

GUÍA DE MANEJO DE LA NUTRICIÓN DE PONEDORAS COMERCIALES



FOUNDERS OF FUTURE GENERATIONS



Introducción

Muchos años de investigación genética han permitido el desarrollo de ponedoras con excelentes caracteres productivos, como viabilidad, producción y calidad del huevo.

Este elevado valor genético sólo puede manifestarse cuando se suministra a las aves un buen manejo, el cual incluye, aunque no exclusivamente, una buena calidad del pienso, un alojamiento correcto y un manejo adecuado.

El objetivo de esta guía de manejo es ayudar al productor a conseguir el mejor retorno a su inversión, lo que se logrará asegurando todas las condiciones para que las ponedoras prosperen. La información expuesta en esta publicación está basada en el análisis de una vasta investigación y de resultados de campo, conseguidos a lo largo del tiempo y con muchos años de experiencia.

Reconocemos que a lo largo del tiempo muchos productores de huevos han desarrollado su propio programa de manejo, basado en sistemas de alojamiento específicos, climas, piensos, condiciones de mercado y otros factores. Estas técnicas de manejo individuales son también el resultado de la experiencia y muchas de ellas funcionarán también para el manejo de nuestras ponedoras.

Por lo tanto no hay que dudar en utilizar la propia experiencia conjuntamente con las recomendaciones incluidas en esta guía. Y por supuesto no hay que dudar tampoco en consultar a nuestros distribuidores, los cuales estarán contentos de ayudar en cualquier forma que puedan hacerlo.

Institut de Sélection Animale B.V.
Villa 'de Körver'
Sporstraat 69
P.O. Box 114
5830 AC Boxmeer / The Netherlands
T +31 485 319111
F +31 485 319112
Info.isa@hendrix-genetics.com
www.isapoultry.com



CONTENIDO

FASE DE CRÍA

- ALIMENTACIÓN DURANTE LA FASE DE CRÍA
- ESPECIFICACIONES ALIMENTARIAS DURANTE EL PERIODO DE CRÍA

FASE DE PRODUCCIÓN

- PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN DURANTE LA FASE DE PRODUCCIÓN
- NIVEL ENERGÉTICO A LO LARGO DEL PERIODO DE PRODUCCIÓN
- REQUERIMIENTOS EN AMINOÁCIDOS PARA PONEDORAS
- RECOMENDACIONES EN AMINOÁCIDOS PARA PONEDORAS COMERCIALES
- IMPORTANCIA DE LA FORMA SOLUBLE DEL CALCIO
- RECOMENDACIONES DE MINERALES Y ACEITES

PRESENTACIÓN DEL ALIMENTO PARA PONEDORAS COMERCIALES

COMPOSICIÓN SUGERIDA DE PREMEZCLA PARA PONEDORAS COMERCIALES



Fase de cría

Alimentación durante la fase de cría

Nivel de energía

A lo largo de las primeras semanas de vida, tanto los pollos para carne como las jóvenes pollitas son incapaces de regular su consumo energético de acuerdo con la concentración energética de la dieta. Tardan varias semanas en desarrollar su tracto digestivo. Durante las primeras 8-10 semanas cualquier incremento en el nivel energético se acompaña de una mejora del crecimiento. Cuando se aporta el pienso en migajas, las pollitas jóvenes son capaces de aumentar su consumo de alimento.

La tabla siguiente muestra la influencia del nivel energético y de la presentación física del alimento sobre el peso vivo de la pollita a las 5 semanas de edad.

Presentación. Nivel energético de la dieta	Harina Peso vivo a las 5 semanas	Migajas Peso vivo a las 5 semanas
3100 kcal	375 g	412 g
2790 kcal	345 g	405 g

Newcombe (1985)

Pasadas las 10 semanas de edad las pollitas regulan correctamente su consumo de energía de acuerdo con el nivel energético de la dieta, tanto en climas cálidos como templados. Un bajo nivel de ingesta durante este periodo es a menudo consecuencia de un incorrecto tamaño de las partículas. El objetivo es desarrollar la capacidad de ingestión de la pollita, para que durante las primeras semanas de puesta, sea capaz de incrementar su consumo en aproximadamente un 40%.

A lo largo del periodo de las 10 a las 17 semanas es importante el desarrollo del sistema digestivo mediante el uso de dietas con una concentración energética igual o menor a la concentración usada para ponedoras.

Requerimientos de proteína

Los requerimientos de aminoácidos son en gran medida dependientes del índice de conversión del alimento, y por lo tanto de la edad. Este es el motivo por el cual en pollitas jóvenes, los requerimientos expresados en mg de aminoácido por g de crecimiento, son iguales que para los broilers.

La tabla siguiente muestra la influencia del contenido de aminoácidos en el peso de las pollitas a las 4 semanas:

Ración en % de las recomendaciones		100 %	90 %
Proteína (%)		20	18
Lisina digestible (%)		1,01	0,91
Metionina+Cisteína digestible (%)		0,76	0,69
Peso a las 4 semanas (g)		335	302

Bougon 1997

Cualquier retraso en el crecimiento durante estas primeras semanas se reflejará en un menor peso vivo a las 17 semanas y una disminución de la productividad futura. Es por lo tanto



extremadamente importante usar una dieta de arranque para las primeras 4-5 semanas que tenga una relación aminoácido/proteína similar a la del broiler.

Cualquier deficiencia en aminoácidos conllevará una reducción del crecimiento y del índice de conversión del alimento.

Contenido en aminoácidos de la dieta (en % de las recomendaciones)	100 %	90 %
Peso vivo a los 28 días (g)	335	302
Peso vivo a los 118 días (g)	1685	1630
Consumo de alimento (g)	6951	6904
Índice de conversión	4.12	4.24

Bougon, 1997

En climas cálidos, la concentración de aminoácidos y minerales debería ser ligeramente mayor que la usada en climas templados. Esto supone una reducción en las necesidades de mantenimiento, y por lo tanto en el índice de conversión del alimento.

Presentación del alimento

El consumo de pienso se determina en gran medida por la forma de presentación y por el nivel de desarrollo del tracto digestivo. La presentación del alimento en migajas facilita al pollo su consumo, reduce el tiempo dedicado a comer y favorece el crecimiento. El ahorro del coste energético que se dedicaría a comer supone una mejora en el índice de conversión del alimento.

