

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE AVICULTURA COMPLEMENTARIA: PATOS

R. Lázaro¹, B. Vicente¹ y J. Capdevila²

¹ Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid

² Nuri i Espadalé, S.L.

1.- INTRODUCCIÓN

La producción mundial de patos se ha multiplicado por tres y la de carne por cuatro en veinte años (FAO, 2004). En el año 2003 el censo estuvo en torno a los 1.086 millones, con una producción de carne de 3,31 millones de toneladas. Aproximadamente el 90% del censo se localiza en Asia y el Pacífico y, sólo en China se encuentra más del 60%. Después de China, los principales productores son Francia, India, Vietnam, Tailandia, Taiwan y Ucrania. Francia, con el 80% del censo de la UE-15 y el 60% de la UE-25, es líder europeo en esta producción, seguido de Polonia y Hungría con el 20%. Los principales importadores de carne de pato son Japón en Asia y Alemania en Europa y los principales exportadores Francia, Hungría, Holanda, Reino Unido, China y Tailandia (Pingel, 2004).

Los objetivos de la producción de pato son múltiples e incluyen la carne, el paté, los huevos y las plumas. Desde un punto de vista económico, la carne es la principal producción en patos. A nivel mundial el pato Pekin es el más utilizado para producción de carne, pero en algunos países se está desplazando hacia pato Barbarie y Mulard (macho Barbarie por hembra Pekin). Tal es el caso de Francia, en donde el 80-90% de los patos Pekin han sido reemplazados por el Barbarie y el Mulard debido a su mayor productividad y a las exigencias del mercado (Salichon y Stevens, 1990; Pingel, 2004). Asimismo, en este país la producción de paté a partir de oca se ha reducido a favor del pato Mulard. El paté se produce fundamentalmente en Francia (83%), Hungría (9%), Bulgaria (5%), Israel (1,5%) y España (1%). Francia, con una producción en 2003 de unas 16.000 t (80% de la

producción mundial total) es el líder en paté de pato (Guémené y Guy, 2004; Mozdziak, 2004; OFIVAL, 2004). La producción de paté de oca en 2003 estuvo en torno a las 600 t, lo que representa únicamente el 10% de la producción mundial de paté. Del total, un 85% se obtiene del pato mulo o Mulard y algo menos del 5% del Barbarie (Guémené y Guy, 2004). En Francia se embucharon 35 millones de patos Mulard en el año 2001, lo que supone casi el 95% de la producción doméstica de paté. El embuchado de aves está bajo discusión en relación con el bienestar animal, habiéndose prohibido estas prácticas de manejo en algunos países como Italia, Polonia y otros.

La producción de huevos es importante en países del lejano Oriente. Así, en Indonesia la producción de patos es casi exclusiva para huevo. Dentro de este mercado, China produce huevos de pato procesados con una larga tradición y en Filipinas y Vietnam es frecuente la producción y venta de huevos previamente fertilizados (Pingel, 2004). Las genéticas más utilizadas para esta producción de huevo son la Jinding y Shao en China y la Tsaiya en Taiwan, que llegan a producir hasta 260-300 huevos/año. Los patos Khaki Campbell se desarrollaron hace más de cien años en el Reino Unido y se utilizan con cierta frecuencia en países asiáticos como Vietnam o Indonesia para cruzar con genéticas locales. En países en vías de desarrollo, como la India, la producción es rural a pequeña escala, basada en patos locales y sistemas de producción semiextensivos, con producciones inferiores a los 100 huevos por ave. Por último, la producción de pluma proporciona un beneficio adicional a la producción de carne. Los principales productores y exportadores son China, Taiwan, Tailandia y Hungría, mientras que Estados Unidos, Japón y Alemania son los principales importadores.

El presente trabajo trata fundamentalmente de la producción de patos de engorde para carne.

2.- TIPOS DE PATOS COMERCIALES

En la actualidad coexisten tres tipos de patos domésticos: el pato común, el Barbarie y el Mulard. El pato común procede del pato salvaje Mallard (*Anas platyrhynchos*) y las genéticas más conocidas dentro del grupo son el Pekin, Aylesbury, Rouen, Cayuga y Tsaiya para carne y el Kaki Campbell y el Indian Runner para huevo. El periodo de incubación del huevo de pato común es de 28 d y la descendencia de los cruces es fértil. El pato de carne más habitual es el Pekin, originario de China, que se caracteriza por su escaso dimorfismo sexual (el macho pesa sólo un 3-4% más que la hembra), su precocidad y rápido crecimiento en las fases iniciales de cría. Esto hace que sus ciclos de producción sean más cortos (7 a 8 semanas) que para otras especies, pero a cambio presenta el inconveniente de depositar más grasa subcutánea que el resto.

El pato Barbarie, Muscovy o mudo (*Cairina moschata*) es genéticamente distinto del pato común. Se piensa que es originario de Sudamérica, aunque se han encontrado restos genéticos similares en Egipto. Presenta carúnculas en la cabeza y cara y un acusado dimorfismo sexual; el macho pesa entre un 30 y un 50% más que la hembra. Las diferencias en crecimiento entre sexos se inician a las 3 semanas de vida, por lo que deben criarse separadamente. Este tipo de pato tolera las altas temperaturas mejor que el pato común y el periodo de incubación de los huevos está en torno a los 35 d. El pato Barbarie tiene un crecimiento inicial inferior al del Pekin, alcanzando un pico máximo entre los 30 y 35 d de vida. Sus canales son menos grasas y el desarrollo del músculo pectoral superior que para el pato de Pekin, pero depositan más grasa abdominal que éstos. El Barbarie se utiliza para la producción de carne y los ciclos de producción son más largos que para el Pekin (9 a 10 semanas para las hembras y 11 a 12 semanas para los machos). El crecimiento de la pechuga es más tardío que el crecimiento de los muslos, de forma que en machos la pechuga sigue creciendo hasta las 10-11 semanas. A edades superiores la deposición de músculo es mínima y sólo deponen grasa. Con frecuencia los machos se destinan a despique y las hembras para venta de canal entera.

El pato mulo o Mulard resulta del cruce de macho Barbarie por hembra Pekin, siendo ésta última cruce entre macho Pekin y hembra de pato doméstico común blanco (Wu et al., 1984). El objetivo de este cruce es obtener animales de crecimiento rápido que sean más pesados, pero con menor producción de grasa. En Taiwan el pato mulo resulta del cruce entre macho Barbarie con hembra Kaiya (cruce entre macho Pekin y hembra Tsiaya), una estirpe típica de producción de huevos. El pato Mulard es estéril, más magro que sus progenitores, por lo que puede sacrificarse con más peso que el pato Barbarie, aunque el índice de conversión es peor. El dimorfismo sexual es poco acusado, asemejándose más al Pekin que al Barbarie. La razón de este menor dimorfismo es la falta de funcionalidad ovárica, que permite a la hembra crecer a un ritmo similar al de los machos. El Mulard es el pato más utilizado para la producción de paté, ya que tras el embuchado el hígado alcanza mayor peso que el de sus progenitores.

La mayoría de los trabajos publicados se han realizado con patos Pekin, Barbarie y Mulard. Dado que el Barbarie y Mulard son de crecimiento más lento que el Pekin, los requerimientos nutricionales para uno de ellos podrían no ser directamente aplicables a los otros.

3.- PARÁMETROS PRODUCTIVOS

3.1.- Producción de carne

Peso vivo y rendimiento reproductivo son los parámetros económicos más importantes que diferencian las distintas estirpes de patos. Ambos parámetros están

correlacionados negativamente; la mejora genética de uno de ellos conlleva el empeoramiento del otro. El pato Pekin se utiliza normalmente para producción de carne, pero algunos de sus híbridos comerciales alcanzan una alta producción de huevos. Los tipos más pesados de pato Pekin pesan en torno a los 3,7-4 kg a las 7-8 semanas de edad y los más ligeros en torno a 3,2 kg a las 7 semanas (Grimaud Frères Sélection, 2004). Los machos Barbarie pesan entre 4,7 y 5,1 kg a las 12 semanas y las hembras entre 2,5 y 3,0 kg a las 10 semanas. Las reproductoras Pekin de estirpes pesadas ponen alrededor de 210 huevos por ciclo, mientras que las de peso medio alcanzan los 238 huevos. En cambio, las reproductoras Barbarie ponen en torno a los 190-210 huevos por ciclo productivo. Las estirpes de producción de huevo (230-300 huevos al año) como el Khaki Campbell, Tsaiya o Indian Runner, pesan en torno a 1-1,5 kg a la edad a la que se sacrifican las estirpes de carne (Scott y Dean, 1991; Dean, 2001). En los cuadros 1 a 3 se muestran los objetivos de producción de carne de patos Pekin, Barbarie y Mulard. En España los objetivos de producción con pato Barbarie son 4,9 kg de peso vivo y 2,72 kg/kg de conversión para los machos de 12 semanas y de 2,6 kg y 2,74 kg/kg para las hembras de 10 semanas de edad.

Cuadro 1.- Parámetros productivos de los patos Pekin, Barbarie y Mulard (Grimaud Frères Sélection, 1998, 2000, 2001)

Edad sem.	Pekin ¹		Barbarie ²				Mulard ³			
	Machos y hembras		Machos		Hembras		Machos		Hembras	
	PV ⁴ g	IC ⁴ g/g	PV ⁴ g	IC ⁴ g/g	PV ⁴ g	IC ⁴ g/g	PV ⁴ g	IC ⁴ g/g	PV ⁴ g	IC ⁴ g/g
1	220	0,80	180	0,82	145	0,82	210	0,96	180	0,96
2	680	1,03	400	1,19	325	1,23	520	1,41	450	1,41
3	1.330	1,41	725	1,46	580	1,46	1.000	1,70	865	1,70
4	1.985	1,78	1.185	1,69	865	1,86	1.540	1,96	1.325	1,96
5	2.650	2,03	1.775	1,86	1.235	2,10	2.165	2,14	1.875	2,14
6	3.300	2,30	2.355	1,96	1.625	2,24	2.715	2,29	2.375	2,29
7	3.700	2,51	2.915	2,11	1.985	2,32	3.230	2,41	2.845	2,41
8	4.000	2,75	3.425	2,27	2.245	2,45	3.660	2,53	3.255	2,53
9			3.895	2,39	2.455	2,59	3.940	2,71	3.530	2,71
10			4.305	2,49	2.600	2,75	4.120	2,92	3.725	2,92
11			4.640	2,60	2.685	2,93	4.230	3,16	3.850	3,16
12			4.925	2,71			4.300	3,40	3.950	3,40
13			5.100	2,84						

¹ Estirpe super pesada Star 63

² Estirpe pesada R71L

³ Estirpe Hytop 42

⁴ Peso vivo e índice de conversión acumulados

Cuadro 2.- Parámetros productivos de los patos Pekin y Barbarie (INRA, 1989)

Sexo	Pekin	Barbarie	
	Machos y hembras	Machos	Hembras
Edad, sem.	7	11	9
Peso vivo, kg	2,30	4,46	2,52
Consumo, kg	6,77	12,30	7,03
I. conversión, g/g	3,00	2,79	2,84

Cuadro 3.- Resultados técnicos en patos según estirpes (Ricard, 1986)

	Pekin		Barbarie		Mulard	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Edad, sem.	8	8	12	10	10	10
Peso vivo, kg	2,32	2,23	3,80	2,11	2,86	2,88
Rendimiento, %	60,3	61,0	62,6	59,9	60,4	61,4
Grasa abdominal, % PV	1,9	2,7	2,9	4,3	1,2	2,0
Piel y grasa subcutánea, % muslos	35,4	37,2	31,2	29,4	24,3	26,4
Pechuga sin piel, % PV	8,5	9,0	13,7	12,6	13,2	12,8

La principal ventaja del pato Pekin es su rápido crecimiento, mientras que para el macho Barbarie es el elevado peso que alcanza y la mejor conversión a edad de sacrificio, con respecto al pato Pekin. A la edad de sacrificio, el macho Barbarie tiene menor consumo de pienso por gramo de músculo sintetizado que el Pekin. Sin embargo, el peso que alcanza la hembra es inferior al que se logra con el Pekin. El producto comercial final es distinto, siendo una diferencia importante que la carne del Barbarie es más roja que la del Pekin. El Mulard produce canales parecidas al Barbarie, con la ventaja de que las diferencias entre sexos en cuanto a peso vivo y composición de la canal son más reducidas que en el caso del Barbarie.

3.2.- Producción de paté

Para la producción de paté se aprovecha la gran capacidad de ingestión y de deposición de grasa en el hígado de estas aves (Guémené y Guy, 2004). Se lleva a cabo mayoritariamente con pato Mulard, aunque a veces también se ha utilizado el Barbarie. En el cuadro 4 se muestran datos comparativos entre oca y distintos tipos de pato. La oca produce hígados de mayor tamaño y con menos mermas del paté que el pato (Guy et al., 1995; Guémené y Guy, 2004). Sin embargo, el pato ha sustituido a la oca dada su mejor

aptitud reproductora, menor coste del ave inicial, mayor rendimiento de carne y manejo más fácil. El pato Barbarie produce mayor cantidad de carne que el Mulard, pero el tamaño y la calidad del hígado son menores. Por ello, la producción de paté se realiza mayoritariamente con pato Mulard, que además de su mayor potencial de producción de paté, requiere un manejo más sencillo. El pato común también tiene predisposición a la deposición de grasa, pero su capacidad de ingestión es menor y además los hígados que produce son de peor calidad comercial (Davail et al., 2003). En el cuadro 5 se muestra la evolución en los últimos años del rendimiento del pato Mulard para paté en Francia. Las mejoras que se observan se deben en parte a la aplicación de nuevas tecnologías y mejoras del manejo de estos animales. Sin embargo, la prohibición de jaulas individuales en granjas de nueva construcción a partir de diciembre de 2004 y en todas las explotaciones a partir de diciembre de 2010 supondrá un factor limitante para el desarrollo de la industria de producción de paté.

Cuadro 4.- Productividad de ocas y patos sometidos a alimentación forzada (Guy et al., 1995; Guémené y Guy, 2004)

	Oca	Mulard	Barbarie
Sexo	Machos y hembras	Machos	Machos
Peso vivo, kg	7,4 ^a	6,5 ^b	6,6 ^b
Peso pechuga, g	214 ^c	273 ^b	318 ^a
Paté, g	768 ^a	677 ^b	553 ^c
Pérdida grasa, % ¹	13,9 ^a	40,7 ^b	56,0 ^c
Grasa del paté, %	54,6 ^a	60,5 ^b	62,6 ^b
Triglicéridos, % grasa paté	92,2 ^a	94,4 ^b	95,7 ^b
Fosfolípidos, % grasa paté	3,5 ^a	1,9 ^b	1,5 ^b

¹ Pérdidas de grasa del paté después de la cocción

Medias en la misma fila con superíndices a, b, c distintos son significativamente diferentes con $P \leq 0,01$

Cuadro 5.- Evolución de la productividad del pato Mulard para la producción de paté en Francia (Guémené y Guy, 2004)

	1991	1996	2001	2002
Patos embuchados/granja	173	290	558	618
Edad al embuchado, d	89,3	86,7	88,6	89,4
Duración embuchado, d	15,8	14,9	13,8	13,4
Consumo de maíz, kg	12,3	11,4	10,7	10,5
Producción de paté, g	516	526	539	549

*Los patos están listos para el embuchado a partir de las 10-14 semanas de edad según el tipo considerado.

En el cuadro 6 se comparan la composición y peso de machos Barbarie con 14 semanas de vida según su destino haya sido la producción de paté o de carne (Auvergne et al., 1988). En situaciones normales, el pato Mulard se alimenta *ad libitum* desde el nacimiento hasta las 6 ó 9 semanas y, a continuación, se le restringe durante 3 a 5 semanas. Posteriormente se procura maximizar el consumo de pienso durante 3 a 10 d, con el fin de preparar al pato para la ingestión de elevadas cantidades de alimento durante el embuchado y estimular las secreciones digestivas necesarias para la asimilación de cantidades tan elevadas de nutrientes (Guémené y Guy, 2004). En el periodo previo al embuchado el hígado alcanza pesos de hasta 180 g y con esta técnica se acorta el periodo de alimentación forzada. Aplicando este programa de alimentación, Robin y Castaing (2002) han obtenido producciones de paté de 546 a 572 g por ave, con pato Mulard embuchados durante 9,5 d (19 comidas) con una ingestión total de 8,5 kg de maíz.

