos ellos, colocados a una altura conveniente según el tamaño del cerdo y la forma del bebedero, esto con la finalidad de que los animales sean capaces de acceder al punto de consumo sin generar desperdicio. Por ello, la forma más fácil es colocando dispositivos (bebederos) de altura ajustable que permitan acceder fácilmente a ellos, o colocar varios, a varias alturas y con un ángulo correcto.

En general se recomienda que los bebederos sean examinados al menos una vez por catorcena, como una práctica de detección de posibles problemas. Es importante supervisar la limpieza de los bebederos, ya que estando sucios es probable que no funcionen correctamente y el flujo de agua sea limitado, lo que produce un estancamiento del agua, y en época de calor un calentamiento del líquido, lo que inhibe el consumo. Otro aspecto es el olor y sabor del agua, siendo frecuente encontrar un color rojizo y mal sabor, debido al contenido de hierro y

sulfatos respectivamente. También es necesario que se observe a profundidad (al menos cada seis meses), la red de suministro de agua, el pozo o la cisterna para evitar acumulo de minerales, contaminación y fugas.

El manejo adecuado de alimento y agua, puede mejorar el confort y rendimiento de los animales, disminuyendo el desperdicio y acumulación de residuos, así como la disminución de purines (Peng *et al.*, 2007).

BIBLIOGRAFIA

- ARC. 1981. The Nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK.
- Brumm, M.C., J.M. Dahlquist and J.M. Heemstra. 2000. Impact of feeders and drinker devices on pig performance, water use, and manure volume. *J. Swine Health Prod.* 8(2):51. <http://www.aasp.org/shap.html>.
- Bergstrom J.R., Tokach M.D., Dritz S.S., Nelssen J.L. DeRouche J.M., Goodband R.D. 2010. Effects of feeder design and feeder adjustment on the growth performance of growing-finishing pigs. Swine Day Report of Progress 1038, Finishing Pig Nutrition. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. pp 178-189. www.ksre.ksu.edu
- Close W.H., Cole D.J.A. 2004. Nutrición de cerdas y verracos. Alltech. México. Pag. 1-341.
- DeRouche J.M., Richert B.T., 2010. Feeding systems for swine. National Swine Nutrition Guide (NSNG). Pork Center of Excellence. Iowa State University. USA.
- FEDNA, 2006. Necesidades nutricionales para ganado porcino: Normas FEDNA. Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España.
- García C.A., De Loera O. Y. 2007. Nutrição do reproductor suíno. Suínos & Cía. Revista Técnica de Suinocultura. Brasil. 22:10-20.
- García C.A.C., Guevara G.J.A., Martínez B.N.R. 2007. Técnicas para la elaboración de premezclas minerales: Cerdos. México. Pag.1-35.
- García Contreras, A.C. 2010. Efecto de la fuente de Zinc en la morfometría testicular y epididimaria, así como su relación con la producción y calidad seminal del verraco. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España. ISBN: 978-84-694-2678-4.
- Garces C., Diaz J.R., Ubiedo E., Torres A. 1996. Funcionalidad y diseño de alojamientos porcinos en sistema intensivo. Revista/Libro Porci: Alojamientos e Instalaciones. Número 36. ed. Madrid - España: Tratado De Ganado Porcino. Monografía de actualidad. Aula Veterinaria. Ediciones Luzan5 S.A. España, Pág. 25-39.
- Gill B.P., Barber J. 1990. Water delivery systems for growing pigs. *Farm Building Progress* 102:19-22.
- Goodband B., Tokach M., Dritz S., DeRouche J., Nelssen J. 2008. Feeding and Feeder Management Influences on Feed Efficiency. Kansas State University. Applied Swine Nutrition Team, presentado en la Lemman Swine Conference, St Paul Minnesota, USA. www.KSUswine.org.
- INRA, 1984. L'alimentation des animaux monogastriques: pore, lapin, volailles. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France.
- KSNG, 1997. The Kansas Swine Nutrition Guide.