Forma de presentación de la dieta	Harina	Migajas	Diferencia
Peso a los 70 días (g)	984	1016	+ 32 g
Peso a los 99 días (g)	1344	1405	+ 61 g
Peso a los 123 días (g)	1589	1664	+ 75 g

Fuente: ISA/CNEVA, 1996

Este efecto favorable del uso de las migajas sólo se obtiene cuando las aves tienen acceso a unas migajas de buena calidad en los comederos. Una deficiente calidad de las migajas puede conllevar un aumento de los finos en los comederos, y por lo tanto un efecto contrario al perseguido.

De las 0 a las 4-5 semanas recomendamos la dieta en migajas, después de la cual debería utilizarse una harina con un buen tamaño de partícula.

Sin embargo, es posible usar un alimento granulado después, cuando la molienda no permite un tamaño de partícula adecuado, o incluso migajas si es necesario. En cualquier caso recomendamos el uso de harina a partir de las 12 semanas para prevenir un bajo consumo de alimento al inicio de la madurez sexual si el cambio se realiza más tarde.

El fenómeno de que las aves encuentre el alimento más o menos apetecible depende en gran medida del tamaño de partícula. Después de 4 semanas, recomendamos los siguientes tamaños de partícula:

- Partículas de menos de 0,5 mm: 15 % máximo
- Partículas de más de 3,2 mm: 10 % máximo



Al menos entre el 75 y el 80 % de las partículas deben estar entre los 0,5 y los 3,2 mm. Si no puede conseguirse este estándar, es preferible usar una dieta en migajas de buena calidad.

Desarrollo del tracto digestivo

Conseguir un buen crecimiento y un rápido incremento en el consumo de pienso al inicio de la puesta depende de que las aves presenten un buen desarrollo digestivo, especialmente una molleja fuerte.

El uso de alimento con un buen tamaño de partícula, suministrando grit durante la cría y/o usando carbonato cálcico en partícula gruesa desde las 10 semanas de edad, contribuirá a un buen desarrollo de la molleja.

Entre las 3 y las 10 semanas recomendamos el aporte de 3 g por pollita y semana (con un tamaño de partícula de 2 a 3 mm). Después de las 10 semanas ésta puede ser incrementada hasta los 4-5 g (con tamaño de partícula de 3 a 5 mm). También es posible a partir de las 10 semanas en adelante el uso de una dieta con el 50 % de calcio suministrado en forma de carbonato grueso, con un tamaño de partícula de 2 a 4 mm.

Especificaciones alimentarias durante el periodo de cría

Estos requerimientos están basados en la "European Amino Acids Table" (WPSA, 1992) de composición de materias primas y están expresados como aminoácidos digestibles según los coeficientes de digestibilidad expresados en las "Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage" (INRA editions 2002).



Entre 18 y 24 °C	Dieta	Arranque	Crecimiento	Pollita	Pre - puesta
	Unidades	0 - 4 sem.	4 - 10 sem.	10 - 16 sem.	+ de 112 días
		1 - 28 días	28 - 70 días	70 - 112 días	2 % puesta
Energía Metabolizable	kcal/kg	2950-2975	2850-2875	2750	2750
	MJ/kg	12,3-12,4	11,9-12,0	11,5	11,5
Proteína bruta	%	20,5	19	16	16,8
Metionina	%	0,52	0,45	0,33	0,40
Metionina + Cisteína	%	0,86	0,76	0,60	0,67
Lisina	%	1,16	0,98	0,74	0,80
Treonina	%	0,78	0,66	0,50	0,56
Triptófano	%	0,217	0,194	0,168	0,181
Aminoácidos digestibles					
Metionina digestible	%	0,48	0,41	0,30	0,38
Met + Cis digestible	%	0,78	0,66	0,53	0,60
Lisina digestible	%	1,00	0,85	0,64	0,71
Treonina digestible	%	0,67	0,57	0,43	0,48
Triptófano digestible	%	0,186	0,166	0,145	0,155
Macrominerales					
Calcio	%	1,05 - 1,10	0,90 - 1,10	0,90 - 1,00 (1)	2 - 2,10 (1)
Fósforo disponible	%	0,48	0,42	0,36	0,42
Cloro mínimo	%	0,15	0,15	0,14	0,14
Sodio mínimo	%	0,16	0,16	0,15	0,15
Por encima de 24 °C	Dieta	Arranque	Crecimiento	Pollita	Pre - puesta
	Unidades	0 - 5 sem	5 - 10 sem	10 - 16 sem	+ de 112 días
		1 - 35 días	35 - 70 días	70 - 112 días	2 % puesta
Energía metabolizable	kcal/kg	2950-2975	2850-2875	2750	2750
	MJ/kg	12,3-12,4	11,9-12,0	11,5	11,5
Proteína bruta	%	20,5	20,0	16,8	17,5
Metionina	%	0,52	0,47	0,35	0,42
Metionina + Cisterna	%	0,86	0,80	0,63	0,70
Lisina	%	1,16	1,03	0,78	0,84
Treonina	%	0,78	0,69	0,53	0,59
Triptófano	%	0,217	0,207	0,175	0,190
Aminoácidos digestibles					
Metionina digestible	%	0,48	0,43	0,32	0,40
Met + Cys digestible	%	0,78	0,69	0,56	0,63
Lisina digestible	%	1,00	0,89	0,67	0,74
Treonina digestible	%	0,67	0,61	0,45	0,50
Triptófano digestible	%	0,195	0,175	0,152	0,163
Macrominerales					
Calcio	%	1,05 - 1,10	0,95 - 1,10	0,95 - 1,05 (1)	2,1 - 2,2 (1)
Fósforo disponible	%	0,48	0,44	0,38	0,44
Cloro mínimo	%	0,16	0,16	0,15	0,15
Sodio mínimo	%	0,17	0,17	0,16	0,16
(1): A fin de evitar caídas del consumo, el 50% del calcio debe ser administrado en forma de partícula gruesa (diámetro = 2 a 4 mm)					



Fase de producción

Programa de alimentación durante la fase de producción

Reglas básicas del programa alimentario

La alimentación de las aves debe ser simple a fin de reducir el riesgo de errores en los distintos niveles del proceso de fabricación y distribución. Hay también otras razones relacionadas con las aves directamente. Por ejemplo, las aves son sensibles a la presentación del alimento y a la introducción de nuevos ingredientes, por cuya razón recomendamos minimizar el número de cambios de alimento.

Los requerimientos en aminoácidos dependen de la productividad del lote y de la uniformidad de la productividad. Nuestras recomendaciones de aminoácidos están basadas en una producción media de 60 g por día. A las 50 semanas, la masa de huevo producida es de alrededor de 58 g. Muchas aves son capaces de producir más de 60 g de masa de huevo a lo largo de un periodo de 50-65 semanas. Ésta es la razón de por qué es difícil reducir los niveles de aminoácidos después de las 50 semanas sin afectar la productividad.