Cuadro 6- Diferencias de peso y composición corporal de patos machos Barbarie de 14 semanas en función del objetivo de producción (Auvergne et al., 1988)

Tipo de producción	Paté ¹	Carne
Peso vivo, kg	4,99	4,04
Peso del hígado, % peso vivo	7,4	1,9
Rendimiento canal, %	55,9	62,8
Grasa abdominal, %	3,8	1,4
Piel + grasa subcutánea, % peso vivo	39,7	21,7
Pechuga sin piel, % peso vivo	11,5	16,0

¹ 12 d de embuchado.

En las aves el metabolismo y síntesis de grasa tiene lugar prioritariamente en el hígado, mientras que en los mamíferos ocurre en el tejido adiposo (Leveille et al., 1975). La utilización de maíz en el embuchado se justifica por su bajo coste y elevado contenido en almidón, que es un sustrato ideal para estimular la liponeogénesis en el hígado. Aunque el maíz es la base de la dieta, la preparación del alimento en húmedo hace posible la adición de otros ingredientes minoritarios. En trabajos recientes se ha observado que incluir leche en polvo facilita la respuesta al embuchado, aumenta el peso del paté, reduce las pérdidas de grasa durante el proceso de cocción y mejora la calidad del producto (Robin y Castaing, 1998; Guémené y Guy, 2004).

4.- DESARROLLO CORPORAL Y DEL SISTEMA DIGESTIVO

4.1.- Diferencias entre especies

Las diferencias fisiológicas y anatómicas entre patos y pollos relacionadas con la nutrición son escasas pero de gran importancia práctica. La primera diferencia se observa

en el pico, que en el caso del pato es plano y largo. Este tipo de pico permite a los patos salvajes obtener comida bajo el agua en zonas pantanosas, pero supone una limitación en producción intensiva, ya que no están preparados para los equipos de alimentación. De hecho, uno de los problemas más graves en producción de patos es el desperdicio de pienso, que tiene lugar sobre todo en patos jóvenes. De ahí la importancia de suministrar pienso en gránulo de calidad sin finos, para evitar mermas y que además el polvo se adhiera al pico provocando una reducción del consumo. Otras diferencias anatómicas con respecto al pollo son que el pato carece de buche diferenciado y que su proventrículo es cilíndrico en vez de fusiforme (Das et al., 1965). En lugar de buche los patos disponen de un ensanche del esófago y las contracciones del esófago torácico y del estómago glandular son más activas en patos que en pollos (Pastea et al., 1968). Todo ello podría explicar la mayor velocidad del tránsito digestivo en patos que en pollos (Pisharody y Nair, 1972).

El pato está preparado para ingerir grandes cantidades de agua debido a sus condiciones ancestrales de vida. En producción intensiva los patos beben hasta cuatro y cinco veces más que lo que consumen de pienso (en pollos criados en climas templados varía entre 2,3 y 2,5). Por ello, las heces de los patos son más acuosas y dan más problemas de camas húmedas que las heces del resto de aves domésticas. El problema se corrige en parte poniendo slats en la zona de bebederos en el caso de granjas con suelo continuo, ya que los patos tienden a defecar cuando se levantan a comer. Algunos autores han observado que la digestibilidad de la dieta en patos se reduce con la edad, aunque no se conocen las razones. En un estudio comparativo entre patos Pekin de 5 a 22 d y pollos de 11 a 32 d, Siregar y Farrell (1980a) detectaron este efecto en patos pero no en pollos utilizando dietas tanto de alta (3.540 kcal/kg) como de baja concentración energética (2.845 kcal/kg). Estos autores indican que la diferencia podría deberse a cambios en la velocidad de tránsito o al aumento de la humedad de las heces con la edad en el caso de los patos. En este trabajo la relación consumo de agua:pienso en patos fue de 4,2:1 mientras que en pollos fue de 2,3:1. Dean (1985a) encontró relaciones incluso superiores (5:1 de media) en patos de 1 a 49 d (cuadro 7). En condiciones intensivas, el consumo de agua *ad libitum* por pato es un 20% superior a las necesidades para máximo crecimiento (Veltmann y Sharlin, 1981), lo que resulta en un alto contenido de humedad (90%) de las heces (Dean, 1986). El elevado consumo de agua podría estar asociado con los hábitos alimenticios de los ancestros en esta especie, así como con la necesidad de impulsar rápido el alimento a través del tracto digestivo para aumentar el consumo. Jamroz et al. (2001) observaron que la materia seca de la digesta del intestino delgado y grueso fue mayor en pollos (20,8%) que en patos y gansos (17,3%), aunque en valores absolutos la cantidad de materia seca total fue similar en las tres especies.

Por último, los patos depositan más grasa que los pollos y, por tanto, sus necesidades en aminoácidos esenciales por kg de pienso son inferiores, especialmente a partir de la tercera semana de vida. El mayor contenido graso también perjudica el índice

de conversión en esta especie. Siregar y Farrell (1980a) indican que la relación entre la retención de proteína y grasa era de 2,2:1 en patos y 2,8:1 en pollos.

Cuadro 7.- Consumos de pienso y agua de patos Pekin (Dean, 1985a)¹

Edad Semanas	Peso vivo kg	Consumo pienso, kg		Consumo agua, l		
		Semana	Acumulado	Semana	Acumulado	Día
1	0,27	0,23	0,23	1,54	1,54	0,22
2	0,77	0,75	0,98	4,20	5,74	0,60
3	1,36	1,16	2,13	4,62	10,36	0,66
4	1,81	1,34	3,47	4,76	15,12	0,68
5	2,31	1,47	4,94	5,95	21,07	0,85
6	2,81	1,63	6,58	8,40	29,47	1,20
7	3,18	1,77	8,35	10,50	39,97	1,50

¹ Media de machos y hembras

4.2.- Curvas de crecimiento

La producción de calor en ayunas en aves jóvenes es mayor en patos que en pollos, lo que se debe al mayor ritmo de crecimiento inicial de los patos (Siregar y Farrell, 1980b). Cuando se compara producción de calor a un mismo peso vivo (1 kg), el pato produce un 20% más de calor y sus necesidades de mantenimiento son un 25% superiores con respecto al pollo. En el cuadro 8 se muestra una comparación de los parámetros de las curvas de crecimiento según el modelo de Gompertz para distintas especies avícolas (Larbier y Leclercq, 1994). El pato, al igual que la codorniz, presenta un punto de inflexión en el crecimiento más precoz, por lo que ambas especies alcanzan el peso vivo adulto antes que el pollo o el pavo. La curva de crecimiento expuesta se refiere al desarrollo corporal global, pero no contempla el desarrollo de los órganos y partes nobles. En las aves, el tracto digestivo presenta un desarrollo precoz y su proporción con respecto al peso vivo disminuye con la edad (cuadro 9). Gille et al (1999) observaron que el pico de máximo crecimiento del proventrículo, molleja, intestino, hígado y páncreas estuvo en torno a 13 d en patos Pekin y Mulard y a 31 d en patos Barbarie. El esófago tuvo un pico de crecimiento máximo una semana más tarde en patos Pekin y Mulard y dos semanas más tarde en patos Barbarie.

Estos datos indican que el crecimiento es más rápido en el pato Pekin que en el Barbarie e intermedio en el Mulard. Jamroz et al. (2001) observaron que la longitud del intestino delgado y grueso por unidad de peso metabólico fue significativamente superior en pollos que en patos Mulard o gansos a 21 d de edad, pero no se detectaron diferencias a 42 d. Los pesos absolutos y relativos de los intestinos fueron menores en patos que en

pollos o gansos a 21 y 42 d, aunque las diferencias se redujeron con la edad. Sin embargo, los pesos absolutos y relativos de la molleja y el hígado a 42 d fueron mayores en gansos que en pollos, con los patos en una posición intermedia.

Cuadro 8.- Curvas de crecimiento para distintas especies avícolas según el modelo de Gomertz¹ (Larbier y Leclercq, 1994)

Especie	Sexo	Wo, g ¹	W máx., g ¹	t máx, d ¹	μo ¹	D ¹
Pollo broiler label	Macho	37	6.050	48,2	0,172	0,034
	Hembra	37	4.600	43,2	0,175	0,036
	Macho	37	4.150	52,8	0,138	0,029
Pavo	Macho	60	15.750	75,3	0,127	0,023
	Hembra	60	10.550	69,8	0,122	0,024
Pato Barbarie Pekin	Macho	45	4.675	35,3	0,202	0,043
	Hembra	45	2.700	27,8	0,208	0,051
	Macho	50	2.225	23,8	0,225	0,059
	Hembra	50	2.525	23,8	0,225	0,057
Codorniz	Macho	8,8	247	13,6	0,294	0,088
	Hembra	8,8	271	14,9	0,283	0,083

¹Ecuación de Gompertz: $W=Wo.exp(\mu o(1-exp(-D*t)))/D$

W: peso vivo a la edad t.

Wo: peso vivo al nacimiento (t=0).

μo: constante de la proporción entre el ritmo de crecimiento y el peso vivo.

D: constante de la reducción del ritmo de crecimiento.

Cuadro 9.- Desarrollo relativo de las vísceras (molleja, intestino, hígado, páncreas y bazo) según la especie avícola¹ (Larbier y Leclercq, 1994)

Especie	Sexo	Edad, semanas							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Pollo	Macho	22,0	16,2	12,5	12,0	7,5			
	Hembra	22,0	15,6	13,0	12,8	7,8			
Pavo	Macho	19,7	15,3	12,0	11,0	11,0	9,7	9,2	7,7
	Hembra	19,7	15,5	13,5	11,5	11,0	9,7	9,8	8,7
Pato Barbarie	Macho				9,9	9,0	7,5	7,3	
	Hembra			10,2	10,0	8,1	8,0		
Pekin	Machos y hembras	13,1	17,6	13,8	13,2	12,0			

¹Porcentaje del peso vivo

La selección genética ha logrado estirpes de pato Pekin que crecen más rápido y que disponen de un sistema digestivo de mayor peso que sus predecesores Mallard salvajes (Watkins et al., 2004). El desarrollo del intestino delgado es muy rápido tanto en los patos Pekin como en los Mallard durante las dos primeras semanas de vida, con coeficientes alométricos similares. A partir de la tercera semana de vida, el pato Pekin logra un mayor desarrollo tanto corporal como del tracto digestivo en términos absolutos, pero no en términos relativos, ya que en este último caso el crecimiento del tracto gastrointestinal es menor que para el Mallard (Gille et al., 1999; Watkins et al., 2004).

Por contra, el Pekin presenta a las tres semanas de edad mayor actividad de los enzimas digestivos y superficie de absorción que el Mallard, tanto en términos absolutos como relativos (Watkins et al., 2004). King et al. (2000) observaron que la actividad del enzima fosfatasa alcalina por unidad de peso vivo era elevada hasta las tres semanas, disminuyendo a partir de esta edad. Por tanto, el período más crítico para la nutrición de estos patos corresponde a las tres primeras semanas de vida. Watkins et al. (2004) también observaron una reducción del 38% del peso absoluto del intestino delgado en patos Pekin de cinco semanas, a pesar de que tanto el peso corporal como del resto de órganos digestivos y el consumo de pienso continuaron aumentando con la edad. No existe una explicación clara para este hecho, pero los autores apuntan a que la atrofia del intestino podría estar relacionada con los cambios fisiológicos que tienen lugar en el periodo pre-migratorio de aves salvajes. Sin embargo, esta reducción del desarrollo intestinal no se observó en el pato Mallard.

En las aves las extremidades se caracterizan porque se desarrollan de forma temprana. En los patos además el desarrollo del tejido óseo y muscular de las patas tiene lugar antes que el de las alas, y el de la pechuga es más tardío que en otras especies avícolas (Gille y Salomon, 1995a,b; Gille y Salomon, 1998).

En los cuadros 10 y 11 se compara el desarrollo de los músculos de las extremidades y de la pechuga de diversas especies avícolas. A las 5 semanas de edad, el muslo del Pekin alcanza el 80% del peso que tendría a las 7 semanas (edad de sacrificio), mientras que la pechuga sólo alcanza el 40% (Scott y Dean, 1991). En el Mulard, el crecimiento del hueso y músculo del muslo finaliza en torno a los 9-9,5 semanas, mientras que el de la pechuga lo hace en torno a las 12-12,5 semanas (Guy et al., 1998). Por tanto, es importante ajustar cuidadosamente la edad al sacrificio de estos animales cuando se destinan a despiece.

El contenido proteico de la canal es inferior (cuadro 12) y el de grasa superior (cuadro 13) en patos que en otras aves como el pollo y el pavo. Todas estas características influyen tanto sobre los requerimientos nutricionales de las aves como sobre la calidad de la canal y su rendimiento en partes nobles (ver apartado 6).

Cuadro 10.- Desarrollo de los muslos y contramuslos de algunas especies avícolas¹
(Larbier y Leclercq, 1994)

Especie	Sexo	Edad, semanas							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Pollo	Macho	15,1	21,2	21,4	24,0	23,4	22,6		
	Hembra	15,1	19,5	21,5	22,0	23,5	22,2		
Pavo	Macho	17,8	18,3	20,0	20,9	22,0	23,1	23,0	23,0
	Hembra	17,8	18,0	19,8	21,2	22,6	22,7	22,8	22,8
Pato Barbarie Barbarie	Macho						19,3	16,0	
	Hembra					16,3	15,1	14,6	15,0
Pekin	Machos y hembras	21,0	20,0	20,0	19,0	17,7	16,3	15,7	

Cuadro 11.- Desarrollo del músculo pectoral (sin piel) de algunas especies avícolas¹
(Larbier y Leclercq, 1994)

Especie	Sexo	Edad, semanas							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Pollo	Macho	7,3	12,2	12,8	13,1	13,2			
	Hembra	7,8	12,2	12,7	13,2	13,4			
Pavo	Macho	8,0	15,5	17,5	18,0	18,5	18,7	19,0	20,0
	Hembra				18,3	18,8	19,2	20,1	20,5
Pato Barbarie Barbarie	Macho						10,8	13,8	15,8
	Hembra					10,8	14,1	16,0	
Pekin	Machos y hembras	1,7	3,3	4,8	6,5	8,7	11,0	11,2	

Cuadro 12.- Contenido proteico de la canal (sin plumas) de algunas especies avícolas¹
(Larbier y Leclercq, 1994)

Especie	Sexo	Edad, semanas							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Pollo	Macho	14,7	15,6	16,2	16,2	16,4	16,2		
	Hembra	14,7	15,5	15,8	15,8	15,8	15,8		
Pavo	Macho	16,0	16,2	20,0	18,1	18,1	18,2	18,2	18,5
	Hembra	16,0	15,6	19,6	18,1	18,3	18,3	18,3	17,8
Pato Barbarie Barbarie	Macho	15,5	13,9	13,3	13,5	13,8	15,1	15,7	
	Hembra	15,5	14,9	14,9	14,3	14,9	15,4		
Pekin	Machos y hembras	16,0	13,0	14,0	15,0	16,2			

¹Porcentaje del peso vivo

Cuadro 13.- Contenido en grasa de la canal de algunas especies avícolas¹ (Larbier y Leclercq, 1994)

Especie	Sexo	Edad, semanas							
		0	2	4	6	8	10	12	14
Pollo	Macho	9,5	10,0	12,2	15,5	17,2	17,7		
	Hembra	9,5	11,0	14,0	18,9	20,0	23,0		
Pavo	Macho	7,0	4,5	3,2	4,0	4,2	4,5	5,7	6,4
	Hembra	7,0	4,5	3,8	4,5	5,0	5,0	9,7	14,0
Pato Barbarie	Macho	9,9	13,0	20,0	20,3	21,2	19,5	18,0	
	Hembra	9,9	13,0	18,0	19,0	19,4	20,0		
Pekin	Machos y hembras	12,0	13,0	21,0	27,0	31,0			

¹Porcentaje del peso vivo

5.- NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE PATOS

5.1.- Presentación del pienso

El pato tiende a tirar pienso, especialmente en aves jóvenes o cuando se suministra harina a aves acostumbradas al gránulo. Además, la harina da problemas, ya que se mezcla con la saliva y se empasta en el pico de los patos (Dean, 2001). Yalda y Forbes (1995) realizaron una serie de experimentos donde alimentaron a patos Pekin de 21 a 46 d de edad con piensos con nivel energético alto (2.800 kcal EM/kg y 19% de proteína) o bajo (2.580 kcal EM/kg y 16,5% de proteína). Los piensos se suministraban bien secos o húmedos (1,8 l agua/kg pienso). Los autores observaron que la adición de agua no influyó sobre el consumo de materia seca, pero mejoró los pesos vivos e índices de conversión (12 y 7,4% para los piensos de alta energía y 9 y 18% para los de baja energía, respectivamente). Sin embargo, este sistema no es una alternativa real a la harina en seco, ya que las ventajas se ven contrarrestadas con el peor aspecto y estado sanitario de los animales, que están más sucios que los alimentados con gránulo. Estudios de la década de los 1950's demostraron que el gránulo mejoraba el crecimiento en un 29% en patos desde el nacimiento hasta las 4 u 8 semanas de vida con respecto a la harina en seco o en húmedo (Heuser y Scott, 1951). Resultados similares han sido publicados por Wilson (1973) y Dean (1985a) en pato Pekin, que observaron que la harina empeoraba el crecimiento (4 a 13%) y los índices de conversión (10 a 19%) con respecto a dietas granuladas. En su trabajo Dean (1985a) compara el efecto del nivel de finos en el pienso (0, 2, 8 y 16%) sobre la productividad de 1 a 42 d. La presencia de finos afectó menos de lo esperado en base a los datos publicados y únicamente se observó un empeoramiento del 2-3% de las ganancias y conversiones cuando el nivel de finos fue del 16%. En cualquier caso, en la práctica no es deseable pasar del 4-6% de finos aunque el pato tolere niveles superiores, ya que la existencia de finos

podría agravar el problema del desperdicio de pienso. Además, cuanto más largo es el período de cebo, más importancia tiene este problema.