- Lewis, A. J., Southern L.L. (Ed.). 2001. Swine Nutrition. 2nd Ed. CRC Press, Boca Raton.
- Mateos, G.G., Piquer, J. y M. García. 1995. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en avicultura. Memorias XIV Congreso Avicultura. Santiago de Chile. pp. 42-50.
- Mateos G.G., Rebollar P.G., Medel P. 1996. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. Memorias XII Curso de especialización FEDNA.
- Mosenthin R., Zentek J., Zebrowska T. 2006. Biology of Nutrition in Growing Animals. Biology of Growing Animals Series, 4. Elsevier Limited. All rights reserved. Amsterdam. Pág. 1-640.
- Myers A.J., Goodband R.D., Tokach M.D., Dritz S.S., Bergstrom J.R., DeRouche J.M., and Nelssen J.L. 2010a. The effects of feeder adjustment on growth performance of finishing pigs. Swine Day Report of Progress 1038, Finishing Pig Nutrition. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. pp 166-171. www.ksre.ksu.edu
- Myers A.J., Goodband R.D., Tokach M.D., Dritz S.S., Bergstrom J.R., DeRouche J.M., Nelssen J.L. 2010b. The effects of feeder space and adjustment on growth performance of finishing pigs. Swine Day Report of Progress 1038, Finishing Pig Nutrition. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. pp 172-177. www.ksre.ksu.edu
- Noblet J. 2010. Desarrollos recientes y nuevas perspectivas en la valoración de alimentos para Ganado porcino. Memorias XXVI Curso de especialización FEDNA. Avances en Nutrición Animal. Madrid. Pág. 131-148.
- NRC, 1994. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC. 1998. National Research Council. Nutrient requirements of swine. 9th Edition, Washington, DC: National Academy Press.
- NSNG. 2010. National Swine Nutrition Guide. Tables on nutrient recommendations, ingredient composition, and use rates. Pork center of excellence. Iowa State University. USA.
- Peng J.J., Somes S.A., Rozeboom D.W. 2007. Effect of system of feeding and watering on performance of lactating sows. J. Anim. Sci. 85:853-860. doi: 10.2527/jas.2006-474.
- SCA, 1987. Feeding Standards for Australian Livestock. Pigs. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, East Melbourne, Australia.
- Smith LF, Beaulieu AD, Patience JF, et al. The impact of feeder adjustment and group size-floor space allowance on the performance of nursery pigs. J Swine Health Prod. 2004;12(3):111-118
- SNGC, 1995. Swine Nutrition Guide: Prairie Swine Center Inc. Canada.
- Suttle, N.F. 2010. Mineral nutrition of livestock. 4th ed. Ed. CABI. Publishing, CAB International, Pag. 1-608.
- Swine Day Report of Progress1038. 2010. Kansas State University. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Editors: Goodband B., Tokack M., Dritz S., DeRouche J. November. www.ksre.ksu.edu.
- TBAyC 2005. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales./ Editor: Horacio Santiago Rostagno; Traducido del original en Portugués por William Vicente Narvaéz Solarte, Luis Ernesto Paéz Bernal. 2. ed.-Viçosa: UFV; 186p
- VSP-DK, 2009. Videncenter for Svineproduktion. <http://vsp.lf.dk/Viden/Foder.aspx>

ANEXO:

Cuadro 1. Necesidades nutritivas de los cerdos

Nutriente	Reproductores				
	Reemplazo		Hembra		Verraco
	Hembra	Macho	Gestante	Lactante	
	Min Max	Min Max	Min Max	Min Max	Min Max
Proteína bruta %	12.2 - 17.1	-	10 - 18	15.5 - 19.2	13 - 20
EM Kcal/Kg	3230 - 6340	-	2880	3150 - 3180	2970
Fibra Bruta%	5.6 - 10	-	5.6 - 10	4.4 - 7	6 - 9
Calcio %	0.65 - 0.81	0.68 - 0.86	0.85 - 1.10	0.85 - 1.12	0.80 - 0.95
Lisina total %	0.65 - 1.15	0.79 - 1.35	0.60	0.92 - 1.02	0.66 - 0.75
Lisina digestible %	0.56 - 1.02	0.66 - 1.20	0.33 - 0.60	0.60 - 0.87	0.55 - 0.75
Metionina %	0.17 - 0.30	0.21 - 0.35	0.21	0.28 - 0.31	0.17 - 0.23
Triptofano %	0.09 - 0.16	0.11 - 0.19	0.09 - 0.12	0.12 - 0.18	0.11 - 0.14
Treonina%	0.38 - 0.64	0.47 - 0.76	0.30 - 0.42	0.38 - 0.66	0.45 - 0.51
Fosforo Total %	0.65 - 0.81	0.68 - 0.86	0.60 - 0.73	0.60 - 0.67	0.64 - 0.75
Fosforo Disponible %	0.26 - 0.35	0.30 - 0.46	0.28 - 0.35	0.31 - 0.35	0.30 - 0.40
Mg mg/Kg	0.04	0.04	0.04	0.039 - 0.04	0.040
Cl%	0.15 - 0.25	0.15 - 0.25	0.12 - 0.16	0.16 - 0.20	0.15 - 0.30
Na%	0.15	0.15	0.12 - 0.18	0.19 - 0.21	0.16 - 0.20
K%	0.20	0.20	0.20 - 1.10	0.20 - 1.10	0.30 - 1.05
Mn	25 - 45	4 - 10	10 - 60	10 - 60	25 - 50
Cu	5 - 10	5 - 10	4 - 20	5 - 20	8 - 16
Zn ppm	75 - 100	75 - 100	50 - 120	50 - 165	50 - 165
Feppm	65 - 112	75 - 100	60 - 150	30 - 150	60 - 90
I mg/Kg	0.02 - 1.5	0.02 - 1.5	0.2 - 2.0	0.2 - 2.0	0.3 - 0.16
Se mg/Kg	0.2 - 0.3	0.25 - 0.4	0.15 - 0.4	0.15 - 0.4	0.25 - 0.4
Vit. A UI/Kg	1.2	0.6 - 1.2	0.70 - 14	-	6 - 12
Vit. D UI/Kg	0.13 - 0.2	0.8 - 0.25	750 - 1200	-	0.08 - 0.25
Vit. E UI	-	-	10.5 - 60	30 - 44	30 - 60
Vit. K mg/Kg	0.6 - 2	0.6 - 2	0.27 - 5	1 - 5	1 - 3
Ac. Fólico gramos	1	0.4 - 0.2	1 - 5	1 - 5	0.4 - 2
Niacina ppm	7 - 25	7 - 9	10 - 35	10 - 35	10 - 35
Ac. Pantotenico ppm	5 - 15	5 - 6	7 - 15	5 - 15	8 - 20
Biotina mg	0.15	-	0.1 - 0.35	0.1 - 0.3	0.1 - 0.4
Colina	200 - 400	-	150 - 200	-	250 - 450
Riboflavinamg/kg	2 - 4	2 - 3	3 - 8	3 - 8	4
Cianocobalamina ug/Kg	0.006 - 0.40	-	0.015 - 0.030	0.015 - 0.045	-
Tiamina mg/Kg	1 - 2	0.08 - 0.15	1 - 2	1 - 2	0.8 - 1.5