Una deficiencia en aminoácidos reduce en un primer momento el peso del huevo y en un segundo tiempo la persistencia, alrededor de 4 ó 5 semanas más tarde.

Alimento de pre-puesta o Puesta 1

El hueso medular se desarrolla en los huesos largos antes de la primera ovulación. El calcio total contenido en este hueso medular es de alrededor de 1,5 – 2 g. Se requiere un pienso de pre-puesta con un mayor nivel de calcio para establecer esta reserva ósea. Tiene que usarse desde aproximadamente las 16 semanas. Sus características son similares al Puesta 1, pero con un nivel diferente de calcio, de 2-2,2%.

No olviden usar el alimento Puesta 1 antes del 2% de puesta. Si el cambio se realiza más tarde, las aves más precoces ingieren alrededor de 1,g de calcio, cuando las necesidades para la producción de una cáscara son de 2 g. Si no se suministra suficiente calcio se puede detener la puesta o provocar una caída de la puesta y la aparición de huevos sin cáscara. Estas aves padecerán posteriormente fatiga y osteoporosis al final de la puesta.

Pensamos que el riesgo se minimizará con el uso de un Puesta 1 en lugar de un Pre-puesta. Sin embargo, si el carbonato cálcico se suministra en partículas de 2-4 mm, es posible usar el pienso Puesta 1 desde las 16 semanas. La razón principal para usar alimento Pre-puesta es el riesgo de un bajo consumo de alimento cuando el carbonato se presenta en polvo. *No olviden usar el Puesta 1 antes del 2% de puesta.*

Puesta 1

El Puesta 1 debe satisfacer los requerimientos de aminoácidos para el crecimiento y la producción en un momento en que el consumo de alimento es menor. Al inicio de la puesta, el consumo de pienso es menor porque las aves no han llegado aún a su peso adulto. El crecimiento no está terminado del todo al menos hasta las 28 semanas. En relación a la proteína, a los requerimientos para el crecimiento se suman los requerimientos para la producción.

Desde un punto de vista práctico, hemos estimado que es necesario un incremento de la concentración de aminoácidos alrededor de un 6 % durante el periodo de las 18 a las 28 semanas en relación con el consumo de alimento observado a las 28 semanas.



Este alimento debe ser usado hasta que el consumo sea normal, o bien hasta que la media del peso del huevo sea de 60-61g o hasta alrededor de las 26-28 semanas.

Al inicio de la puesta, es deseable estimular el consumo de pienso para obtener rápidamente huevos de un tamaño comercializable. Por este motivo, un alimento enriquecido con grasas permite mejorar la presentación de la dieta, lo que conlleva un incremento en el consumo. Los aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados son responsables de un gran aumento del tamaño del huevo.

Puesta 2

Este alimento debe ser usado desde las 26-28 semanas hasta las 50 semanas o el final de la puesta. Si es posible, sería bueno incrementar el nivel de carbonato cálcico sobre las 50 semanas para reducir el porcentaje de huevos desclasificados. Las aves tienen unas necesidades diarias de aminoácidos y minerales y, en consecuencia, el porcentaje de nutrientes tiene que definirse de acuerdo al consumo real observado. El consumo de alimento depende principalmente de los requerimientos energéticos y de la temperatura.

Puesta 3

Requerimientos en aminoácidos: teniendo en cuenta la persistencia de la puesta, la variabilidad individual y el peso del huevo, el requerimiento de aminoácidos no disminuye a lo largo del periodo de puesta. En un contexto económico, puede valer la pena reducir los márgenes de seguridad ligeramente. Sin embargo, los mejores resultados en términos de productividad e índice de conversión alimentaria se consiguen cuando uno mantiene los niveles de consumo de aminoácidos. Cualquier deficiencia de aminoácidos, fuere la que fuere, es causa de una reducción en la productividad, de la cual los dos tercios se deben a una reducción del nivel de puesta y el tercio restante a una caída del peso medio del huevo. No es posible por lo tanto reducir el peso del huevo hacia el final de la puesta reduciendo la concentración de aminoácidos sin provocar una reducción del índice de puesta.

La persistencia de la puesta se ha mejorado considerablemente (de las 30 a las 35 semanas el índice de puesta se mantiene por encima del 90%). Un análisis de la productividad individual a lo largo del periodo que va de las 40 a las 66 semanas mostró que un 66 % de las aves estuvieron por encima de la media. El 40 % mejor de ponedoras puso 177 huevos en 182 días o 63,2 g de masa de huevo por día.

Productividad de una muestra de 694 pollitas nacidas en 2001 durante el periodo de 40 a 66 semanas

Quintil	Porcentaje de puesta	Masa de huevo / día
1º	98,2 %	65,0 g
2º	96,3 %	61,4 g
3º	94,1 %	59,1 g
4º	90,1 %	56,0 g
5º	76,6 %	47,8 g
Media	91,0 %	57,8 g
% de pollitas por encima de la media	66,3 %	60,4 %

Hendrix Genetics 2002

Peso del huevo: Una reducción del porcentaje de grasa y del nivel energético es una forma de conseguir una estabilización del peso del huevo.



Calidad de la cáscara: El peso de la cáscara se incrementa con la edad a lo largo de la puesta. Por esta razón, recomendamos incrementar la concentración de calcio en la dieta desde la semana 50 de edad.

Edad del control	Número de huevos controlados	Peso de la cáscara (g)
30 semanas	923	6,25
42 semanas	909	6,39
50 semanas	807	6,32
60 semanas	732	6,51

Hendrix Genetics 2006

Nivel energético a lo largo del periodo de producción

Influencia del nivel energético en la productividad

Estudiando los resultados de muchos experimentos sobre el efecto del nivel energético del pienso sobre la producción realizados a lo largo de 15 años con estirpes de ponedoras de huevo blanco y de color, las principales conclusiones son las siguientes.

Entre 2400 y 3000 kcal, por una reducción de 100 kcal en el nivel energético, el consumo energético cae de promedio el 1,2 % cuando se estudia el efecto de la dilución del alimento y un promedio del 1,4% cuando se estudia el efecto de la reducción del contenido de grasa. El nivel energético del pienso tiene escaso efecto sobre el número de huevos producidos, y en todos los casos las diferencias son inferiores al 1%. El peso del huevo se reduce en concordancia con la reducción del nivel energético del alimento. La reducción puede ser estimada en alrededor del 0,5% ó 0,3 g por una variación de 100 kcal. El nivel de ingesta, expresado en kcal/g de huevo producido, siempre mejora con la dilución del alimento. La ganancia es de alrededor del 0,8% por 100 kcal. Este aumento es resultado de una reducción del peso vivo, una mejora del plumaje y una mejora de la digestibilidad del alimento. En múltiples experimentos la adición de grasas parece tener un efecto específico en el consumo energético debido a una mejora en la palatabilidad y a la presentación física del pienso. Cuando se diluye el alimento, la reducción de la ingesta es particularmente marcada en el momento del cambio. Las gallinas ponedoras tardan varias semanas en incrementar gradualmente su nivel de consumo.