El diámetro recomendado del gránulo es de 3,2 mm en arranque (dos primeras semanas) y 4,8 mm en crecimiento (Elkin, 1987). Dean (2001) puntualiza que no sólo el diámetro es importante sino también la longitud. Sus recomendaciones son producir gránulos de menos de 4,0 mm de diámetro y 8,0 mm de largo en dietas de inicio (0-2 semanas) y de 4,8 mm y 12,7 mm a partir de entonces. Recientemente, Kenyon (2002) hace recomendaciones similares; no más de 3 mm de diámetro y 10 mm de longitud para patos de hasta 2-3 semanas de edad y 4 mm de diámetro y 15 mm de largo a partir de esta edad.

La durabilidad del gránulo es un aspecto importante en nutrición avícola. Se estima que en patos debe estar en torno al 96%, superior a lo recomendado para pavos (90%) y pollos (80%) (Dozier, 2001). La calidad del gránulo es más importante en patos que en pollos, con el pavo en una posición intermedia.

5.2.- Necesidades nutricionales

5.2.1.- Energía

Como en todas las especies domésticas, el pienso representa el mayor coste en la producción de patos y, dentro del mismo, la energía es el factor más determinante.

5.2.1.1.- Valoración energética de los alimentos

Los estudios sobre valoración energética de materias primas en patos son escasos, especialmente en el caso de materias primas no tradicionales. De hecho, la mayoría de los trabajos publicados se refieren a la harina de soja o a alguno de los cereales. Ostrowski-Meissner (1984) llevaron a cabo 11 experimentos con patos locales Alabio indonés machos con el fin de desarrollar una metodología adecuada para estudiar la EMA y EMV del maíz y de la harina de soja. Uno de los problemas con que se encontraron al intentar estandarizar la metodología fue que los patos requerían agua si se quería que consumieran más de 30 ó 40 g de pienso. Además, las heces eran muy acuosas por lo que la recogida total de excreta era difícil. Como consecuencia, la variabilidad de los datos aumentaba incluso por encima de tres veces la desviación estándar con respecto a la media en muchos casos. El autor estima que se necesita un mínimo de ocho patos que consuman 70 g de pienso granulado y 40 ml de agua para conseguir un error estándar similar al que se obtiene con cinco gallos adultos. Aplicando esta metodología, obtuvo para el maíz y la harina de soja valores de EMA superiores y de EMV similares en patos que en gallos. Shen y Dean (1982) trabajando con patos Pekin adultos obtuvieron valores medios de EMV de 4.094 kcal/kg

para el maíz y de 3.235 kcal/kg para la harina de soja 47%. Estos valores son similares a los publicados por Sibbald (1976) para gallos adultos (4.187 y 3.228 kcal/kg para el maíz y la harina de soja, respectivamente). Sin embargo, Schubert et al. (1982) observaron mayor digestibilidad de la materia orgánica, la fibra bruta, la proteína y los extraíbles libres de nitrógeno en patos Pekin y Barbarie de 6 semanas que en gallinas ponedoras de 11 meses de edad. Resultados recientes (Adeola, 2003) muestran valores similares o superiores de EMAn en patos Pekin de 3,8 kg que en pollos para materias primas no fibrosas utilizadas habitualmente en avicultura. Los valores obtenidos con patos para el maíz y la harina de galleta fueron similares o algo superiores a los utilizados habitualmente en pollos y ponedoras (3.300 y 3.730 kcal/kg, respectivamente), pero los del gluten meal de maíz o la harina de soja 44 fueron más elevados (4.044 y 2.650 kcal/kg). Ragland et al. (1997) encontraron en patos Pekin machos adultos valores de EMAn y EMVn de 3.208 y 3.339 kcal/kg para el maíz, 2.730 y 2.863 kcal/kg para la cebada y 3.350 y 3.484 kcal/kg para el mijo. En un segundo experimento, los valores de EMAn y EMVn obtenidos fueron 3.151 y 3.459 kcal/kg para el maíz, 3.260 y 3.567 kcal/kg para el sorgo y 2.757 y 3.065 kcal/kg para el triticale. King et al. (1997), también con patos Pekin machos de 9 y 10 semanas (3,7 a 3,8 kg de peso) obtuvieron valores de EMAn y EMVn de 3.100 y 3.270 kcal/kg para el maíz, 3.480 y 3.640 kcal/kg para la avena decorticada y 3.140 y 3.300 kcal/kg para el trigo. En un segundo experimento, los valores obtenidos de EMAn y EMVn fueron de 3.240 y 3.400 kcal/kg para el maíz, 3.450 y 3.610 kcal/kg para el arroz cocido y 2.690 y 2.850 kcal/kg para el centeno. Norberg et al. (2004) con patos Pekin machos de 11 semanas (3,2 kg) encontraron valores de EMAn y EMVn de 2.605 y 2.930 kcal/kg para la harina de soja 48% y de 5.048 y 5.373 kcal/kg para el huevo secado por spray (49% de proteína).

Siregar et al. (1982a) encontraron que los valores de EMA determinados en dietas completas para patos eran un 4 a 7% superiores a los calculados para pollos. Mohamed et al. (1984) también encontraron que los valores determinados de dietas comerciales eran algo superiores en patos Barbarie que en pollos a pesos y edades similares (2,0 kg y 8 semanas de edad). Estos autores no observaron diferencias en la valoración energética para el maíz, trigo y cebada entre pollos y patos, pero sí para la harina de soja que fueron superiores (2.575 vs 2.311 kcal EMAn/kg y 2.822 vs 2.466 kcal EMVn/kg MS) y para la harina de algodón que fueron inferiores (1.677 vs 1.944 kcal EMAn/kg y 1.868 vs 2.059 kcal EMVn/kg MS) en patos que en pollos. Estos autores observaron que la digestibilidad de la proteína de la dieta basal de maíz-soja o de las dietas que incluían elevados niveles de concentrados proteicos vegetales (50% de harina de soja o de algodón o 25% de alfalfa) era superior en patos que en pollos. Sin embargo, con dietas ricas en fibra (10% de salvado, 20% de alfalfa y 20% de harina de girasol) la digestibilidad fue similar entre ambas especies. Estos resultados concuerdan con los de Muztar et al. (1977), pero no con los de Schubert et al. (1982), quienes registraron mayor digestibilidad de la fibra bruta en patos Pekin y Barbarie que en gallinas ponedoras.

En general, las diferencias entre patos y pollos o gallinas en cuanto al aprovechamiento de la energía de los distintos ingredientes son escasas. Por tanto, los valores de EM obtenidos con pollos son aplicables a los patos, con un pequeño margen de error.

5.2.1.2.- Necesidades energéticas

La capacidad de crecimiento compensatorio es superior para el pato (especialmente el Pekin) que para el pollo o el pavo; pérdidas de crecimiento en el inicio del ciclo productivo pueden ser recuperadas a partir de las 3 ó 4 semanas de edad (Larbier y Leclercq, 1994). Esta información es de interés, ya que puede ayudar a reducir la incidencia de problemas locomotores y la mortalidad que a veces se observan en esta especie durante las primeras semanas de vida. Además, permite escoger el nivel de energía de la dieta en función del costo por kcal de EM. Normalmente en patos de carne se trabaja con valores entre 2.800 y 3.100 kcal EM/kg en piensos granulados. De hecho, el pato Pekin se adapta a concentraciones energéticas comprendidas entre 2.200 y 3.300 kcal EM/kg en piensos granulados y equilibrados, sin que las ganancias de peso se vean afectadas (Scott y Dean, 1991). Sin embargo, piensos en harina por debajo de las 2.600 kcal EM/kg reducen el consumo voluntario y afectan negativamente al crecimiento.

Dean (1978) no observó ningún efecto sobre el crecimiento de patos Pekin al variar el nivel energético de la dieta desde 3.080 hasta 2.200 kcal EM/kg añadiendo niveles crecientes de celulosa (hasta 40%). En cualquier caso, las conversiones mejoraron con la concentración energética (2,70 vs 3,66 g/g con 3,1 kg de peso vivo, respectivamente). Sin embargo, Hill y Dansky (1954) observaron que al añadir 40% de cascarilla de soja a la dieta se reducía el consumo y el crecimiento en pollos. Siregar y Farrell (1980a) comparan la utilización energética de dietas de alta y baja energía (3.540 vs 2.845 kcal EM/kg) en patos Pekin de 5 a 22 d y pollos de 11 a 32 d. Estos autores observan que el consumo de kcal de EM fue mayor con las dietas de alto nivel de energía en ambas especies, pero que en patos la diferencia de consumo de kcal entre ambas dietas fue del 4%, mientras que en pollos fue del 10%. Estos datos parecen indicar que el pato ajusta mejor el consumo de pienso que el pollo para mantener constante el consumo de energía, ya que el pollo tiene mayor tendencia a sobreconsumir con dietas muy concentradas. Asimismo, Jeroch et al. (1974) probaron siete niveles energéticos dentro del rango de 1.400 a 2.820 kcal EM/kg en patos Pekin de 0 a 8 semanas de vida sin observar efecto alguno sobre el crecimiento. Dean (1978, 1985a,b) indican que el índice de conversión en pato Pekin de 0 a 7 semanas de edad varía de 3,64 con dietas con 2.200 kcal EM/kg hasta 2,59 con dietas con 3.200 kcal EM/kg. Otros autores no encontraron efecto alguno sobre el peso vivo del pato Pekin a 14 d al incrementar la energía de la dieta de 2.600 a 3.000 kcal EM/kg, pero sí entre 28 y 56 d; a estas edades la mejora del peso fue del 3% a favor de la dieta concentrada (Wilson, 1975).

Farrell (2000) observó que el pato Pekin de 0 a 2 semanas prefería dietas con alto nivel energético y proteico (82% del total del consumo) si se le dejaba elegir entre cuatro dietas distintas que variaban en cuanto al nivel de energía (2.820 vs 3.490 kcal EM/kg) y proteína (24,5% vs 17% proteína). Sin embargo, de 2 a 6 semanas no se detectó preferencia por ningún tipo de dieta. Estos resultados corroboran el interés por la utilización de dietas menos concentradas durante la fase de acabado en estos animales. Jeroch et al. (1977) probaron cinco niveles de energía en el rango de 2.485 a 3.155 kcal EM/kg en pato Barbarie de 0 a 4 semanas. No se observó efecto sobre el crecimiento de los patos, pero estos ajustaron su consumo energético al tipo de dieta, con lo que el índice de conversión mejoró a medida que se incrementaba la densidad energética. Resultados similares han sido encontrados por Leclercq y de Carville (1976a, 1985), quienes compararon dietas con un rango de energías de entre 2.490 y 3.170 kcal EM/kg en pato Barbarie hembra desde el nacimiento hasta las 10 semanas. La concentración energética de las dietas no afectó a las ganancias de peso, pero de 0 a 4 semanas el índice de conversión se redujo de 2,34 a 2,07 g/g al incrementar la energía de la dieta. Ali y Sarker (1992) consideran que en pato Barbarie la concentración energética más adecuada es 2.900 kcal EM/kg tanto en inicio como en crecimiento y acabado. Los resultados de todos estos estudios indican que tanto el pato Pekin como el Barbarie responden bien a un amplio rango de valores energéticos de las dietas. Por tanto, la concentración de energía puede modificarse en función de los costos.

5.2.2.- Proteína

Las discrepancias existentes en cuanto a las necesidades en proteína de los patos se deben en gran medida a la capacidad de crecimiento compensatorio de esta especie. El objetivo es proporcionar un nivel proteico adecuado en el periodo inicial de crecimiento que maximice las ganancias de peso y los índices de conversión. Una deficiencia proteica en los primeros estadios de vida aumenta de forma notable los problemas de picaje y canibalismo, sobre todo en pato Barbarie. Esta tendencia al picaje es más acusada a partir de las tres semanas de edad, una vez que ha comenzado el emplume. Por otro lado, un nivel proteico alto reduce ligeramente la concentración de grasa de la canal al sacrificio. Las recomendaciones de proteína para patos según la bibliografía varían entre el 16 y 22% de 0 a 3 semanas y de 12 a 18% de 3 semanas hasta el sacrificio. Sin embargo, dado el amplio rango de concentración energética utilizada en esta especie, las necesidades de proteína deben expresarse por unidad de energía y no en valores absolutos. Así, para pato Pekin los mayores requerimientos nutricionales durante las dos o tres primeras semanas están entre 71,0 y 83,6 g/Mcal EM (Dean 1967; Du Preez y Wessels, 1970; Scott y Dean, 1991; NRC, 1994; Leeson y Summers, 1997; Farrell, 1999; Bons et al., 2002; Dean, 2003) y los menores entre 60 y 64,8 g/Mcal EM (Wilson, 1975; Shen, 1977; Siregar et al., 1982b; Council of Agriculture in Taiwan, 1996; Ferket y Davis, 1998). En el periodo de crecimiento de 3 a 7 u 8 semanas los valores están entre 50 y 60 g/Mcal EM (Dean, 1967; Rous et al, 1974; Siregar et al., 1982b; Scott y Dean, 1991; NRC, 1994; Council of Agriculture in Taiwan, 1996; Leeson y Summers, 1997; Ferket

y Davis, 1998; Grimaud Frères Sélection, 1998; Dean, 2003), con valores incluso inferiores (en torno a 36 g/Mcal EM) según otros autores (Siregar et al., 1982a). En cualquier caso, Farrell (1999) y Bons et al. (2002) recomiendan valores superiores a los citados, entre 67,6 y 76,4 g/Mcal EM.