Continuación Cuadro 1

	Lechones				Cerdos en Desarrollo					Cerdos en Finalización		
	Preinicio		Destetados		Crecimiento		Hembras		Macho Castrado			
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Proteína bruta %	18	20	16.5	27	16.5	26	13.2	18.5	12.71	18.5	13.2	16.0
EM Kcal/Kg	2550	2700	3200	3400	2350	3300	2300	3200	3200	3230	2250	2300
Fibra Bruta%	2.5	3.5	3	5	3	5.5	3	6	3	6	3	6.5
Calcio %	0.70	0.72	0.7	0.90	0.60	0.90	0.45	0.8	0.45	0.70	0.45	0.8
Lisina total %	1.31	1.48	1.10	1.7	0.95	1.5	0.60	1.05	0.48	1.14	0.60	0.74
Lisina digestible %	1.10	1.40	0.91	1.28	0.80	1.04	0.63	0.85	-		0.52	0.71
Metionina %		3.14	0.34	0.40	0.25	0.32	0.15	0.29	0.14	0.30	0.23	
Triptofano %	0.22	0.26	0.19	0.31	0.15	0.27	0.11	0.23	0.11	0.23	0.10	0.14
Treonina%	0.66	0.85	0.65	1.11	0.45	0.98	0.38	0.68	0.41	0.68	0.34	0.47
Fosforo Total %	0.60	0.63	0.60	0.80	0.58	0.80	0.40	0.60	0.40	0.60	0.40	0.50
Fosforo Disponible %	0.35	0.42	0.31	0.60	0.24	0.55	0.19	0.40	0.19	0.40	0.15	0.22
Mg mg/Kg		0.04		0.04		0.04		0.04		0.04		0.04
Cl%	0.16	0.18	0.16	0.25	0.15	0.20	0.08	0.14	0.08		0.08	0.13
Na%	0.30	0.40	0.18	2.5	0.15	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.10	0.22
K%	0.4	1.5	0.30	1.10	0.26	1.05	0.19	1.05	0.19	0.23	0.17	1.10
Mn		4		4		3		2 - 30		2 - 30		2 - 25
Cu		6		6		4-5		3-15		3-15		3 - 12.5
Zn ppm		100		80-125		30-80		50 - 150		50 - 150		50 - 125
Fe ppm		200		100-200		70-100		50 - 150		50 - 150		50 - 125
I mg/Kg		0.14		0.14-3		0.4-0.6		0.3 - 0.27		0.14 - 0.27		0.14 - 0.27
Se mg/Kg		0.30		0.20-0.30		0.10 - 0.30		0.10 - 0.30		0.15 - 0.27		0.10 - 0.27
Vit. A MUI/Kg		10 - 15		10 - 12.5		7- 7.5		5 - 7		6 - 7		5 - 6
Vit. D MUI/Kg		1.8 - 2.1		2-2.5		1.3- 1.5		1 - 1.5		1 - 1.2		0.8 - 1.5
Vit. E UI		35 - 55		75-125		15 - 25		10 - 25		23 - 25		20 - 22
Vit. K mg/Kg		0.15 - 0.25		4-6		0.8-1.5		2.5		2.5		0.5-2
Ac. Fólico ppm		0.05 - 0.12		0.5-2.5		0.25-1.0		0.5-10		0.5-10		2-5
Niacina ppm		25 - 35		20-35		15-20		12-30		30		25
Ac. Pantotenico ppm		13 - 16		20-30		8-10		6-18		18		15
Biotina ppb		100 - 180		100-150		10-50		5-25		-		5 - 25
Colina ppm		200 - 400		100 - 200		50 - 110		40 - 100		40 - 100		20 - 200
Riboflavinamg/kg		4 - 7		4-8		0.5-4		2-5.4		2-5.4		4.5
Cianocobalamina ug/Kg		1.5 - 2.5		0.025-0.040		16-20		12-25		25		20
Tiamina mg/Kg		1.2 - 2.2		2-3		0.5-20		0.3-1.5		0.3-1.5		0.3 - 1.5

Fuentes: Agricultural Research Council: the nutrient requirements of pigs (ARC, 1981); Feeding Standards for Australian Livestock Pigs (SCA, 1987); Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, 1984); Swine Nutrition Guide: Prairie Swine Center Inc. CANADA (SNGC, 1995); The Kansas Swine Nutrition Guide (KSNG, 1997); National Research Council (NRC, 1998); Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos (TBAyC 2005); Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 2006); National Swine Nutrition Guide (NSNG, 2010).