Influencia del nivel de fibra sobre la productividad

La dilución del alimento fuerza a las gallinas a incrementar el volumen y la cantidad de alimento ingerido y, por lo tanto, a aumentar el tiempo dedicado al consumo de pienso. Ya no cabe ninguna duda que la dilución del alimento trae una mejora en el emplume y una reducción en la aparición de comportamiento de picaje. Esto explica la reducción de la mortalidad observada en ciertas experiencias en las que se usaban dietas diluidas.

La comparación entre las formas de presentación del pienso en harina o en granulado muestra que el consumo es menor cuando se utilizan pellets o migajas. Esto explica porque el alimento granulado causa un deterioro del plumaje e incrementa el picaje de plumas.

Aunque la mayoría de investigadores están de acuerdo en establecer una relación entre el tiempo dedicado al consumo de alimento y la conducta de picaje, muchos estudios recientes



muestran un requerimiento específico para la fibra no soluble. La ausencia de fibras no solubles en el pienso es responsable del consumo de plumas y de su presencia en la molleja, incluso cuando las gallinas están alojadas en jaulas individuales. Algunos estudios apuntan que las fibra no soluble tienen un efecto en la calidad del plumaje y/o en la mortalidad. El tamaño específico de partícula de las fibras, especialmente la lignina, parecería ser también de importancia.

Se ha observado que en los países en que se usa harina de girasol a niveles suficientemente significativos, los niveles de mortalidad son menores que en aquellos países que no las usan, independientemente de si el sistema de alojamiento es en jaulas o en suelo. Se ha observado un efecto muy positivo después de la introducción de harina de girasol en el pienso para gallinas camperas.

Efecto de la granulometría

El consumo de pienso es muy dependiente de la granulometría. Las aves tienen una marcada preferencia por los granos: les resultan más fáciles de coger y no suelen empastamiento del pico. Las gallinas siempre tienden a dejar las partículas más finas. En 1999 ISA llevó a cabo el siguiente ensayo: un alimento comercial con buen tamaño de partícula fue molido de nuevo a través de un tamiz de menor tamaño. E alimento fue utilizado a partir de las 19 semanas de edad.

Influencia de la granulometría del alimento sobre la productividad de gallinas ponedoras entre 23 y 51 semanas

Tamaño de partícula	Estándar	Fino	Diferencia en %
< 0,5 mm	9 %	31 %	
> 3,2 mm	10 %	0 %	
0,5 a 3,2 mm	81 %	69 %	
> 1,6 mm	65 %	21 %	
Índice de puesta, %	93,9	90,7	- 3,4
Peso del huevo, g	63,3	62,7	- 0,9
Masa de huevo producida, g/d	59,41	56,85	- 4,3
Consumo, g/d	118,1	114,2	- 3,4
Índice de conversión	1,989	2,008	+ 0,9
Peso a las 33 semanas (g)	1,930	1,883	

ISA, 1999

El consumo se reduce en cerca de 4 g cuando el alimento se muele muy fino. Esto conlleva una reducción de la masa de huevos producida.

La distribución de un alimento fino equivale a un racionamiento de las gallinas. En este ensayo, el ritmo de puesta se vio más afectado que el peso del huevo. A veces, en otros experimentos se ha observado lo contrario.

Conclusión

La regulación energética no es específica de estirpe pero sí depende de los métodos de dilución utilizados. La densidad del alimento (g/litro) parece ser el factor limitante en la regulación del consumo. La presencia de fibra insoluble parece ser esencial: incrementa el tamaño de la molleja, mejora la digestibilidad del almidón y limita la conducta del picaje por reducción de la necesidad de ingesta de plumas.



Inversamente, la adición de grasas conlleva una mejora en la palatabilidad y también un incremento en la ingesta de energía en proporciones que pueden ser muy significativas. El incremento en el peso del huevo es sólo una de las consecuencias. Estos efectos dependen de la cantidad y el tipo de grasas adicionadas.

Desde un punto de vista práctico, el efecto de dietas de baja densidad y altos niveles de ingredientes ricos en celulosa (fibra insoluble) puede ser compensado mediante el uso de grasas. La presentación del alimento tiene también un efecto en el consumo energético. Una presentación demasiado fina causa una reducción en el consumo energético.

De este modo parece que deben controlarse los tres siguientes factores: la forma física del alimento, el contenido en celulosa y el contenido en aceite. Debe buscarse un equilibrio entre estos tres criterios a fin de hacer posible la expresión del potencial genético al menor coste.

Principales aplicaciones y recomendaciones

Al inicio de la puesta, es deseable estimular el consumo de alimento y obtener rápidamente huevos de un tamaño comercializable. Para ello, se recomienda una ración enriquecida en grasas (de 1,5 a 2,5 %) y la incorporación de un mínimo de fibra insoluble. Después del inicio de la puesta, un nivel energético ligeramente inferior y un mayor contenido en celulosa permitirán una buena eficiencia energética (expresada en kcal) y el mantenimiento del plumaje. Esta estrategia puede ser particularmente beneficiosa en producciones alternativas (camperas, ecológica, ...), especialmente en ausencia de yacija.

Desde un punto de vista práctico, el efecto de ingredientes ricos en celulosa (fibra insoluble) y una baja densidad puede compensarse mediante el uso de grasas. La granulometría del alimento también afecta al consumo energético. Las partículas demasiado finas llevan a una reducción del consumo.

Requerimientos en aminoácidos para ponedoras

Progreso genético y consecuencias nutricionales

Como en otras especies, el progreso genético en avicultura tiene una considerable influencia en la concentración del pienso en aminoácidos. Durante los últimos 30 años la producción a una edad constante ha crecido más de un 40%, mientras el consumo de alimento se ha reducido alrededor de un 10%. Una importante consecuencia del progreso genético ha sido un cambio en los requerimientos diarios de aminoácidos. Se ha puesto en duda incluso la alimentación por fases, dado que la productividad se mantiene alta durante periodos cada vez más largos. Las mejores unidades productivas mantienen hoy en día una producción de huevo diaria de más de 60 g/ave hasta las 52 semanas de edad.