Dean (1972a) obtuvo óptimos resultados en peso al sacrificio e índice de conversión en patos Pekin de 0 a 6 u 8 semanas con niveles de proteína de sólo el 16% (51,6 g/Mcal EM). Con estos niveles proteicos los patos muestran una clara reducción del crecimiento durante las dos primeras semanas de vida, pérdida que compensan posteriormente. Es importante que cuando se busque crecimiento compensatorio se de tiempo suficiente al pato para poder compensar. En situaciones prácticas, Dean (1972a) aconseja para pato Pekin utilizar niveles de proteína del 22% (71 g/Mcal EM) en piensos de iniciación y reducir al 16% o incluso menos (51,6 g/Mcal EM) en acabado (3 a 7 semanas). Siregar et al. (1982a) no observaron diferencias ni en crecimiento, ni en conversión en patos Pekin de 2 a 8 semanas con dietas con tan sólo un 12% de proteína con respecto a niveles superiores. Sin embargo, Dean (1985a) observó un menor rendimiento en plumas y mayor incidencia de canibalismo y picaje cuando el nivel de proteína de la dieta era inferior al 16%. En general, para patos Pekin una relación EM:proteína entre 135 y 145 kcal (73 y 69 g/Mcal EM) proporciona buenos resultados en dietas de inicio y entre 170 y 190 (entre 59 y 52 g/Mcal EM) en crecimiento y acabado (Scott y Dean, 1991).

Es de esperar que los patos Barbarie y Mulard necesiten más proteína en relación a la energía que el pato Pekin, dado su menor contenido en grasa y mayor porcentaje de magro. En pato Barbarie macho cabría esperar aún mayores necesidades proteicas dado el gran desarrollo de pechuga de estos animales. Sin embargo, la información disponible no favorece esta hipótesis, al menos en términos de necesidades proteicas para máxima ganancia de peso. Los mayores requerimientos en dietas para las tres primeras semanas de pato Barbarie están entre 71,4 y 75,8 g/Mcal EM (INRA, 1989; Scott y Dean, 1991; Grimaud Frères Sélection, 2001) y los menores entre 60 y 65,4 g/Mcal EM (Leclercq y De Carville, 1976a, 1985). En los periodos de crecimiento (3 a 7 u 8 semanas) y acabado (>7-8 semanas) los valores están entre 50 y 62 g/Mcal EM (Leclercq y De Carville, 1976b, 1977, 1985; INRA, 1989; Scott y Dean, 1991; Ali y Sarker, 1992; Larbier y Leclercq, 1994; Grimaud Frères Sélection, 2001). Baeza y Leclercq (1998) trabajando con patos Barbarie de 8 a 12 semanas compararon una dieta control con 15-16% de proteína frente a dietas isoenergéticas con sólo 10,5 a 14,2% de proteína, a las que se les añadía aminoácidos sintéticos para mantener los niveles de aminoácidos de la dieta control. Las dietas con 12,4% de proteína suplementadas con aminoácidos dieron resultados similares a los de la dieta control, tanto en parámetros productivos como de calidad de canal (rendimiento de canal y partes nobles y nivel de grasa abdominal). Estos datos confirman que es el nivel de aminoácidos esenciales y no el de proteína el parámetro que influye sobre la productividad y la calidad de la canal en patos.

Shen (1977, 1979) estudió las necesidades proteicas del pato Mulard en inicio (0 a 3 semanas) y crecimiento (4 a 10 semanas) y encontraron que de 0 a 3 semanas los niveles óptimos para productividad eran de 17 a 20% en dietas con 2.750 kcal/kg (61,8-72,7 g/Mcal EM). De 4 a 10 semanas no se observaron diferencias entre dietas cuando el nivel proteico fue superior al 14% (50 g/Mcal EM). Los resultados obtenidos con patos Mulard y Barbarie prácticamente no difieren de los publicados con pato Pekin. Aparentemente, aspectos genéticos, como que el crecimiento del Barbarie y del Mulard es más lento que el del Pekin, podrían compensar la mayor proporción de magro de los primeros. El pato Pekin deposita menos músculo que el Barbarie, pero lo hace en menos tiempo. Además, el desarrollo de las plumas es más temprano en el Pekin que en el Barbarie. En cualquier caso, las recomendaciones proteicas prácticas para patos Barbarie y Mulard deben ser ligeramente superiores a las obtenidas en centros de investigación para máximo crecimiento, y más teniendo en cuenta la falta de datos sobre el efecto de la relación EM:proteína sobre la calidad de la canal (Scott y Dean, 1991). En los cuadros 14 y 15 se resumen las recomendaciones de proteína en dietas para pato Barbarie y Pekin en las distintas fases de crecimiento propuestas por distintos autores. En estos cuadros se presentan los valores de proteína en porcentaje de la dieta y en g/Mcal EM, así como la relación EM:proteína de estas dietas.

Cuadro 14.- Recomendaciones de proteína en dietas para pato Barbarie

Edad, sem.	EMAn kcal/kg	Proteína		EM:proteína	Referencia
		%	g/Mcal EM		
0-3	2.952	17,7-19,3	60,0-65,4	167-153	Leclercq y De Carville, 1976a, 1985
>4	3.000	15,0	50,0	200	Leclercq y De Carville, 1976b, 1977a, 1985
0-2/3	2.900	18,4	71,4	140	INRA, 1989
3-6	3.000	16,0	62,0	161	
>6	3.000	15,0	50,0	200	
0-3	2.800	20,0	71,4	140	Scott y Dean, 1991
>3	2.900	18,0	62,0	161	
0-3	2.900	20,0	69,0	145	Ali y Sarker, 1992
>3	2.900	18,0	62,0	161	
0-8	3.100	18,0	58,1	172	Larbier y Leclercq, 1994
>8	3.100	15,0	48,4	207	
0-3	2.850-2.900	19,0-22,0	66,7-75,8	150-132	Grimaud Frères Sélection, 2001
4-7	2.900-3.100	17,0-19,0	58,6-61,3	170-163	
8-12	3.000-3.200	15,0-18,0	50,0-56,2	200-178	
0-3	2.900	20,0	69,0	145	Autores, 2004
3-7	2.925	17,5	59,8	167	
>7	2.950	15,5	52,5	190	

Cuadro 15.- Recomendaciones de proteína en dietas para pato Pekin

Edad, sem.	EMAn kcal/kg	Proteína		EM:proteína	Referencia
		%	g/Mcal EM		
0-2	3.000-3.025	18,0-19,0	60,0-62,8	167-159	Wilson, 1975
3-8	3.025	16,0	52,9	189	Siregar et al., 1982b
0-3	3.100	22,0	71,0	141	Scott y Dean, 1991
3-7	3.050	17,0	55,7	179	
0-2	2.900	22,0	75,9	132	NRC, 1994
2-7	3.000	16,0	53,3	187	
0-5	3.100	18,0	58,1	172	Larbier y Leclercq, 1994
5-7	3.100	15,0	48,4	207	
0-3	2.890	18,7	64,7	154	CA, Taiwan ¹ , 1996
3-7	2.890	15,4	53,3	188	
0-3	2.850-2.900	22,0-20,0	77,2-69,0	129-145	Leeson y Summers, 1997
3-7	3.100-3.125	18,0-16,0	58,1-51,2	172-195	
0-2	3.086	20,0	64,8	154	Ferket y Davis, 1998
2-6	3.086	18,0	58,3	171	
6-8	3.086	16,0	51,8	193	
0-2	2.900-2.950	20,0	69,0-67,8	145-147	Grimaud Frères Sélection, 1998
>2	3.050-3.100	17,0-19,0	55,7-61,3	179-163	
0-3	2.750	23,0	83,6	119	Farrell, 1999
3-7	2.750	21,0	76,4	131	
0-3	3.030	22,4	73,9	135	Bons et al., 2002
3-7	3.180	21,5	67,6	148	
0-2	2.866-3.086	20,6-22,0	71,9-71,3	139-140	Dean, 2003
2-7	2.866-3.086	15,1-16,1	52,7-52,2	190-192	

¹ Council of Agriculture in Taiwan

En los últimos años las publicaciones sobre necesidades de aminoácidos en pollos y pavos han sido numerosas, pero la información en patos es muy escasa. De hecho, los requerimientos establecidos por el NRC (1994) provienen en su mayoría de trabajos realizados hace más de 15 años. La evolución genética del pato Pekin durante las últimas décadas ha logrado que el peso al sacrificio haya pasado de 2,4 kg en 56 d (Pingel et al., 1969) a 3,6 kg en 49 d de edad (Bons et al., 2002), y que la proporción de pechuga se haya incrementado del 9% (Pingel et al., 1969) al 17% (Timmler y Jeroch, 1999). Por tanto, las necesidades de aminoácidos de los patos actuales son superiores a las recomendaciones basadas en trabajos realizados hace 10 ó 20 años.

Los aminoácidos azufrados, especialmente la metionina, son aminoácidos limitantes en aves. Demers y Bernard (1950) observaron que los requerimientos de metionina del pato Pekin de 0 a 22 d de edad estaban en torno al 0,8%. Al incluir 0,4% de cisteína en la dieta, las necesidades de metionina se reducían al 0,5%. Dean (1967, 1968) indica que el pato Pekin de 1 a 10 d de edad alcanza pesos óptimos con 0,6% de aminoácidos azufrados totales (0,45% de metionina y 0,15% de cisteína). Dean y Shen (1982) en patos Pekin recomiendan 0,47% de metionina y 0,81% de azufrados totales durante las dos primeras semanas de vida. Elkin et al. (1986) probaron niveles crecientes de metionina (0,27, 0,33, 0,39, 0,45, 0,51 y 0,57%) para patos Pekin macho durante los primeros 12 d de vida. Estos autores concluyen que los requerimientos de metionina están entre 0,38 y 0,42% y los de aminoácidos azufrados totales entre 0,67 y 0,71%. El NRC (1994) recomienda 0,40% de metionina y 0,70% de azufrados totales durante las dos primeras semanas y 0,30 y 0,55% a partir de las dos semanas. Leeson y Summers (1997) recomiendan que el nivel de metionina en pienso sea el 2% de la proteína bruta.

Para el pato macho Barbarie, Leclercq y De Carville (1977) recomiendan 0,30% de metionina de 3 a 6 semanas y 0,25 a 0,30% de 6 a 10 semanas. Estos autores estimaron en 0,60% en crecimiento y 0,55% en acabado las necesidades de aminoácidos azufrados totales. Leclercq y De Carville (1981) encontraron que las necesidades de azufrados totales en patos Barbarie estaban en torno a 0,60% de 3 a 6 semanas y 0,50% de 6 semanas a sacrificio. Hsieh et al. (1980) recomiendan 0,33% de metionina en pato Mulard de 8 a 18 d de vida.

La lisina es normalmente el segundo aminoácido limitante para el crecimiento en aves. Existe poca información sobre la influencia de niveles extras de inclusión de este aminoácido sobre la deposición de magro. Adams et al. (1983) trabajaron con niveles de lisina comprendidos entre 0,70 y 1,0% de la dieta, con patos Pekin de 1 a 49 d de vida, sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos para los parámetros productivos. Estos datos sugieren que los requerimientos de lisina para optimizar parámetros productivos no exceden del 0,70%. Sin embargo, detectaron que niveles de lisina entre 0,80 y 0,95% en machos y 0,90% en hembras mejoraron el rendimiento de la canal. Bons et al. (2002) trabajaron con niveles de lisina entre 0,76 y 1,26% de 1 a 21 d y de 0,62 a 1,12% de 22 a 49 d en patos Pekin. Estos autores recomiendan niveles de lisina de 1,18% de 1 a 21 d y de 1,00% a partir de 22 d. En caso de buscar máximos crecimientos pero no máximo rendimiento de pechuga de la canal, el nivel de lisina del pienso de crecimiento-cebo se puede reducir en un 15%.

Leclercq y De Carville (1979a) encontraron en patos Barbarie que las necesidades de lisina eran de 0,65% de 3 a 6 semanas y de 0,59% de 6 a 10 semanas de edad para crecimientos y conversiones óptimas. Baeza y Leclercq (1998) compararon en patos Barbarie de 8 a 12 semanas de vida dietas con niveles de lisina digestible que variaban entre 0,43 y 0,67% con una dieta control 0,67% de lisina digestible. No observaron

ninguna diferencia entre los tratamientos ni en rendimientos productivos ni en rendimientos de canal y partes nobles. Chen y Shen (1979) estudiaron niveles de lisina entre 0,65 y 1,45% en pato Mulard de 9 a 21 d y encontraron que el nivel de lisina para máxima productividad fue de 1.06%.

En el cuadro 16 se muestra un resumen de las recomendaciones de lisina para pato Pekin propuestas por distintos autores. En general, se recomienda que el nivel de este aminoácido esté en torno al 5% de la proteína, independientemente de la edad del pato (Larbier y Leclercq, 1994; NRC, 1994; Leeson y Summers, 1997; Ferket y Davis, 1998; Bons et al., 2002; Dean, 2003).

En el cuadro 17 se ofrecen las recomendaciones de proteína y aminoácidos totales propuestas por Scott y Dean (1991) para patos Pekin y Barbarie. Estos autores sugieren que a partir de las 3 semanas de edad el nivel de lisina pueda reducirse al 4,5% de la proteína.

Cuadro 16.- Recomendaciones de lisina en dietas para pato Pekin

Edad, sem.	EMAn kcal/kg	Proteína %	Lisina		Referencia
			%	g/Mcal EM	
0-3 3-7	3.100 3.050	22,0 17,0	1,10 0,77	3,55 2,52	Scott y Dean, 1991
0-2 2-7	2.900 3.000	22,0 16,0	0,90 0,65	3,10 2,17	
0-5 5-7	3.100 3.100	18,0 15,0	0,85 0,70	2,74 2,26	Larbier y Leclercq, 1994
0-3 3-7	2.890 2.890	18,7 15,4	1,10 0,90	3,81 3,10	CA, Taiwan ¹ , 1996
0-3 3-7	2.850-2.900 3.100-3.125	22,0-20,0 18,0-16,0	1,10-0,96 0,86-0,78	3,86-3,31 2,77-2,50	Leeson y Summers, 1997
0-2 2-6 6-8	3.086 3.086 3.086	20,0 18,0 16,0	1,10 0,90 0,80	3,56 2,92 2,59	Ferket y Davis, 1998
0-3 3-7	3.030 3.180	22,4 21,5	1,18 1,00	3,89 3,14	Bons et al., 2002
0-2 2-7	2.866-3.086 2.866-3.086	20,6-22,0 15,1-16,1	1,12-1,20 0,75-0,80	3,91-3,89 2,62-2,59	Dean, 2003

¹Council of Agriculture in Taiwan.

Wu et al. (1984) probaron distintos niveles de triptófano (de 0,13 a 0,38%) durante las tres primeras semanas de vida de patos Mulard y observaron que las necesidades mínimas para máxima productividad fueron de 0,23% (1,3% de la proteína). Scott y Dean (1991) en pato Pekin y Barbarie recomiendan niveles de triptófano del 1,15 % de la proteína (cuadro 17). En trabajos previos, Dean (1978) recomienda en patos Pekin niveles de triptófano de 1,09% de la proteína bruta de la dieta.

Cuadro 17.- Recomendaciones de proteína y aminoácidos en piensos para inicio y crecimiento de patos Pekin, Barbarie y Mulard (Scott y Dean, 1991)

%	Proteína %	Pekin		Barbarie y Mulard	
		Inicio	Crecimiento	Inicio	Crecimiento
EM, kcal/kg		3.100	3.050	2.800	2.900
Proteína		22,0	17,0	20,0	18,0
Lisina	5,0 ¹	1,10	0,77	1,00	0,81
Metionina	2,0 ¹	0,44	0,32	0,40	0,34
Cisteína	1,6	0,35	0,27	0,32	0,29
Treonina	3,6	0,80	0,61	0,72	0,65
Triptófano	1,15 ²	0,25	0,20	0,23	0,21
Arginina	5,0	1,10	0,85	1,00	0,90
Histidina	2,0	0,44	0,34	0,40	0,36
Isoleucina	4,0	0,88	0,68	0,80	0,72
Leucina	6,0	1,32	1,00	1,20	1,08
Fenilalanina	3,6	0,80	0,61	0,72	0,65
Tirosina	3,2	0,70	0,54	0,64	0,58
Valina	4,0	0,88	0,68	0,80	0,72

¹A partir de 3 semanas de vida las necesidades en Lys son 4,5% de la PB y las de Met 1,9%.