Cuadro 2. Características limitantes para el uso de fuentes alimenticias en la producción porcina^a

Fuente Alimenticia	Tipo	Características Limitantes	Cualidades	Ingrediente
Vegetal	Proteínica ¹	Desequilibrio en aminoácidos esenciales; Contenido de fibra; Fitatos, Inhibidores proteínicos ^a ; Gossypol ^b ; Glucosinatos ^c ; Ácido Eúrico ^c	Proteína bruta >20%; Contenido de lisina ^a ; Acido Linoléico Conjugado (CLA); medio contenido de Ca y Fosforo	Pastas: Soya ^a , Girasol, Ajonjolí, Cartamo, Cacahuete; Harina de: Canola ^a , Colza ^c , Harinolina; Gluten de maíz
	Energeticas ²	Reduce la disponibilidad de lisina ^a ; micotoxinas ^b ; sabor ^c , rancidez ^c ; Alto índice hidrocópico ^d ; Mezclado ^c ; Aspectos físicos del alimento; Fibra, Taninos	Contenido de Hierro ^a , Potasio, Cobre ^a , Magnesio ^a , Contenido de Vit. Del Complejo B ^a ; Edulcorante ^a ; Aglutinante ^a .	Sorgo ^b ; Maíz ^b , Trigo, Avena, Harina de yuca; Remolacha ^d ; Aceites (palma, coco, Soya, Maíz, Girasol, Colza, Oliva, Palma, linaza) ^c ; Sacarosa; Dextrosa ^d ; Melaza ^a
	Fibrasas ³	Digestibilidad limitada, Contaminación, Biodisponibilidad	Contenido de fosforo; laxativa	Salvado de arroz; Salvado de trigo
Animal	Proteínicas	Origen y Procesamiento; Priones, Parásitos, Cuenta bacteriana (<i>Salmonella</i> , coliformes, <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Clostridios</i> ; Contaminación con urea	Equilibrio de aminoácidos, Alto valor biológico, Calcio, Hierro, Sodio, Potasio y Fosforo; Biodisponibilidad; Alta concentración vitamínicas liposolubles e hidrosolubles.	Harina de Sangre, Harina de Pescado, Harina de Carne, Sustituto de leche Caseína
	Energéticas	Contaminación, Alto contenido de Sodio y Cloro (sal); Coste ^a ; Tipo de ácido graso; Mezclado; Punto de fusión; Rancidez	Valor energético, saborizante; Aglutinante.	Lactosa ^a ; Suero deshidratado; Sebo; Manteca; Grasa de pollo; Aceite de pescado; Mezcla de grasas
Orgánica	Minerales ³	Coste	Biodisponibilidad en minerales	Harina de hueso; Quelatos; Levaduras enriquecidas
Inorgánica		Biodisponibilidad, Concentración mineral; Contaminación con Plomo; Formación de quelatos	Coste; Facilidad de mezclado	Carbonato de Ca; Fosfato dicálcico; Oxido de Zn; Sulfato de Zn; Sulfato Ferroso
Naturales o Sintéticas	Vitaminas	Oxidación, inactivación, perdida rápida de actividad 10-50%, sensibles a calor y humedad, periodos cortos de almacenamiento <6 meses.	Biodisponibilidad	Liposolubles (A,D,E,K); Acido Ascórbico; Hidrosolubles (B1, B2)
Sintéticos	Aminoácidos	Coste	Pureza, biodisponibilidad	DL-metionina, L-Lisina HCl, Metionina hidroxianáloga (MHA)
Aditivos	Tecnológicos	Coste, Normativa de cada zona o país	Mejoran las cualidades físicas, nutritivas, almacenamiento, vida en anaquel	Conservantes; Antioxidentas; Emulgentes; Estabilizantes; Espesantes; Ligantes; Antiaglomerantes; Aglutinates; Controladores de pH
	Organolépticos			Colorantes; Aromatizantes; Saborizantes; Edulcorantes
	Nutritivos			Vitaminas; Provitaminas; Oligoelementos; Aminoácidos y análogos; Enzimas
	Zootécnicos			Digestivos; Estabilizantes de flora intestinal; Secuestrantes; Antibióticos; Desparasitantes; Prebióticos; Probióticos; Levaduras