La implicación del progreso genético en la decisión de los niveles de aminoácidos a utilizar es pues considerable. Puede ser valorada de la siguiente forma:

Índice de conversión alimentaria a lo largo del periodo de 30 a 50 semanas:

1971:	2,87	g de alimento / g huevo
1981:	2,36	g de alimento / g huevo
2005:	1,95 (-17%)	g de alimento / g huevo

Clásicamente, los requerimientos diarios de nutrientes se han expresado en mg/día. Aunque esta expresión puede ser muy cómoda para la formulación, no contempla el progreso genético ni las diferencias genotípicas. Algunos genotipos, que producen huevos grandes, tienen requerimientos diarios mayores que los que producen huevos pequeños.



La mayoría de investigadores coinciden en la expresión de los requerimientos de nutrientes en mg de aminoácidos por gramo de huevo producido. Este método nos permite afrontar el tema de los “requerimientos” a partir de resultados experimentales tomados de numerosas fuentes. Es más preciso. La síntesis que hemos llevado a cabo según este método se demuestra como una forma excelente de determinar las necesidades en aminoácidos.

Proteína ideal y requerimientos en aminoácidos

El concepto de proteína ideal es un medio de expresar los requerimientos de aminoácidos como un porcentaje de los requerimientos de lisina. El interés de aplicar este concepto en ponedoras es limitado. Este implica que existe un equilibrio entre los distintos aminoácidos necesario para optimizar los requerimientos. Esto sugeriría que un nivel elevado de proteína o aminoácidos tendría un efecto negativo en la productividad.

De hecho, el formulador debería asegurarse el cubrir los requerimientos en los siguientes aminoácidos: metionina, cistina, lisina, treonina, triptófano, isoleucina y valina. Esto solo es válido para dietas e ingredientes de uso común.

Estos requerimientos, que deben ser definidos por comparación con las tablas de referencia, han sido expresados a partir de la tabla de la NRC (1994) de composición de ingredientes. Estos resultados se han expresado como aminoácidos digestibles mediante los coeficientes de digestibilidad mencionados en las tablas del RPAN de 1993. Al presentar los resultados en la forma de aminoácidos digestibles, se ha reducido la variabilidad de los resultados observados.

Recomendaciones de aminoácidos expresados en proteína total o proteína digestible para una producción de 59,5 g de masa de huevo por día.

Aminoácidos limitantes	Proteína ideal basada en datos de NRC 1994	Requerimientos en mg por g basados en la tabla de la NRC de 1994		Requerimientos en mg por g basados en la tabla de la NRC de 1994	
		en la tabla de la NRC de 1994		en la tabla de la NRC de 1994	
		aa digestibles	aa totales	aa digestibles	aa totales
Lisina	100	13,50	15,25	810	900
Metionina	54	7,2	7,6	430	455
Met + Cis	85	11,45	13,0	690	770
Triptófano	22	3,00	3,5	180	208
Isoleucina	83	11,5	13,0	690	775
Valina	93	12,6	14,2	760	840
Treonina	70	9,4	11,0	565	655

Formulación del alimento

Aminoácidos digestibles: Los requerimientos de las aves y la formulación de las dietas deberían hacerse en términos de aminoácidos digestibles. De este modo es más sencillo satisfacer las necesidades de las aves, reducir los necesarios márgenes de seguridad y evaluar los ingredientes de acuerdo a su valor biológico verdadero. La formulación de acuerdo con los aminoácidos totales implica dar a todos los ingredientes el mismo valor biológico



independientemente de su digestibilidad. Esto conlleva la necesidad de incrementar los niveles de seguridad a fin de garantizar el cubrir completamente los requerimientos de las aves.

Requerimientos de proteína: Cuando formulamos tomando en cuenta la necesidad de satisfacer los requerimientos para cada uno de los 7 aminoácidos esenciales, no parece ser necesario considerar un nivel mínimo de proteína. Los requerimientos para los aminoácidos limitantes parecen ser suficientes.

Por otro lado, si no se consideran todos los aminoácidos esenciales en la formulación, es necesario considerar un nivel mínimo de proteína a fin de reducir el riesgo de deficiencia.

Factores limitantes: La experiencia adquirida en las últimas décadas en la alimentación de ponedoras, y especialmente el uso de lisina sintética nos ha permitido constatar que la isoleucina y la valina se están convirtiendo en los factores limitantes de los piensos para ponedoras cuando se excluyen como ingredientes en la formulación las harinas de carne o cuando se usan pero en formulaciones basadas en trigo.

El triptófano es el factor limitante en fórmulas donde la base es maíz, harina de soja y harinas de carne.

La treonina, y aún menos la arginina, no parecen ser limitantes en las dietas usadas hoy en día. Estos dos últimos aminoácidos tienen que ser estudiados más en profundidad.

Cuando se cubren los requerimientos de isoleucina, valina y triptófano los requerimientos para los otros aminoácidos esenciales y no esenciales quedan siempre satisfechos si se suministran 300 mg de proteína por gramo de huevo producido. Cuando en la formulación se tienen en cuenta los requerimientos de isoleucina y valina no es necesario considerar un nivel mínimo de proteína en la dieta.

Consumo del pienso y formulación: La concentración en aminoácidos de la dieta depende pues de:

- la potencial masa de huevos producida, que a su vez determina los requerimientos diarios
- el consumo diario, el cual determina la concentración en aminoácidos de la dieta

Recomendaciones en aminoácidos para ponedoras comerciales

La formulación de las dietas de ponedoras puede ser llevada a cabo mediante la introducción de isoleucina y valina como factores limitantes en lugar de la proteína bruta. Si esto no es posible, aquí damos algunas indicaciones sobre el nivel de proteína mínimo requerido para alimentos que contengan o no harinas de carne y hueso (MBM).

(1) Desde un punto de vista práctico, estimamos que es necesario incrementar la concentración de aminoácidos alrededor de un 6 % durante el periodo de las 18-28 semanas en relación al consumo de alimento observado después de las 28 semanas. Los niveles de aminoácidos totales o digestibles se establecen para una producción de 59,5 g de masa de huevo por día.