²Niveles adecuados de niacina

La información disponible sobre la digestibilidad de los distintos aminoácidos es prácticamente inexistente en patos. Datos de Jamroz et al. (2001) parecen indicar que los patos digieren los aminoácidos de la dieta peor que los pollos (cuadro 18). En este trabajo la digestibilidad media para pollos, patos Mulard y gansos a 42 d fue de 76, 69 y 56%, respectivamente. Para metionina y lisina la digestibilidad fue baja en patos (44 y 57%) y gansos (52 y 41%) y mejor en pollos (70 y 72%). Sin embargo, Siregar y Farrell (1980a) observaron mayor retención de nitrógeno en patos de 5 a 22 d que en pollos de 11 a 32 d (62 vs. 55%), debido probablemente al rápido crecimiento del pato.

En el cuadro 19 se ofrecen datos de diversos autores sobre el perfil de aminoácidos del tejido magro del pato en comparación con el de otras aves domésticas. En general, las diferencias son mínimas en relación a los aminoácidos claves.

Cuadro 18.- Digestibilidad aparente ileal¹ de los aminoácidos en pollos, patos y gansos a 42 de vida (Jamroz et al., 2001)

	Pollos	Patos	Gansos
Alanina	70,2±9,4 ^a	51,7±8,5 ^b	39,1±13,7 ^c
Aspártico	67,5±9,8 ^a	60,6±6,6 ^a	46,1±13,0 ^b
Arginina	76,3±7,7 ^a	72,1±8,4 ^a	56,3±18 ^b
Cisteína	69,4±7,8 ^a	51,9±4,7 ^b	47,0±13 ^b
Glicina	67,5±9,3 ^a	52,1±8,3 ^b	35,5±15,1 ^c
Glutámico	85,2±5,1 ^a	81,8±3,1 ^{ab}	76,0±9,1 ^b
Histidina	75,0±7,3 ^a	63,6±6,2 ^b	61,9±10,6 ^b
Isoleucina	74,8±8,4 ^a	66,4±10,0 ^a	52,4±11,1 ^b
Leucina	70,1±8,7 ^a	58,1±8,9 ^b	51,8±11,4 ^b
Lisina	71,7±12,0 ^a	56,6±11,6 ^b	40,8±14,1 ^b
Metionina	69,5±14,5 ^a	43,8±16,9 ^b	51,6±12,2 ^b
Fenilalanina	76,8±7,3 ^a	71,3±6,3 ^a	54,6±9,7 ^b
Prolina	90,8±3,9 ^a	89,8±1,8 ^a	61,9±14,8 ^b
Serina	70,0±9,5 ^a	66,7±5,7 ^a	50,3±13,0 ^b
Treonina	61,6±11,9 ^a	48,7±10,2 ^b	49,6±14,5 ^b
Tirosina	67,0±10,4 ^a	72,5±7,4 ^a	29,5±17,4 ^b
Valina	68,8±9,9 ^a	57,4±10,6 ^b	43,3±13,4 ^c
Total aminoácidos	76,1±7,6 ^a	68,6±6,0 ^a	56,0±10,1 ^b

¹Dietas con 40% cebada, 29% trigo, 23% harina de soja (2.760 kcal EM /kg, 18,4% proteína, 0,95% Lys, 0,32% Met, 0,36% Cys y 0,57% Thr).

Medias ±desviación estándar (n=10 jaulas de 5, 4 y 3 pollos, patos y gansos/jaula).

38 pollos macho Shaver-Starbro, 28 patos machos Mulard y 18 gansos machos Landaise.

Medias en la misma fila con superíndices a, b, c distintos son significativamente diferentes $P \leq 0,05$

En el cuadro 20 se muestra el perfil de la proteína ideal propuesto por distintas fuentes, incluidos los autores. Las recomendaciones nutricionales de las dietas de inicio, crecimiento y cebo para pato Pekin y Barbarie propuestas por diversos centros de investigación, compañías de genética y las de los propios autores se muestran en los cuadros 21 a 24.

Las recomendaciones de proteína y aminoácidos propuestas por los autores son algo superiores a las necesarias para productividad del pato Barbarie, ya que van enfocadas a maximizar la producción de pechuga a nivel de despiece.

Cuadro 19.- Perfil de aminoácidos relativo a la lisina del tejido magro del pato a 44 d, pollo a 70 d, pavo a 56 d y ganso a 49 d (Holmes et al., 1963²; Nitsan et al., 1981⁴; Fisher y Scougall, 1982³; Farrell, 1999¹)

	Pato ¹	Pollo ²	Pavo ³	Ganso ⁴
Lisina	100	100	100	100
Metionina	30	30	33	27
Cisteína	45	39	30	43
Treonina	73	73	71	76
Triptófano		16	18	
Arginina	118	96	117	121
Glicina	156	175	127	147
Histidina	33	37	35	40
Isoleucina	77	82	71	64
Leucina	131	133	126	128
Fenilalanina	79	70	63	73
Tirosina	62	51	50	65
Valina	98	111	89	83

Cuadro 20.- Perfil de la proteína ideal recomendado en dietas de inicio para pato Pekin (% Lys)

Referencia	Lys	Met	Met + Cys	Thr	Trp
Scott y Dean, 1991	100	40	72	73	23
NRC, 1994	100	44	78	-	26
Leeson y Summers, 1997	100	44	75	69	20
Grimaud Frères Sélection, 1998	100	50	85	75	23
Timmler et al., 2000	100	34	-	71	18
Dean, 2003	100	39	67	67	19
Wang et al., 2004	100	42	-	-	22
Autores, 2004	100	44 ¹	76 ¹	71	22

¹Subir un 5% en caso de problemas de emplume o canibalismo.

**Cuadro 21.- Recomendaciones nutricionales para dietas de inicio de pa
(Centros de investigación)**

	Blair et al 1983	Dean 1985a	INRA 1989 ¹	Scott y Dean 1991		Larbier y Leclercq 1994	NRC 1994	Leeson y Summers 1997	
				Pekin	Barbarie			1	2
Tipo de pato		Pekin		Pekin	Barbarie		Pekin	Pekin	Pek
Edad, semanas		0-2	0-2/3			0-5/8 ³	0-2		
EM, kcal/kg	2.990 ⁴	3.100	2.900	2.905	2.900	3.100	2.900	2.850	2.90
Ac. linoleico, %	0,80								
Proteína bruta,%	22,0	22,0	18,4	20,7	20,7	18,0	22,0	22,0	20,
Lys, %	1,10	1,20	0,88	1,00	1,05	0,85	0,90	1,10	0,9
Met, %	0,42	0,47	0,35	0,43	0,41		0,40	0,48	0,4
Met+Cys, %	0,77	0,80	0,73	0,80	0,74	0,70	0,70	0,83	0,7
Thr, %	0,68		0,62		0,74	0,59		0,76	0,6
Trp, %	0,22	0,23	0,16	0,25	0,25	0,14	0,23	0,22	0,1
Arg, %	1,19	1,20	1,03			0,89	1,10	1,20	1,0
Ile, %	0,79		0,68			0,61	0,63	0,84	0,6
Val, %	0,92		0,83			0,67	0,78	0,93	0,7
Calcio, %	0,79	0,65	0,90	0,71	0,78	0,90	0,65	0,80	0,8
Fósforo, %	0,65		0,65						
Fósforo dis., %	0,43	0,40	0,40	0,43	0,45	0,35	0,40	0,40	0,4
Sodio, %	0,17	0,15	0,16	0,15	0,17	0,14	0,15	0,18	0,1
Potasio, %	0,27								
Cloro, %	0,17	0,13	0,14			0,12	0,12		
Magnesio, %	0,05	0,06					0,05		

¹Pekin de 0 a 2 semanas y Barbarie de 0 a 3 semanas. ²AE y ME: Dietas con nivel de energía alto y medio, respectivamente. ³AE y ME: Dietas con nivel de energía alto y medio, respectivamente. ⁴Rango recomendado entre 2.750 y 3.085 kcal EM/kg. Corregir el resto de nutrientes.

**Cuadro 22.- Recomendaciones nutricionales para dietas de crecimiento de p
(Centros de investigación)**

	Blair et al 1983	Dean 1985b	INRA 1989 ¹	Scott y Dean 1991		NRC 1994	Leeson y Summers 1997	
				Pekin	Barbarie		3	4
Tipo de pato		Pekin	Barbarie	Pekin	Barbarie	Pekin	Pekin	Pekin
Edad, semanas		>2	3-6			2-7		
EM, kcal/kg	3.060 ³	3.100	3.000	2.950	2.970	3.000	3.100	3.125
Ac. linoleico, %	0,80							
Proteína bruta, %	18,3	16,0	16,0	16,4	16,5	16,0	18,0	16,0
Lys, %	0,86	0,80	0,76	0,88	0,88	0,65	0,86	0,78
Met, %	0,38	0,35	0,33	0,39	0,35	0,30	0,39	0,35
Met+Cys, %	0,68	0,60	0,65	0,60	0,58	0,55	0,66	0,60
Thr, %	0,59		0,55				0,56	0,50
Trp, %	0,22	0,20	0,16	0,19	0,19	0,17	0,16	0,15
Arg, %	1,05	1,00	0,86			1,00	0,94	0,85
Ile, %	0,67		0,56			0,46	0,63	0,56
Val, %	0,78		0,70			0,56	0,69	0,62
Calcio, %	0,82	0,60	0,80	0,60	0,70	0,60	0,76	0,75
Fósforo, %	0,62		0,60					
Fósforo dis., %	0,40	0,35	0,35	0,36	0,35	0,30	0,38	0,35
Sodio, %	0,15	0,14	0,16	0,15	0,16	0,15	0,18	0,18
Potasio, %	0,28							
Cloro, %	0,17	0,12	0,14			0,12		
Magnesio, %	0,05	0,05				0,05		

¹Pekin > 2 sem.: 2.900 kcal/kg, 14% proteína, 0,70% Lys, 0,30% Met y 0,60% Met + Cys

²AE y ME: Dietas con nivel de energía alto y medio, respectivamente

³Rango recomendado entre 2.990 y 3.110 kcal EM/kg. Corregir el resto de nutrientes en función de la ener

**Cuadro 23.- Recomendaciones nutricionales para dietas de inicio y crecimiento
(Compañías de genética y propias de los autores)**

Tipo de pato	Grimaud Frères Sélection 1998, 2001				Auto
	Pekin		Barbarie		Ba
	0-2	>2	0-3	4-7	0-3
Edad, semanas	0-2	>2	0-3	4-7	0-3
EM, kcal/kg	2.900-2.950	3.050-3.100	2.850-2.900	2.900-3.100	2.900
Ac. linoleico, %					0,80
Proteína bruta, %	20,0	17,0-19,0	19,0-22,0	17,0-19,0	20,0
Lys, %	1,00	0,80	0,95	0,85	1,00
Met, %	0,50	0,40	0,45	0,40	0,45
Met+Cys, %	0,85	0,70	0,85	0,65	0,78
Thr, %	0,75	0,60	0,75	0,60	0,72
Trp, %	0,23	0,16	0,23	0,16	0,22
Calcio, %	1,0-1,20	0,90-1,00	1,00-1,20	0,90-1,00	0,85
Fósforo, %					0,60
Fósforo dis., %	0,40-0,50	0,40-0,45	0,45	0,40	0,43
Sodio, %	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15
Potasio, %	<0,80	<0,80			<0,80
Cloro, %	<0,22	<0,22	0,15-0,22	0,15-0,22	0,13-0,25
Magnesio, %					

**Cuadro 24.- Recomendaciones nutricionales para dietas de acabado de p
(Centros de investigación, compañías de genética y propias de los autor**

	INRA 1989	Larbier y Leclercq 1994	Ferket y Davis 1998	Grimaud Frères Sélection 2001
Tipo de pato	Barbarie		Pekin	Barbarie
Edad, semanas	>6	5/8-sacrificio	6-8	8-12
EM, kcal/kg	3.000	3.100	3.086	3.000-3.200
Ac. linoleico, %			1,00	
Proteína bruta,%	15,0	15,0	16,0	15,0-18,0
Lys, %	0,72	0,70	0,80	0,75
Met, %	0,30			0,30
Met+Cys, %	0,62	0,65	0,70	0,60
Thr, %	0,52	0,48		0,50
Trp, %	0,15	0,12		0,16
Arg, %	0,82	0,78	0,90	
Ile, %	0,53	0,51		
Val, %	0,66	0,55		
Calcio, %	0,64	0,70	0,80	0,85-1,00
Fósforo, %	0,51			
Fósforo dis., %	0,26	0,25	0,40	0,35
Sodio, %	0,16	0,12	0,14	0,15-0,18
Potasio, %			0,6	
Cloro, %	0,14	0,11	0,12	0,15-0,22
Magnesio, %			0,05	

5.2.3.- Macrominerales

En general, las necesidades en calcio del pato son menores que en otras especies avícolas como el pollo o el pavo. Dean et al. (1967) probaron niveles crecientes de calcio desde 0,17 a 2,57% para patos Pekin de 0 a 8 semanas de edad. Los mejores resultados productivos y de porcentaje de cenizas en hueso a 20, 28 y 56 d de edad se obtuvieron con 0,56% de calcio. En este mismo trabajo se detectó que la incidencia de raquitismo era elevada con 0,17% de calcio. Asimismo se observó una marcada reducción del crecimiento con 2,57% de calcio. Dean (1972b) obtuvo los mejores resultados de crecimiento y nivel de cenizas en hueso en pato Pekin con niveles de 0,60% de calcio, 0,60% de fósforo total y 0,35% de fósforo disponible. Al aumentar el fósforo de 0,6 a 1% no se observó efecto alguno sobre la productividad o las cenizas en hueso. Por el contrario, al aumentar el nivel de calcio de 0,6% a 1 ó 1,5% se produjo una importante reducción del crecimiento. Parece ser que los patos jóvenes son más sensibles al nivel de calcio que al nivel de fósforo en la dieta. Lin y Shen (1979) probaron niveles crecientes de calcio desde 0,10 a 1,4% en patos de 2 a 21 d de edad. Los mejores crecimientos se obtuvieron con 0,48% de calcio y el mejor nivel de cenizas en tibia con 0,58%. La dieta con 1,4% de calcio redujo ligeramente los crecimientos, pero las diferencias no fueron significativas. Rush et al. (2003) probaron niveles de calcio desde 0,6 a 1,2% en patos Pekin de 7 a 17 d. Estos autores obtuvieron crecimientos y peso de las cenizas de la tibia óptimos con dietas con 1% de calcio. En alimentación de patos es importante cuidar el nivel de calcio de los piensos; un déficit (<0,5%) produce problemas óseos, mientras que el exceso (>1%) reduce el consumo y la productividad. El NRC (1994) recomienda 0,65 y 0,60% de calcio en dietas de inicio y crecimiento, respectivamente.

Lin y Shen (1979) comparan niveles crecientes de fósforo disponible desde 0,16 a 0,76% y concluyen que el nivel óptimo es 0,26% (0,55% de fósforo total) para crecimiento y 0,34% (0,64% de fósforo total) para cenizas en tibia. Cuando se utilizó 0,76% de fósforo disponible (1,05% de fósforo total) se redujeron ligeramente los crecimientos pero las diferencias no fueron significativas. Dean (1972a,b) trabajando con pato Pekin de 0 a 4 semanas y dietas con 0,6 ó 1,5% de calcio registró alta mortalidad cuando el nivel de fósforo total fue inferior a 0,45% (0,14% de fósforo disponible). Los efectos negativos fueron más acusados con niveles altos de calcio en la dieta. La ganancia de peso y el contenido de cenizas en hueso se maximizaron con niveles de 0,35% de fósforo disponible y 0,60% de fósforo total, independientemente del nivel de calcio en la dieta. Recientemente, Rodehutsord et al. (2003) compararon distintos niveles de fósforo en dietas de inicio y crecimiento de pato Pekin y obtuvieron crecimientos óptimos con niveles de fósforo disponible de 0,27% de 0 a 21 d y 0,13% de 21 a 49 d. La retención de fósforo fue mayor con 0,34% de 0 a 21 d y 0,23% de 21 a 49 d. Estos valores son menores que los recomendados por el NRC (1994), que propone 0,40 y 0,30% de fósforo disponible en dietas para inicio y crecimiento de patos Pekin. Para estirpes más pesadas, caso del

Barbarie, Leclercq y De Carville (1979b) recomiendan 0,40, 0,22 y 0,18% de fósforo disponible y 0,67, 0,49 y 0,45% de fósforo total de 0 a 3, 3 a 6 y 6 a 10 semanas de edad, respectivamente.