Consumo promedio de pienso observado después de las 28 semanas en g / día	105	110	115	120	125
	DESDE 2 % DE PUESTA HASTA LAS 28 SEMANAS DE EDAD (1)				
Proteína sin MBM %	(18,2-18,7)	(17,7-18,2)	(17,2-17,6)	(16,7-17,2)	(16,2-16,7)
Proteína con MBM %	(19,5-20,0)	(18,9-19,4)	(18,2-18,8)	(17,9-18,4)	(17,4-17,9)
<i>Aminoácidos totales % :</i>					
Lisina	0,91	0,87	0,83	0,80	0,77
Metionina	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39
Metionina + Cisteína	0,77	0,74	0,71	0,68	0,65
Triptófano	0,210	0,200	0,192	0,184	0,176
Treonina	0,66	0,63	0,60	0,58	0,56
Isoleucina	0,80	0,77	0,73	0,70	0,67
Valina	0,86	0,82	0,79	0,76	0,73
<i>Aminoácidos digestibles % :</i>					
Lisina	0,81	0,78	0,74	0,71	0,68
Metionina	0,44	0,42	0,40	0,38	0,37
Metionina + Cisteína	0,70	0,66	0,64	0,61	0,59
Triptófano	0,182	0,173	0,166	0,159	0,153
Treonina	0,57	0,54	0,52	0,49	0,47
Isoleucina	0,73	0,70	0,67	0,64	0,61
Valina	0,78	0,75	0,71	0,68	0,66
	DESDE LAS 28 SEMANAS AL FINAL DE LA PUESTA				
Proteína sin MBM %	(17,4-17,9)	(16,9-17,4)	(16,4-16,9)	(15,9-16,4)	(15,4-15,9)
Proteína con MBM %	(18,7-19,2)	(18,1-18,6)	(17,6-18,1)	(17,1-17,6)	(16,6-17,1)
<i>Aminoácidos totales % :</i>					
Lisina	0,86	0,82	0,79	0,75	0,72
Metionina	0,44	0,42	0,40	0,38	0,37
Metionina + Cisteína	0,73	0,70	0,63	0,64	0,61
Triptófano	0,198	0,189	0,181	0,173	0,166
Treonina	0,62	0,60	0,57	0,55	0,52
Isoleucina	0,76	0,72	0,69	0,66	0,64
Valina	0,81	0,78	0,74	0,71	0,68
<i>Aminoácidos digestibles % :</i>					
Lisina	0,77	0,73	0,70	0,67	0,64
Metionina	0,41	0,40	0,38	0,36	0,35
Metionina + Cisteína	0,66	0,63	0,60	0,58	0,55
Triptófano	0,170	0,162	0,155	0,148	0,142
Threonina	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45
Isoleucina	0,69	0,66	0,63	0,60	0,58
Valina	0,74	0,70	0,67	0,65	0,62

Estos requerimientos están basados en la "European Amino Acids Table" (WPSA, 1992) de composición de ingredientes y expresados como aminoácidos digestibles mediante el uso de los coeficientes de digestibilidad expuestos en las "Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage" (INRA éditions 2002).



Nutrición y tamaño de partícula de calcio

Año tras año, las mejores en la productividad vienen dadas por la reducción en el tiempo necesario para la producción de un huevo. Hoy día, el tiempo necesario para la producción de un huevo está cerca de las 24 horas, lo cual nos permite conseguir elevadas tasas de producción, siendo los huevos puestos temprano por la mañana.

La calcificación de la cáscara ocupa alrededor de 12 horas, siendo completada una media de 2-2,5 horas antes de la oviposición. La calidad de la cáscara depende en gran medida de la cantidad disponible de calcio en el tracto digestivo durante la noche, y de la forma en que se aporta el carbonato de calcio.

Existen algunas diferencias entre estirpes blancas y rubias para un programa de 16 horas de luz:

<i>Media (horas después del encendido de la luz)</i>	Estirpes blancas	Estirpes rubias
Inicio del depósito de calcio	15h30 (+/- 2hrs)	12h30 (+/- 2hrs)
Fin del depósito de calcio	3h30 (+/- 2hrs)	0h30 (+/- 2hrs)

La calcificación de la cáscara tiene lugar principalmente durante la noche. Un elevado porcentaje de ponedoras de huevo marrón han finalizado la calcificación del huevo para el momento en que se encienden las luces, o lo hacen justo un poco después, mientras que las estirpes blancas terminarán la calcificación después del encendido de la luz.

Absorción de calcio

Durante la formación de la cáscara el ave usa el calcio contenido en el tracto digestivo, éste se disuelve con una secreción abundante de ácido clorhídrico. Las contracciones regulares de la molleja permiten la distribución de calcio a lo largo del intestino. Cuando la cantidad de calcio es insuficiente, se usan las reservas óseas (el calcio se deposita en la cáscara y el fósforo es excretado por los riñones). Se ha demostrado muchas veces que las aves que han sido forzadas a la movilización de sus reservas óseas de calcio producen huevos con peor calidad de cáscara. Según Sauveur (1988), "las cáscaras son más gruesas cuando la participación de las reservas óseas es pequeña". La deposición de calcio es lenta durante las 5 primeras horas después de la entrada del huevo en el útero. Después de ello y por aproximadamente 10 horas, la tasa de deposición de cáscara es rápida y lineal. La absorción de calcio varía aproximadamente del 30% a más del 70% entre periodos sin calcificación y el periodo de formación de la cáscara. Por esta razón, todo incremento en la cantidad de calcio disponible al final de la noche trae una mejora en la calidad de la cáscara.

Importancia de un tamaño grueso de partícula de carbonato cálcico

Gran tamaño del calcio y retención: El carbonato cálcico grueso (más de 2 mm) se retiene en el tracto digestivo y se disuelve lentamente durante la formación de la cáscara, asegurando una liberación de calcio más regular.



Influencia del tamaño de partícula sobre la solubilidad *in vitro* e *in vivo* del calcio y su retención en la molleja 5 horas después de la distribución del alimento

Diámetro medio de las partículas de carbonato (mm)	Solubilidad (%)					
	<i>In vitro</i>		<i>In vivo</i>		Retención en la molleja (g)	
	A	B	A	B	A	B
3,3 – 4,7	29,8	36,3	84,8	82,5	15,4	3,4
2,0 – 2,8	45,8	54,8	79,0	84,0	11,8	4,3
1,0 – 2,0	49,3	57,7	77,8	74,4	5,5	4,7
0,5 – 0,8	63,1	67,6	76,5	69,4	0,7	1,6

A = muestra de baja solubilidad B = muestra de alta solubilidad Zhang y col. (1997)

Relación entre el tamaño de partícula y la retención de calcio para un consumo de 3.75 g de calcio

Tamaño de partícula	Partículas			
	Eliminadas en las heces	Almacenadas en la molleja después de 24h	Calcio retenido	
			G	%
De 0.5 a .8 mm	44 %	0	1.94	52
De 2 a 5 mm	16 %	10 %	2.40	64

Rao y Roland (1989)

Tamaño de partícula grueso y calidad de la cáscara: La disponibilidad del calcio al final del periodo nocturno se mejora con el uso de una fuente de calcio gruesa de baja solubilidad. Así, la cantidad de calcio disponible al inicio de la formación de la cáscara es menor y mejora al final de la noche.

El parámetro más importante es la solubilidad, cuanto menor sea mejor será la calidad de la cáscara. Chen y Coon (1990) encontraron un elevado coeficiente de regresión entre el índice de la cáscara y la solubilidad. El carbonato cálcico grueso con una elevada solubilidad no es capaz de optimizar la calidad de la cáscara.

No hay necesidad de suplementar con conchilla de ostras si la partícula de carbonato cálcico y la solubilidad son correctas.

Tamaño medio (mm)	Índice de cáscara Mg/cm ²	Peso de la cáscara g	Peso específico	Grosor de la cáscara μm
3,36	75,6	5,27	1,0837	302
2,38	74,3	5,21	1,0839	290
1,68	74,0	5,23	1,0828	296
1,02	73,7	5,16	1,0825	294
0,50	73,0	5,05	1,0821	286
0,15	70,9	4,97	1,0802	280

Chen y Coon (1990)



Importancia de la forma soluble del calcio

Cuando se encienden las luces por la mañana, las aves que no hayan completado la calcificación necesitarán acceso a calcio en polvo, el cual se disuelve y absorbe rápidamente. El tiempo desde que el calcio es ingerido hasta que se incorpora a la cáscara no es mayor de 30 minutos. Koreleski y col., estudiando en 2003 el porcentaje de partículas gruesas de carbonato cálcico que debe ser utilizado en aves rubias, obtuvieron los mejores resultados con un 60% de partículas gruesas.

Efecto del porcentaje de carbonato en partículas de 2 a 4 mm en las características de la cáscara

Porcentaje de partículas grandes usado	Fuerza de fractura de la cáscara N	Peso de la cáscara g	Índice de la cáscara mg por cm ²	Grosor de la cáscara μm
0	33,6a	5,70	78,3	365
20	35,4ab	5,80	78,9	365
40	38,0d	5,75	79,7	368
60	38,2d	5,88	80,8	374
80	36,9cd	5,70	79,1	364
100	36,1bc	5,89	81,4	370

Koreleski (2003)

Recomendaciones

Ponedoras blancas: finalizan la cáscara después del encendido de las luces, en consecuencia el 50% del calcio debe ser suministrado en partículas de 2 a 4 mm y el otro 50% en polvo.

Ponedoras rubias: alrededor del 40% de las aves han finalizado la cáscara cuando se encienden las luces, en consecuencia el 65% del calcio debe ser suministrado en partículas de 2 a 4 mm y el otro 35% en polvo.



Recomendaciones de minerales y aceites

(1): Cuando el carbonato cálcico grueso se suministra en partículas de 2 a 4 mm, es posible usar estos valores.

(2): Recomendamos usar estos valores cuando el calcio se suministra en polvo.

(3): Los aceites vegetales ricos en ácidos grasos insaturados mejoran el peso del huevo y, en función de la demanda del mercado y de la apetencia del pienso, se requiere un nivel del 2 al 3%. A fin de evitar huevos excesivamente grandes al final de la puesta, recomendamos reducir la cantidad de aceite vegetal que se incorpora.

REQUERIMIENTO DIARIO	De las 17 a las 28 semanas	De las 28 a las 50 semanas	Desde las 50 semanas
Fósforo disponible (1) mg	400	380	340
Fósforo disponible (2) mg	440	420	380
Calcio total g	3,9 – 4,1	4,1 – 4,3	4,3 – 4,6
Aves blancas: Calcio grueso (2 a 4 mm) g	2,0	2,1	2,2
Aves rubias: Calcio grueso (2 a 4 mm) g	2,6	2,7	2,9
Sodio mínimo mg	180	180	180
Cloro mínimo-máximo mg	170 - 260	170 - 260	170 - 260
Aceite mínimo-máximo (3) %	2 - 3	1 – 2	0,5 – 1,5
Fibra	Se requiere un mínimo de fibra gruesa o de lignina para prevenir conductas de picaje y mejorar la digestibilidad		



<i>Consumo promedio observado después de las 28 semanas en g / día</i>	105	110	115	120	125
DE 2 % DE PUESTA A LAS 28 SEMANAS DE EDAD					
Fósforo disponible % (1)	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34
Fósforo disponible % (2)	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37
Calcio total %	3,9 - 4,1	3,8 - 4,0	3,6 - 3,8	3,4 - 3,6	3,3 - 3,5
Sodio mínimo %	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15
Cloro mínimo-máximo %	0,17 - 0,26	0,16 - 0,25	0,16 - 0,24	0,15 - 0,23	0,15 - 0,22
DE LAS 28 SEMANAS A LAS 50 SEMANAS DE EDAD					
Fósforo disponible % (1)	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31
Fósforo disponible % (2)	0,40	0,38	0,37	0,35	0,34
Calcio total %	3,9 - 4,1	3,7 - 3,9	3,6 - 3,8	3,4 - 3,6	3,3 - 3,5
Sodio mínimo %	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14
Cloro mínimo-máximo %	0,16 - 0,25	0,16 - 0,24	0,15 - 0,23	0,14 - 0,22	0,14 - 0,21
DE LAS 50 SEMANAS AL FIN DE LA PUESTA					
Fósforo disponible % (1)	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27
Fósforo disponible % (2)	0,36	0,34	0,33	0,32	0,30
Calcio total %	4,1 - 4,3	3,9 - 4,1	3,8 - 4,0	3,6 - 3,8	3,5 - 3,7
Sodio mínimo %	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14
Cloro mínimo-máximo %	0,16 - 0,25	0,16 - 0,24	0,15 - 0,23	0,14 - 0,22	0,14 - 0,21



Presentación del alimento para ponedoras comerciales

Importancia del tamaño de partícula del alimento

Las dificultades en la mezcla, un inapropiado tamaño de partícula y los problemas de separación se resuelven con una molienda relativamente fina de los ingredientes.

Sin embargo, los piensos excesivamente molidos a menudo reducen el consumo de manera significativa. El bajo consumo de alimento ha sido resuelto mediante la presentación en migajas y granulados. En efecto, la facilidad para comer y la reducción del tiempo de consumo de los gránulos conllevan un incremento de la cantidad ingerida por las aves y una mejora del crecimiento. Este efecto se observa tanto en ponedoras como en broilers.