La inclusión de fitasas exógenas para el aprovechamiento del fósforo fítico de la dieta es frecuente en formulación práctica de aves. En el caso de dietas para patos se utiliza la equivalencia de fitasa y fósforo disponible establecida para el pollo broiler, dada la falta de trabajos publicados en esta especie. Posiblemente en patos las fitasas actúen en la parte baja del esófago y en el proventrículo ya que no tienen buche diferenciado. Orban et al. (1999) observaron que la adición de fitasas (750 FTU/kg dieta) a dietas de maíz-soja para patos Pekin de 3 a 6 semanas con 0,18% de fósforo disponible y 0,48% de fósforo total, incrementó el fósforo disponible en 0,08% (de 0,18 a 0,26%) para ganancia de peso y desarrollo del hueso. Farrell y Martin (1998b), trabajando con dietas con niveles crecientes de salvado de arroz y fósforo total de 0,45 a 1,3% (0,21 a 0,36% de fósforo disponible), observaron una mejora del crecimiento, la digestibilidad de la materia seca y la retención de nitrógeno y fósforo con la adición de 1.000 FTU/kg en patos de 19 a 40 d. Asimismo, se observó que el fósforo excretado se reducía del 8 al 10% al añadir fitasas. Recientemente, Rush et al. (2004) han observado que la adición de fitasas a dietas con 0,22% de fósforo disponible y 1% de calcio en patos Pekin de 6 a 15 d de edad, reduce la necesidad de aportar fósforo disponible en un 0,147% para ganancia de peso, 0,096% para porcentaje de cenizas en tibia y 0,070% para retención de fósforo.

Los patos son muy sensibles a la deficiencia de sodio, aunque sus requerimientos mínimos no difieren mucho de los establecidos para otras especies. Niveles de sodio por debajo del 0,10% provocan mortalidades superiores al 60% (Dean, 1972b). En la práctica estos casos de alta mortalidad son raros, pero se ha observado elevada mortalidad en patos que consumieron piensos en base a maíz y soja sin sal añadida (Dean, 2003). Niveles de sal del 0,20% en la dieta evitan la incidencia de mortalidad (Dean, 1972b), pero para un crecimiento inicial óptimo, los patos Pekin precisan un nivel de sal en torno al 0,3%. Este nivel de inclusión proporciona 0,14% de sodio y 0,12% de cloro en dietas típicas de maíz y soja. El NRC (1994) recomienda niveles de sodio del 0,15% y de cloro del 0,12%. Dada la sensibilidad de los patos a una deficiencia de sodio, es recomendable utilizar en piensos de inicio niveles superiores al 0,30% de sal añadida (0,15-0,16% de sodio). Aparentemente los patos toleran altos niveles de sal de 0,8-1% sin efectos negativos sobre la productividad (Balbatun, 1980; Mabbett, 2004). Dada la naturaleza húmeda de las heces de estos animales, es difícil juzgar el nivel adecuado de sal mediante la humedad de la cama en caso de utilizarse suelo continuo.

Van Reen y Pearson (1953) observaron que una deficiencia de magnesio reducía el crecimiento y provocaba convulsiones, descoordinación de movimientos y mortalidad en los patos. Estos autores recomiendan 0,05% de magnesio en la dieta, nivel similar al de otras especies avícolas.

5.2.4.- Vitaminas y microminerales

No existen trabajos publicados sobre los requerimientos de vitaminas y microminerales de las estirpes actuales de patos en los últimos años. De hecho, los valores que se utilizan en patos se han extrapolado a partir de datos de pollos, por lo que los niveles de uso en alimentación práctica son parecidos en ambas especies. Sin embargo, es sabido que los patos requieren más vitamina A y ácido nicotínico que los pollos (NRC, 1994; Leeson y Summers, 1997). Esta falta de información, junto con el mayor crecimiento comparado con los pollos hace recomendable utilizar mayores márgenes de seguridad en patos.

Los síntomas de deficiencia de vitamina A en patos incluyen reducción del crecimiento, debilidad muscular, ataxia, parálisis y retraso del crecimiento del hueso (Fletcher y Rigdon, 1949; Wolbach y Hegsted, 1952). Nelson et al. (1972) observaron una reducción del peso del hígado acompañada de la alteración de su perfil de ácidos grasos en pato Mallard. Sin embargo, apenas existe información sobre las necesidades de esta vitamina en patos. Trabajos realizados en los años 50 en la Universidad de Cornell por el Dr. Scott (M. Scott, datos sin publicar; recopilados por Dean, 1985a) indican que el pato Pekin requiere unas 2.200 UI/kg de vitamina A. El NRC (1994) recomienda un mínimo de 2.500 UI/kg, nivel superior al mínimo establecido para pollos (1.500 UI/kg). Dada la falta de trabajos recientes publicados al respecto y el gran número de factores que pueden afectar a los requerimientos, en la práctica se utiliza un rango de valores entre 8.000 y 10.000 UI/kg (cuadros 25 a 27).

Únicamente existen dos trabajos publicados sobre necesidades de vitamina D en patos, ambos llevados a cabo en la década de los 1940's y utilizando el nivel de cenizas en hueso como criterio (Fritz et al., 1941; Motzok y Branion, 1948). Estas investigaciones indican que las necesidades en pato Pekin están en torno a las 225-250 UI/kg de dieta. Al igual que en otras especies avícolas, la deficiencia produce raquitismo. El mínimo establecido por el NRC (1994) es de 400 UI/kg, algo superior al recomendado en pollos (200 UI/kg). Al igual que comentamos para la vitamina A, la falta de información sobre las necesidades de los patos de esta vitamina hace que en condiciones prácticas se aplica un margen de seguridad alto. Los niveles prácticos de uso varían entre 1.500 y 3.000 UI/kg .

La deficiencia de vitamina E y selenio en la mayoría de las aves produce diatesis exudativa y distrofia muscular (Lannek y Lindberg, 1975). Sin embargo, la encefalomalacia, el mayor síntoma de deficiencia de vitamina E en pollos, no se ha observado en patos. Hathcock y Scott (1966) demostraron que la cisteína previene la distrofia muscular en pollitos con deficiencia de vitamina E, pero los aminoácidos azufrados no parecen jugar un papel en la distrofia de patos jóvenes deficientes en esta vitamina (Scott y Dean, 1991). Al igual que en el resto de las especies avícolas, las

necesidades en vitamina E en patos dependen del nivel de ácidos grasos insaturados, la presencia o no de antioxidantes y el nivel de selenio en la dieta. Jager et al. (1969) estudiaron las necesidades de vitamina E en patos trabajando con niveles de manteca del 14,4%. El criterio de estudio de las necesidades fue el grado de miopatía del músculo esquelético determinado por histología. En base a los resultados obtenidos, los autores sugieren utilizar 27 UI/kg. En este trabajo no se aportan detalles de la composición de la dieta, por lo que no se sabe si la concentración de selenio o aminoácidos azufrados afectó a los requerimientos de vitamina E. En ensayos posteriores, Jager (1972a,b) volvía a observar que niveles de 27 UI previenen la miopatía de la musculatura esquelética, el corazón y la molleja del pato en dietas con bajos niveles de selenio. Con dietas de bajo contenido en manteca y vitamina E (1,2 UI/kg) este autor observó miopatías musculares severas en patos jóvenes, que desaparecían al añadir 0,1 ppm de selenio. La distrofia muscular desaparecía tanto al añadir selenio a dietas de bajo nivel de vitamina E, como vitamina E a dietas con bajo nivel de selenio. Por tanto, debe asegurarse que las dietas de patos contienen niveles adecuados tanto de vitamina E como de selenio.

Las necesidades de vitamina K son similares en patos y en pollos. Dean (1972a,b) observó que la deficiencia de vitamina K aumentaba el tiempo de protrombina, valor que volvía a la normalidad al utilizar 0,4 ppm de vitamina K. En patos es habitual el corte de picos para el control de picaje y canibalismo, lo que aumenta la importancia de incluir niveles adecuados de esta vitamina. En los días en que se realiza el corte de picos es recomendable la suplementación de vitamina K vía agua de bebida para reducir el problema de hemorragias.

La colina forma parte de los fosfolípidos y de la acetilcolina. Asimismo, es fuente de grupos metilo, donde puede ser reemplazada por metionina y betaína. La colina no es una vitamina en sentido estricto, ya que es necesaria en grandes cantidades y puede ser producida por el organismo. Sin embargo, la capacidad de síntesis en pollos, pavos y patos jóvenes es reducida. Estudios en pollos han probado que niveles adecuados de ácido fólico, vitamina B12 y metionina son importantes para la síntesis de colina. En la práctica, los principales síntomas de carencia de colina en las aves son la perosis (malformación ósea) y la infiltración grasa del hígado, que también han sido observadas en patos jóvenes (Bernard y Demers, 1949). Dean y Shen (1982), trabajando con dietas de maíz y concentrados de proteína de soja sin añadir colina o metionina (18% de proteína y 688 ppm de colina) observaron que la incidencia de perosis era severa. Asimismo, se reducía el crecimiento, especialmente durante las dos primeras semanas de vida. La adición de 0,1% de DL-metionina a la dieta sin colina añadida mejoró la ganancia de peso, pero no redujo la incidencia de perosis. La suplementación de la dieta basal con colina (822 ppm) pero no metionina añadida previno de perosis pero los patos no alcanzaron los crecimientos óptimos. La inclusión de ambos nutrientes, colina y metionina, dio lugar a crecimientos adecuados sin ninguna incidencia de problemas de patas. Cuando se suministró a los patos dietas más ricas (22% de proteína y 1.323 ppm de colina en vez de 18% y 688 ppm), los

patos crecieron más lentamente en las dos primeras semanas de vida pero no desarrollaron síntomas de perosis. Al suplementar esta dieta con 0,1% de DL-metionina se mejoró el crecimiento, independientemente de que se suministrara o no colina extra a la dieta. La suplementación con 379 ppm de colina mejoró el crecimiento en ausencia pero no en presencia de metionina añadida. Estos resultados indican que en patos jóvenes alimentados con dietas maíz-soja, la suplementación con metionina reduce la necesidad de suplementar con colina, pero que lo contrario no es cierto.

La niacina es una vitamina clave en patos y una deficiencia origina reducción del crecimiento, debilidad general y mayor incidencia de diarreas (Hegsted, 1946). En producción práctica la deficiencia en niacina está relacionada con problemas de arqueamiento de las patas (Heuser y Scott, 1953). Estos autores observan que al añadir 22 ppm de niacina a un pienso control maíz-soja sin suplementación con esta vitamina (30 ppm) se resolvían los problemas de patas encontrados. Asimismo, Dean (1978) y el NRC (1994) recomiendan 55 ppm para dietas de inicio, nivel que es superior a lo recomendado en pollos (35 ppm). Wu et al. (1984) probaron niveles de niacina añadida de hasta 100 ppm (28 ppm en la dieta base) en pato Mulard de 0 a 3 semanas de vida. Estos autores obtuvieron crecimientos y conversiones óptimas al suplementar la dieta con 20 ppm de niacina. Resultados similares han sido publicados por Scott y Heuser (1952) y Heuser y Scott (1953) en patos Pekin. El pato presenta una elevada concentración del enzima ácido picolínico carboxilasa en hígado, que impide la formación de ácido quinolínico, que es el precursor de la niacina. Por tanto, la capacidad de esta especie para sintetizar niacina a partir del triptófano es muy limitada; inferior a la del pavo y muy inferior a la del pollos y la mayoría de las aves domésticas (cuadro 28). Wu et al. (1984) estudiaron la inclusión de tres niveles de niacina (20, 50 y 80 ppm) y cuatro de triptófano (0,13, 0,23 0,33 y 0,43%) en dietas para patos de 0 a 3 semanas de edad. Los niveles más bajos de niacina (20 ppm) y de triptófano (0,13%) dieron lugar a los peores crecimientos y la mayor incidencia de problemas de patas. Al aumentar el triptófano en dietas con 20 ppm de niacina mejoró significativamente el crecimiento, obteniéndose el valor máximo con 0,33% de triptófano. En las dietas con bajo nivel de triptófano (0,13%), el aumento de la niacina también mejoró el crecimiento de los patos, pero en este caso no se consiguió igualar el crecimiento ni añadiendo 80 ppm de niacina. Estos datos indican que el triptófano sólo puede satisfacer en parte las necesidades en niacina del animal. Dado que el contenido en triptófano de las dietas comerciales es bajo y que la disponibilidad de la niacina en la mayoría de los ingredientes es escasa (inferior al 40% en semillas oleaginosas y aún menos en granos de cereales), se recomienda mantener un margen de seguridad para esta vitamina.

Fritz et al. (1939) y Hegsted y Perry (1948) indican que se precisan entre 3 y 4 ppm de riboflavina añadida a la dieta para evitar deficiencias de esta vitamina durante las primeras semanas de vida del pato Pekin. Basado en estos estudios, el NRC (1994) recomienda 4 ppm en inicio de patos.

**Cuadro 25.- Recomendaciones sobre composición vitamínica del corrector de inicio de
(Centros de investigación y datos propios de los autores)**

	Blair et al., 1983		INRA 1989	Scott y Dean 1991	NRC 1994	Leeson y Summers 1997	Ferket y Davis 1998	Dean 1985a	D A
	Media	Rango							
Vit. A, mil UI	7,0	2,0-10,0	8,0	8,0	2,5	8,0	8,8	4,0	5,
Vit, D3, mil UI	1,0	0,6-1,2	1,0	1,0	0,4	2,5	1,1	0,5	0,
Vit, E, UI	15	10-25	20	25	10	20	22	20	2
Vit, K3, UI	1,9	1,3-2,5	4,0	2,0	0,5	1,5	2,2	2,0	2,
Vit, B1, ppm	5,5	4,0-6,5	1,0	2,0		2,0	3,5		2,
Vit, B2, ppm	5,5	4,0-6,6	4,0	4,5	4,0	4,0	6,6	4,0	4,
Vit, B6, ppm	3,3	2,5-4,5	2,0	3,0	2,5	3,0	3,1	3,0	3,
Vit, B12, ppb	10	9-12	15	10		10	8,8	10	1
Ac. fólico, ppm	0,75	0,5-1,0	0,2	0,5		0,5	1,3		0,
Niacina, ppm	53	28-70	25	70	55	60	55	50	5
Ac. pantot., ppm	10,2	6,5-13,2	5,0	12,0	11,0	12,0	13,2	12,0	12
Biotina, ppb	250	100-200	100	150		200	110		15
Colina, ppm	1.428	1.210-1.800	300	1.300		800	1.984	2.000	1.3

¹AE y ME: Dietas con nivel de energía alto (3.086 kcal EM/kg) y medio (2.866 kcal EM/kg), respectivamente

**Cuadro 26.- Recomendaciones sobre composición vitamínica del corrector de crecimiento y
(Centros de investigación y datos propios de los autores)**

	Blair et al 1983		INRA 1989 ¹		Scott y Dean 1991	NRC 1994	Leeson y Summers 1997	Ferket y Davis 1998	Dean 1985a	D
	Media	Rango	(1)	(2)						
Vit. A, mil UI	5,2	2,0-7,0	8,0	4,0	5,0	2,5	8,0	5,5	3,0	4,
Vit, D3, mil UI	0,9	0,6-1,2	1,0	0,5	0,5	0,4	2,5	0,9	0,4	0,3
Vit, E, UI	10,3	6,6-25	15		20	10	20	11	5	2
Vit, K3, UI	1,6	1,1-2,5	4,0		1,0	0,5	1,5	1,1	1,0	1,
Vit, B1, ppm	2,4	2,0-3,0			2,0		2,0	3,3		2,
Vit, B2, ppm	4,0	3,3-4,5	4,0	2,0	4,5	4,0	4,0	3,3	3,0	3,
Vit, B6, ppm	3,0	2,5-3,5			3,0	2,5	3,0	3,1	3,0	3,
Vit, B12, ppb	6,0	5,0-10,0	10,0		5,0		10,0	4,4	5,0	5,
Ac. fólico, ppm	0,7	0,4-1,0			0,25		0,5	0,9		0,3
Niacina, ppm	44	28-60	25		70	55	60	44	50	4
Ac. pantot., ppm	8,6	4,4-10,0	5,0		11,0	11,0	12,0	8,8	10,0	1
Biotina, ppb					100		200	110		10
Colina, ppm	1.283	935-1.800	300		1.000		800	992	1.000	1.0