Las aves son comedoras de grano y su nivel de consumo depende de la presentación del pienso.

Alimento en gránulos o en migajas para ponedoras

En teoría, la presentación del alimento en migajas o granulados asegurará un mayor consumo. Esto presupone que los sistemas de reparto de pienso y los ingredientes usados proporcionan a las ponedoras unos granulados o migajas de buena calidad.

Muy a menudo, la dificultad para conseguir una migaja de calidad es responsable de un consumo insuficiente y de algunos problemas técnicos debidos a:

- las migajas se deshacen al funcionar el sistema de reparto de alimento
- la acumulación de finos en los comederos
- más problemas de calidad de cáscara relacionados con la dificultad para utilizar carbonato cálcico en partículas gruesas
- más problemas de picaje por un tiempo de alimentación demasiado corto
- mayores costes de fabricación

Para desarrollar un buen sistema digestivo es necesario disponer de un alimento de molienda gruesa. Con el fin de mantener una buena calidad de la cáscara se puede:

- usar carbonato cálcico grueso si el diámetro de la matriz lo permite
- añadir algo de carbonato cálcico después de la granulación
- distribuir de 3 a 4 g por ave de carbonato cálcico grueso (de 2 a 4mm) en la nave cada tarde

Dietas en harina con buena granulometría

Durante la fase de cría, con la excepción de las primeras 4-5 semanas cuando el pienso dieta debería ser en migajas, la utilización de un buen tamaño de partícula permitirá un buen crecimiento y el desarrollo de un robusto tracto digestivo.

Durante la fase de puesta un pienso con una presentación física correcta permitirá a las aves incrementar su consumo, su producción y crecimiento.

La siguiente tabla muestra los resultados de Summers y Leeson (1979) cuando compararon una harina fina con una dieta con un 60% de maíz quebrado y granos enteros de cebada,

	Maíz quebrado + granos enteros de cebada	Harina fina
Consumo (g/día)	114,5	102,0
Índice de puesta (%)	86,9	85,1
Peso del huevo (g)	59,6	56,8



En climas cálidos, un pienso con una granulometría correcta puede reducir los problemas de bajo consumo en verano.

Por este motivo recomendamos al menos un 75-80% de partículas entre 0,5 y 3,2 mm. Este tipo de alimento es, de hecho, más sencillo y barato de producir, puesto que el rendimiento de los molinos se incrementa.

Con partículas de tamaño menor de 0,5 mm : 15 % máximo

Con partículas de tamaño mayor de 3,2 mm : 10 % máximo

Estas recomendaciones también se aplican a las dietas de recría con posterioridad a las 4-5 semanas. El atractivo de la dieta mejora marcadamente si las partículas finas se mantienen pegadas entre sí, lo cual puede conseguirse mediante la adición de 1,5-2,5% de aceite vegetal.

La elección de los ingredientes

Deberían evitarse los ingredientes que producen demasiado polvo y no molturar aquellos ingredientes que no lo necesiten.

Cuando la dieta no contiene harinas de carne, el 60-70% del carbonato de calcio debe suministrarse en partículas de 2-4 mm de diámetro, Cuando se incluyen harinas de carne, la proporción de calcio en partícula gruesa debe aumentarse hasta el 80%.

Los fosfatos deberían ser aportados en forma de microgránulos.

La técnica de molturación

Puede conseguirse una harina de buena granulometría si se siguen las siguientes normas.

La velocidad periférica de los martillos debería ser de 50 a 55 m/s, Esta velocidad se corresponde con alrededor de 1500 rpm para un molino con una malla de 65 cm de diámetro.

Recomendamos usar cribas de malla de alambre antes que las de agujeros circulares, pues tienen una mayor proporción de orificios y permiten mayores rendimientos,

Lo diámetros de los orificios deberían ser los siguientes: para cribas de malla = 8 mm mínimo, para cribas de agujeros circulares: 8 mm mínimo, 10 mm máximo.

También depende de los ingredientes usados. El empleo de martillos gastados incrementa el porcentaje de finos y reduce el rendimiento del molino.

Recomendamos moler sólo aquellos ingredientes que lo requieran. La granulometría de los ingredientes molidos debería de comprobarse al menos 2 veces por semana,



Composición sugerida de premezcla para ponedoras comerciales

		Periodo de cría		Periodo de puesta
		0 - 10 semanas	10 semanas – 2 % puesta	
Microminerales adicionados en mg por kg de alimento				
Manganeso (Mn)	ppm	60	60	70
Zinc (Zn)	ppm	60	60	60
Hierro (Fe)	ppm	60	60	60
Yodo (I)	ppm	1	1	1
Cobre (Cu)	ppm	8	6	8
Selenio (Se)	ppm	0,25	0,25	0,25
Cobalto (Co)	ppm	0,25	0,15	0,15
Vitaminas adicionadas por kg de alimento en UI o mg				
Vitamina A	UI	13,000	10,000	10,000
Vitamina D3	UI	3,000	2,000	2,500
Vitamina E	mg	25	25	20
Vitamina K3	mg	3	3	3
Vitamina B1 (Tiamina)	mg	2	2	2
Vitamina B2 (Riboflavina)	mg	5	5	5
Vitamina B6 (Piridoxina)	mg	5	5	5
Vitamina B12	mg	0,02	0,01	0,015
Ácido nicotínico (Niacina)	mg	60	40	40
Ácido pantoténico	mg	15	12	12
Ácido fólico	mg	0,75	0,75	0,75
Biotina	mg	0,2	0,1	0,05
Vitamina C en climas cálidos o en verano	mg			100
Requerimientos totales de colina por kg de dieta (ingredientes incluidos) mg				
Colina	mg/kg	1600	1400	1400
Colina	mg/día	-	-	160
Añadir antioxidante				

Mezcla

Los oligoelementos y las vitaminas deberían mezclarse correctamente antes de ser añadidos a los ingredientes, Las premezclas tiene que ser usadas a un nivel mínimo de 3 kg por Tm. Un sistema para controlar si la mezcla es inadecuada o si se ha producido un defecto de manejo es mediante la determinación del manganeso como indicador.



Toxicidad de algunos minerales

Los niveles máximos admisibles para distintos minerales podrían ser estimados como sigue:

Potasio	2000 ppm	Magnesio	5000 ppm
Sodio	5000 ppm	Cloro	5000 ppm
Hierro	500 ppm	Manganeso	1000 ppm
Zinc	2000 ppm	Cobre	300-500 ppm
Selenio	10 ppm	Yodo	300-500 ppm
Vanadio	10 ppm debido a la contaminación de fosfatos de origen mineral		