¹(1): Crecimiento Barbarie y acabado Pekin (2): Acabado Barbarie

²AE y ME: Dietas con nivel de energía alto (3.086 kcal EM/kg) y medio (2.866 kcal EM/kg), respectivamente

**Cuadro 27.- Recomendaciones sobre composición vitamínica del corrector de vitaminas
(Fabricantes de vitaminas)**

	Roche-DSM				Basf 2004
	0-3 sem		>3 sem		0-3 sem
	2002	2004	2002	2004	
Vit. A, mil UI	12,0-15,0	8,8	10,0	8,0-10,0	10,0-13,0
Vit. D3, mil UI	3,0-5,0	1,6	2,5	1,5-3,0	3,0-3,5
Vit. E, UI	40-80	33	35	20-40	40-60
Vit. K3, UI	3,0-5,0	1,1	3,0	2,0-4,0	2,0-4,0
Vit. B1, ppm	2,0-3,0	2,2	2,0	1,0-3,0	2,0-3,0
Vit. B2, ppm	7,0-9,0	8,8	5,0	4,0-6,0	6,0-8,0
Vit. B6, ppm	5,0-7,0	2,8	3,0	2,5-3,5	4,0-6,0
Vit. B12, ppb	30-40	13	20	15-25	25-35
Ac. fólico, ppm	1,0-2,0	1,1	0,50	0,2-0,6	1,0
Niacina, ppm	50-70	66	55	40-60	40-60
Ac. pantot., ppm	10,0-15,0	13,0	11,0	8,0-12,0	8,0-12,0
Biotina, ppb	100-150	110	100	100-150	100-150
Colina, ppm	300-500	660	300	200-300	400-600

Cuadro 28.- Actividad de la enzima picolínico carboxilasa en hígado según especies (unidades/g hígado fresco). (Datos recopilados por Mc Dowell, 2000)

Especie	Actividad ¹
Gato	50.500
Pato	17.330
Pavo	9.230
Vaca	8.300
Cerdo	7.120
Pollo	538
Conejo	4.270
Rata	1.570

¹Mayor actividad indica menor eficacia en la transformación de triptófano a niacina

Para el ácido pantoténico Hegsted y Perry (1948) recomiendan 11 ppm en inicio de patos Pekin, el mismo nivel que recomienda el NRC (1994). Una deficiencia en piridoxina produce anemia, parálisis, convulsiones, desarrollo anormal de las plumas y crecimiento deficiente en patos Pekin de 0 a 2 semanas de vida (Hegsted y Rao, 1945). Niveles de 2,5 ppm previenen la aparición de síntomas de deficiencia. El NRC (1994) también recomienda 2,5 ppm como requerimiento mínimo de esta vitamina. En los cuadros 25 a 27 se ofrecen las recomendaciones de vitaminas del corrector de patos de distintas edades propuestas por diversos centros de investigación, fabricantes de vitaminas, así como los datos propios de los autores. En este último caso se muestran los valores medios y rangos de uso recomendados.

Los microminerales estudiados en patos son el selenio, manganeso y zinc, sin que haya dato alguno publicado del resto de elementos traza en los últimos 10 años. La deficiencia de Se produce bajos crecimientos de los patos, necrosis muscular y alta mortalidad (Dean y Combs, 1981). La inclusión de 10 UI de vitamina E/kg en la dieta reduce la mortalidad durante los primeros 14 d de vida del pato, pero no elimina el resto de los síntomas. A 47 d de vida, la mortalidad con dietas no suplementadas con Se fue del 70% y la inclusión de 0,1 ó 0,2 ppm mejoró significativamente la productividad. No se detectaron diferencias significativas en cuanto a mortalidad o productividad entre ambos niveles. La concentración del enzima glutatión peroxidasa y el contenido de Se en riñón, hígado y músculo aumentaron al suplementar la dieta con Se. Estos autores recomiendan un mínimo de 0,14 ppm para evitar síntomas de deficiencia y 0,25 ppm para maximizar el nivel del enzima en sangre, utilizado como indicador del estatus de Se. Sin embargo, Elkin (1987) encuentra que 0,14 ppm de Se no es suficiente para el pato en producción. Por otro lado, el pato es muy sensible al exceso de Se y niveles de 4 ppm son teratogénicos en patitos jóvenes (Hoffman et al., 1996). Dean y Combs (1981) no observaron efecto alguno, ni beneficioso ni perjudicial, al añadir 1 ppm de Se a dietas para patos con 0,20 ppm de este elemento.

Bernard y Demers (1952) observaron síntomas de perosis en patos de 10 a 15 d de vida, cuyas dietas contenían 0,5 ppm de Mn. Los patos presentaban baja actividad fosfatasa alcalina en sangre y niveles muy bajos de Mn en hueso. Todas las deficiencias se agravaron al añadir calcio y fósforo a la dieta, indicando la existencia de una clara interacción entre los tres minerales en los mecanismos de absorción a nivel intestinal. La suplementación con 15 ppm de Mn eliminó los problemas de perosis y restauró el crecimiento. Wu y Shen (1978) observaron una mejora del crecimiento al añadir 20 ppm de Mn a dietas de maíz-soja (15 ppm Mn) en pato Mulard. Sin embargo, la inclusión de niveles extras de Mn no tuvo efecto positivo alguno. Estos mismos autores encontraron que la inclusión de 38 ppm de Zn a una dieta base maíz-soja (30 ppm Zn) daba lugar a crecimientos óptimos en patos y que niveles de 60 ppm prevenían deficiencias en el emplume. En relación con el Cu, sólo disponemos del trabajo de Ju et al. (1988), que sugiere utilizar niveles mínimos de 8 ppm. En formulación práctica el rango de valores más utilizado varía entre 5 y 8 ppm. En los cuadros 29 y 30 se ofrecen las recomendaciones de minerales del corrector para inicio, crecimiento y cebo de patos propuestas por diversos centros de investigación y por los autores.

5.3.- Ingredientes

El pato es capaz de ajustar su consumo de pienso en base a la concentración energética de éste. Por tanto, en condiciones prácticas responde bien a un amplio rango de energías. De aquí el interés por la utilización de dietas de concentración energética media-baja que permite aprovechar subproductos de cereales disponibles a precios favorables a partir de las cuatro semanas de vida.

Farrell y Martin (1998a) incluyen 20 ó 40% de cilindro de arroz en dietas para patos de 3 a 17 d de edad, sin detectar diferencias significativas en ningún parámetro productivo. Sin embargo, estas mismas dietas con niveles altos de cilindro de arroz afectaron negativamente la productividad de pollos broiler de edad similar. En contraste con estos resultados, Jamroz et al. (2001) utiliza dietas con un 40% de cebada, 29% de trigo, 23% de harina de soja y 4% de aceite de soja y observan que a 42 d de edad la digestibilidad de la fibra neutro detergente es menor en el pato Mulard y en el ganso que en el pollo (25,8 y 22,5 vs 35,4%). Resultados similares han sido observados por Wiliczkiwicz et al. (1995) con pollos y patos de ocho semanas de edad. Asimismo, Jamroz et al. (2001) obtuvieron mayor digestibilidad del almidón en patos y gansos (98,2%) que en pollos (95,7%), así como unas diez veces más actividad de la α -amilasa en sangre en las dos primeras especies. Para la grasa no se detectaron diferencias entre las tres especies (85%), probablemente porque el aceite de soja es de alta digestibilidad en todas las aves. En cualquier caso, los niveles de actividad lipasa en sangre fueron mayores en patos, intermedios en pollos y menores en gansos.

**Cuadro 29.- Recomendaciones sobre composición mineral del corrector de inicio de p
(Centros de investigación y datos propios de los autores)**

	Blair et al 1983		INRA 1989	Scott y Dean 1991	NRC 1994	Leeson y Summers 1997	Ferket y Davis 1998	Dean 1985a	Dean 2000
	Media	Rango							
Fe, ppm	79	60-96	40			80	77		80
Cu, ppm	4,5	3,5-5,0	5,0			8,0	8,8		8,0
Zn, ppm	53	33-70	40	60	60	60	70	70	60
Mn, ppm	70	55-100	70	55	50	60	55	40	50
Co, ppm			0,20				0,20		
Se, ppm	0,12	0,10-0,15	0,10	0,20	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15
I, ppm	0,42	0,37-0,50	1,00			0,40	0,40	0,35	0,40

**Cuadro 30.- Recomendaciones sobre composición mineral del corrector crecimiento
(Centros de investigación y datos propios de los autores)**

	Blair et al., 1983		INRA 1989		Scott y Dean 1991	Leeson y Summers 1997	Ferket y Davis 1998	Dean 1985a	Dean 2000	
	Media	Rango	(1)	(2)					AE	M
Fe, ppm	75	50-96	30	20		80	44		80	7
Cu, ppm	4,5	3,5-5,0	4,0	3,0		8	6,6		6	6
Zn, ppm	48	33-60	30	20	60	60	55	60	60	5
Mn, ppm	69	55-100	60	60	45	60	55	35	40	3
Co, ppm			0,20	0,20			0,20			
Se, ppm	0,08	0,10-0,15	0,10	0,10	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15	0,
I, ppm	0,42	0,37-0,50	0,70	0,50		0,40	0,31	0,35	0,40	0,

¹AE y ME: Dietas con nivel de energía alto (3.086 kcal EM/kg) y medio (2.866 kcal EM/kg), respectivamente.

Martin y Farrell (1998) estudiaron la digestibilidad de la grasa en dietas constituidas por un 60% de una dieta comercial (que incluía 5% de grasa) y un 40% de cilindro de arroz (16,8% de grasa) y cuyo nivel final de grasa analizado fue de 10,5%. Estos autores observaron que la digestibilidad de la grasa aumentó en ambas especies, pero los valores fueron siempre más altos en patos que en pollos de la misma edad. Así, de 3 a 7 d de edad, la digestibilidad de la grasa fue del 27 y 70% y de 17 a 21 d del 64 y 94% en pollos y patos, respectivamente.

Storey y Maurer (1986) indican que los patos Pekin utilizan eficientemente dietas con hasta 10% de aceite de maíz o hasta un 4% de otros aceites y grasas animales de peor calidad. Estos autores probaron dietas prácticas isoenergéticas con niveles crecientes de aceite de maíz (0, 2, 4, 6, 8 y 10%), utilizando salvado para ajustar la energía de las dietas. No observaron diferencias en cuanto al peso vivo a 49 d, pero tanto el consumo de pienso como la conversión alimenticia disminuyeron linealmente a medida que aumentó el nivel de aceite en la dieta. En un segundo experimento compararon dietas isoenergéticas, sin grasa o añadiendo un 4% de aceite de maíz, aceite de cacahuete, mezcla de aceites vegetales, manteca o sebo. No detectaron diferencia alguna en el peso vivo de los patos a lo largo del experimento. La única diferencia observada fue que los patos alimentados con sebo comieron menos que los patos del resto de los de tratamientos. Estos resultados indican que los patos utilizan bien los aceites vegetales y que las grasas animales también pueden utilizarse incluso durante las primeras semanas de vida.

Estos trabajos indican que el pato tiene gran capacidad para digerir tanto el almidón de los cereales como la grasa añadida. En dietas prácticas de patos los niveles de cereal son elevados, pero no los de grasa añadida, debido a la relativa baja concentración energética de estos piensos. Por otro lado, la información existente sobre inclusión de subproductos y utilización de la fibra es contradictoria; hay trabajos que indican que el pato utiliza mejor la fibra que el pollo, mientras que otros muestran lo contrario.

Los patos parecen utilizar mejor la energía y la proteína de concentrados proteicos vegetales tales como la harina de soja que otras especies avícolas como el pollo (Mohamed et al., 1984). Sin embargo, la digestibilidad real de los aminoácidos de la harina de soja y la harina de algodón es similar en pollos y en patos Barbarie de edades y pesos similares (Mohamed et al., 1986).

En los cuadros 31 y 32 se ofrecen los niveles máximos recomendados de utilización de diversos ingredientes de uso común para patos (Grimaud Frères Sélection, 1998, 2000, 2001). Estas recomendaciones son muy generales y deben tomarse con precaución. Así, en el caso del maíz los niveles de inclusión se deben ajustar en función del tipo de producto final y la pigmentación requerida para la grasa corporal. Niveles altos de maíz pueden dar un tono excesivamente amarillento a la grasa del pato Barbarie. El nivel de utilización de la soja integral dependerá del proceso y el control de calidad del producto.

Cuadro 31.- Recomendaciones de uso máximo (%) de algunas fuentes energéticas en dietas para patos de engorde (Grimaud Frères Sélection, 1998, 2000, 2001)

	Inicio		Crecimiento		Acabado
	Pekin 0-2 sem	Barbarie y Mulard 0-3 sem	Pekin >3 sem	Barbarie y Mulard 4-7 sem	Barbarie y Mulard 8-12 sem
Maíz ^{1,2,3}	45	40	45	40	30
Sorgo blanco	5	5	15	10	15
Trigo ^{1,4}	45	45	45	45	45
Avena	3	0	5	3	5
Cebada	0	0	5	3	5
Mandioca	0	0	5	3	50
Solubles de destilería (maíz)	5	0	5	5	5
Salvado	10	5	10	7	10
Melaza	1	0	1,5	1	1,5
Grasa añadida total	3	3	3	3	3
Grasa animal	2	1	2	2	2
Aceite vegetal	2	2	3	3	3

¹ Mínimo 15% de 0 a 2 semanas y 10% a partir de las 3 semanas en pato Pekin

² Mínimo 15% de 0 a 3 semanas, 10% de 4 a 7 semanas y 15% de 8 a 12 semanas en pato Barbarie

³ El maíz da color a la grasa en pato Barbarie, por lo que se aconseja reducir estos niveles

⁴ Mínimo 15% de 0 a 3 semanas, 20% de 4 a 7 semanas y 30% de 8 a 12 semanas en pato Barbarie

Cuadro 32.- Recomendaciones de uso máximo (%) de algunas fuentes proteicas en dietas para patos de engorde (Grimaud Frères Sélection, 1998, 2000, 2001)

	Inicio		Crecimiento		Acabado
	Pekin 0-2 sem	Barbarie y Mulard 0-3 sem	Pekin >3 sem	Barbarie y Mulard 4-7 sem	Barbarie y Mulard 8-12 sem
Guisante	5	5	10	10	15
Haba de soja	5	5	10	10	10
Habas	0	2	5	5	7
Harina de soja	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
Harina de girasol	2	2	10	5	7
Harina de colza 00	2	2	5	5	7
Harina de alfalfa	5	0	7	5	7
Harina de pescado	4	3	4	2	0

En general, los patos son más resistentes a enfermedades que el resto de especies avícolas. Por ello, la utilización de piensos medicados y aditivos es menos importante en patos que en pollos o pavos (Holderread et al., 1983). Sin embargo, los patos son muy susceptibles a las micotoxinas (Smith, 1982). De hecho, es la especie más sensible a las aflatoxinas de todas las domésticas (Dean, 2003). Muller et al. (1970) estableció el siguiente orden de toxicidad para las aflatoxinas en primeras edades de aves: patos > pavos > gansos > faisanes > pollos. Niveles de 30 a 40 ppb pueden reducir la utilización de la proteína en patos, sobre todo en dietas pobres en este nutriente. Niveles de 60 a 80 ppb provocan reducción del crecimiento (Leeson y Summers, 1997). Por ello, el control de calidad de materias primas destinadas a piensos de arranque en esta especie ha de ser exhaustivo. Las aflatoxinas dañan el hígado e interfieren en la utilización de la proteína y en la digestión y absorción de las grasas.

El pato es más sensible que el pollo o el pavo al ácido erúxico y a las sustancias goitrógenicas (glucosinolatos) presentes en harinas de colza de variedades sin seleccionar. Por tanto, debe evitarse su uso en dietas para patos, especialmente en el periodo de iniciación (Dean, 2001). Abdellatif y Vles (1973) observaron que la inclusión de aceite de colza con alto contenido en ácido erúxico (50%) reducía el crecimiento y aumentaba la mortalidad con respecto a aceite de colza con bajo contenido (8,5%) en patos Pekin de 1 a 14 d de edad. Estos autores concluyen que el nivel máximo de tolerancia está en torno al 4% de ácido erúxico de la dieta. Ratanasethkul et al. (1976) observaron una mortalidad del 100% en patos, el 50% en pollos y 0% en pavos al utilizar una dieta que contenía 25% de aceite de colza (36% de ácido erúxico). Faruga et al. (1974) indican que niveles del 8,4% de harina de colza tostada no da problema alguno, pero que niveles del 14% reducen el crecimiento de los patos.

Diversos autores han observado que el pato es menos sensible a los taninos del sorgo que el pollo. Así, Elkin y Rogler (1990) alimentaron patos Pekin de 1 a 14 d de edad con dietas con 79% de sorgo rico en taninos (5,6% de equivalentes catequina), sin observar efecto negativo alguno sobre la productividad. Sin embargo, en pollos de 1 a 17 d de edad esa misma dieta afectó a los crecimientos. Elkin et al. (1991) observaron que patos Pekin de 0 a 14 d alimentados con sorgo rico en taninos crecieron menos y tuvieron peores conversiones que patos alimentados con sorgo blanco dulce. Sin embargo, la magnitud de empeoramiento fue menor que la observada en pollos de edad similar (17 vs. 33%, respectivamente).

6.- NUTRICIÓN Y CALIDAD DE LA CANAL

La canal de pato es más grasa y menos proteica que la del pollo o el pavo, siendo las diferencias más acusadas en el caso del pato Pekin (cuadro 33). El perfil de ácidos grasos en la grasa del pato es similar al del pollo o el pavo. Los ácidos oleico, palmítico y

linoleico suponen el 85% del total de ácidos grasos de la canal entera, mientras que el palmitoleico, esteárico, mirístico, miristoleico y linolénico alcanzan el 15% restante (Scott y Dean, 1991). El perfil de ácidos grasos de la canal es fácilmente modificable mediante la manipulación de la composición de la dieta. Los ácidos grasos más afectados son el ácido linoleico y linolénico y, en caso de añadir aceites de pescado, los ácidos EPA y DHA. Ninguno de estos cuatro últimos es sintetizado ni por aves ni por mamíferos.

Cuadro 33.- Composición de la canal de distintos tipos de pato en comparación con el pollo y el pavo (Scott y Dean, 1991)¹

Nutrientes, %	Pato				Pollo	Pavo ²
	Pekin	Barbarie	Mulard	Salvaje		
Proteína	11,5	15,4	15,9	17,4	18,6	20,1
Grasa	39,3	18,3	16,3	15,2	15,0	4,8
Calcio	0,011	-	-	0,005	0,011	0,015
Fósforo	0,14	-	-	0,17	0,15	0,18
Lisina	0,91	-	-	1,47	1,51	1,86
Metionina	0,29	-	-	0,46	0,49	0,57
Ácido linoleico	4,69	-	-	1,85	2,88	1,70

¹Incluye carne y piel

²12 semanas

Uno de los objetivos más importantes de la producción de carne de pato es aumentar el rendimiento de la pechuga y reducir la grasa de la canal, sin menoscabo de la productividad. De hecho, el contenido de grasa de la canal se ha reducido de forma paulatina en los últimos 20 años (Siregar et al., 1982a,b,c; Farrell, 1999). En patos, la grasa es fundamentalmente de naturaleza subcutánea, actuando como aislante térmico. Sin embargo, el porcentaje de grasa intramuscular es bajo. En el cuadro 34 se detallan los índices productivos medios y el rendimiento y composición de la canal de patos Pekin a diferentes edades (Leeson y Summers, 1997). En patos en el momento del sacrificio la grasa representa en torno al 30% de la canal en fresco (superior al 60% sobre materia seca), mientras que en pollos sólo llega al 15% (Plavnik et al., 1982; Leeson y Summers, 1997). Sin embargo, la grasa abdominal representa tan sólo el 2% del peso del pato, valor similar al del pollo. Estos datos confirman que en el pato el principal problema relacionado con la grasa son los depósitos subcutáneos, que no pueden ser eliminados durante el procesado si el pato va destinado a mercado de canales enteras.

Las diferencias observadas en relación con la composición de la canal entre las distintas especies avícolas explican que el índice de conversión de los patos sea superior al de los pollos en un 27 a 36%, y al de los pavos en un 61 a 72% (Shalev y Pasternak, 1989; NRC, 1994). Los costes de producción son un 64% y un 28% superiores en patos que en

pollos y pavos, respectivamente. Si se incluyen los costes de procesamiento de la canal, las diferencias son incluso mayores.

Cuadro 34.- Rendimientos productivos y composición de la canal de patos Pekin a distintas edades (Leeson y Summers, 1997)

	35 d		42 d		49 d	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Peso vivo, kg	2,7	2,5	3,4	3,1	3,7	3,4
Índice de conversión, kg/kg	2,0	2,2	2,1	2,3	2,3	2,5
Canal eviscerada, kg	1,85	1,75	2,30	2,10	2,60	2,30
Rendimiento canal, %	70,4	72,1	73,2	74,5	76,9	77,7
Pechuga, %	17,0	18,9	20,5	21,7	25,7	26,5
Muslos, %	14,0	12,4	13,7	13,0	12,2	11,2
Contramuslos, %	13,7	13,5	12,5	12,2	10,6	10,3
Alas, %	12,1	12,4	12,3	11,8	11,5	11,6
Grasa canal, % MS	61,7		64,0		64,1	
Proteína canal, % MS	32,1		30,5		28,8	

Larbier y Leclercq (1994) indican que el pato, a diferencia del pollo broiler, no responde al exceso de proteína en relación con la calidad de la canal y el porcentaje de grasa. Según estos autores, la restricción alimenticia es más eficiente que el incremento del nivel de proteína de la dieta para reducir el nivel de grasa. Sin embargo, Dean (1968) trabajando con niveles de proteína de 16 ó 24% y de energía de 2.500 ó 3.150 kcal EM/kg en patos de 0 a 8 semanas de edad, observó que los patos que consumieron la dieta con 24% de proteína pesaron más de 0 a 4 semanas y presentaron canales menos grasas a las 8 semanas. El aumento del nivel energético mejoró el peso vivo pero no afectó a la deposición de grasas en la canal. Asimismo, Siregar et al. (1982b) estudiaron dietas isoenergéticas con niveles de proteína comprendidos entre 18 y 24% en patos de 1 a 14 d de edad. No detectaron diferencias en parámetros productivos, pero el porcentaje de grasa en la canal disminuyó al aumentar el nivel de proteína. Resultados similares obtuvieron Scott et al. (1959) y Dean (1972a), quienes observaron en pato Pekin que al incrementar el nivel de proteína (16 a 28%) en dietas isoenergéticas el porcentaje de grasa subcutánea se reducía entre el 0,3 y el 0,75% por cada punto extra de proteína. Sin embargo, la utilización de distintos niveles de energía manteniendo constante la relación EM:proteína no varió el nivel de grasa de la canal. Estos resultados concuerdan con los presentados por Dean (1978) y Siregar et al. (1982a), confirmando que la relación EM:proteína afecta más a la composición de la canal que el nivel proteico o energético de la dieta. Leeson y Summers (1997) recomiendan ajustar la relación EM:proteína para minimizar la deposición de grasa en la canal; el pato parece responder a variaciones de esta relación de forma similar al pollo y al pavo. Estos autores indican que la restricción de pienso es

menos eficiente que la relación EM:proteína en el control de la deposición de grasa de la canal en estas aves. Auckland (1973) observó que al aumentar la proteína de 19,5 a 24,7% en dietas isoenergéticas, la grasa de la canal sobre sustancia seca se redujo en un 8%, mientras que al restringir el consumo de pienso en un 15% entre 1 y 23 d de edad, la cantidad de grasa sólo se redujo un 4%. Este autor observó que al incrementar el nivel proteico de la dieta se mejoraron los resultados productivos, mientras que la restricción afectó negativamente a los pesos vivos.

La información existente sobre el efecto de la relación EM:proteína sobre la composición de la canal en el pato Barbarie es muy escasa. Leclercq y De Carville (1985) realizaron un experimento con hembras de 0 a 10 semanas, en el que variaron la relación EM:proteína aumentando la concentración energética de 2.490 a 3.170 kcal EM/kg en dietas con 19,3% de proteína. A medida que se incrementó la relación EM:proteína, la grasa de la canal aumentó de 24,4% a 27,4%.

7.- CONCLUSIONES

Existen varios tipos de patos en el mercado y la elección entre ellos va a depender del mercado en cuestión y del producto final requerido. El pato Pekin crece más rápido, mientras que el Barbarie produce más kilos de carne con mejor eficacia alimenticia y menos grasa subcutánea. En general, los patos son más rústicos y tienen menor incidencia de enfermedades que la mayoría de las especies domésticas, pero existen diferencias entre las estirpes consideradas.

La capacidad de los patos para mantener constante el consumo de energía, dentro de un amplio rango de concentraciones energéticas, es mayor que la de los pollos. Esta característica permite buscar un nivel energético de la dieta rentable sin perjudicar de forma excesiva los índices de conversión.

En base a la información disponible, parece ser que el valor energético de las materias primas en patos es similar al de pollos, por lo que es recomendable utilizar los mismos valores de energía en la formulación práctica de ambas especies. La creencia de que los patos digieren la fibra mejor que los pollos y otras especies avícolas no ha sido demostrada experimentalmente. En cambio, los patos parecen ser capaces de extraer más energía de las fuentes proteicas, caso de la harina de soja, que los pollos.

En esta revisión se incluyen las recomendaciones nutricionales prácticas para los piensos y correctores en función de la edad del pato. Las recomendaciones de proteína y aminoácidos van enfocadas a producción máxima de pechuga a nivel de despiece. En el caso del corrector se presentan los rangos recomendados de uso con un margen de seguridad añadido.

8.- REFERENCIAS

- ABDELLATIF, A.M.M. y VLES, R.O. (1973) *Poultry Sci.* 52: 1932-1936.
- ADAMS, R.L., HESTER, P.Y. y STADELMAN, W.J. (1983) *Poultry Sci.* 62: 616-620.
- ADEOLA, O. (2003) *Int. J. Poultry Sci.* 2: 318-323.
- ALI, M.A. y SARKER, G.A. (1992) *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 5: 69-73.
- AUKLAND, J.N. (1973) *J. Sci. Food Agric.* 24: 719-726.
- AUVERGNE, A., BABILE, R. y REMOND, D. (1988) *Doc. Technique. Chambre Régionale d'Agriculture de Midi-Pyrénées. France.* 63 pp.
- BAEZA, E. y LECLERCQ, B. (1998) *Br. Poultry Sci.* 39: 90-96.
- BALBATUN, A.K. (1980) *Navuk* 2: 110-115.
- BASF (2003) *Productos para la nutrición animal. Información técnica.* Basf Corporation. Mount Olive, New Jersey. EE.UU. 162 pp.
- BERNARD, R., y DEMERS, J.M. (1949) *Can. J. Res.* 27E: 281-289.
- BERNARD, R., y DEMERS, J.M. (1952) *Extrait de la Revue Canadienne de Biologie* 11: 147-148.
- BLAIR, R., DAGHIR, N.J., MORIMOTO, H., PETER, V. y TAYLOR, T.G. (1983) *Nutr. Abstracts Rev. – Series B* 53: 669-713.
- BONS, A., TIMMLER, R. y JEROCH, H. (2002) *Br. Poultry Sci.* 43: 677-686.
- CHEN, B. y SHEN, T.F. (1979) *Poultry Sci.* 58: 1316-1320.
- COUNCIL OF AGRICULTURE IN TAIWAN (1996) *Manual of Nutrient Requirements of Ducks.* I-Lan Branch Institute, Livestock Research Institute. Taiwan.
- DAS, L.N., MISHRA, D.B. y BISWAL, G. (1965) *Indian Vet. J.* 42: 320-326.
- DAVAIL, S., RIDEAU, N., GUY, G., ANDRÉ, J.M. y HOO-PARIS, R. (2003) En: *Proceeding of the 2nd World Waterfowl Symposium*, Alexandria, Egipto. pp. 462-468.
- DEAN, W.F. (1967) En: *Proceedings Cornell Nutrition Conference*, Ithaca, New York. pp. 74-82.
- DEAN, W.F. (1968) *Poultry Sci.* 47: 1665-1666.
- DEAN, W.F. (1972a) En: *Proceedings Cornell Nutrition Conference*, Ithaca, New York. pp. 77-85.
- DEAN, W.F. (1972b) *Poultry Sci.* 51: 1799-1800.
- DEAN, W.F. (1978) En: *Proceedings Cornell Nutrition Conference*, Ithaca, New York. pp. 132-140.
- DEAN, W.F. (1985a) En: *Duck production science and world practice.* D.J. Farrell y P. Stapleton (Eds.). University of New England Publishing Unit, Armidale, Australia. pp. 31-57.
- DEAN, W.F. (1985b) En: *Duck production science and world practice.* D.J. Farrell y P. Stapleton (Eds.). University of New England Publishing Unit, Armidale, Australia. pp. 258-266.
- DEAN, W.F. (1986) En: *Proceedings Cornell Nutrition Conference*, Ithaca, New York. pp. 44-51.

- DEAN, W.F. (2001) *Duck nutrition*. International Duck Research Cooperative, Inc. Cornell University Duck Research Laboratory, NY. EE.UU. 6 pp.
- DEAN, W.F. (2003) En: *Proceedings American Soybean Association in China*, China. pp. 1-30.
- DEAN, W.F., SCOTT, M.L., YOUNG, R.J. y ASH, W.J. (1967) *Poultry Sci.* 46: 1496-1499.
- DEAN, W.F. y COMBS, G.F. (1981) *Poultry Sci.* 60: 2655-2663.
- DEAN, W.F. y SHEN, T.F. (1982) *Poultry Sci.* 61: 1447-1448.
- DEMERS, J.M. y BERNARD, R. (1950) *Can. J. Res.* 28E: 202-211.
- DOZIER, W.A. (2001) *Feed Management* 52 (2): 1-3.
- DSM (2004) *DSM Nutritional Products. Reference product list*. DSM Nutritional Products, Inc. Parsippany, NJ. EE.UU. 14 pp.
- DU PREEZ, J.J. y WESSELS, J.P. (1970) *Agroanimalia* 2: 185-190.
- ELKIN, R.G., (1987) *World's Poultry Sci. J.* 43: 84-106.
- ELKIN, R.G., STEWART, T.S. y ROGLER, J.C. (1986) *Poultry Sci.* 65: 1771-1776.
- ELKIN, R.G. y ROGLER, J.C. (1990) *Poultry Sci.* 69: 1685-1693.
- ELKIN, R.G., ROGLER, J.C. y SULLIVAN, T.W. (1991) *J. Sci. Food Agric.* 57: 543-553.
- FAO (2004) <http://apps.fao.org/inicio.htm>. FAO Statistical databases, FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.
- FARRELL, D.J. (1999) En: *Recent developments in poultry nutrition 2*. J. Wiseman y P.C. Garnsworthy (Eds.). Nottingham University Press, Loughborough. pp. 203-226.
- FARRELL, D.J. (2000) *Meat-type ducks. Self-selection of diets*. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Kingston. Australia. 20 pp.
- FARRELL, D.J. y MARTIN, E.A. (1998a) *Br. Poultry Sci.* 39: 549-554.
- FARRELL, D.J. y MARTIN, E.A. (1998b) *Br. Poultry Sci.* 39: 601-611.
- FERKET, P. y DAVIS, G. (1998) *Feeding ducks*. Poultry Science Facts. North Carolina State University, NC. EE.UU. 5 pp.
- FARUGA, A., KOZLOWSKI, M. y KOZLOWSKI, H (1974) *Roczniki Nauk Rolniczych B* 96: 61-73.
- FISHER, C. y SCOUGALL, R.K. (1982) *Br. Poultry Sci.* 23: 233-237.
- FLETCHER, D.E. y RIGDON, R.H. (1949) *Arch. Neurol. and Psychiat.* 61: 199.
- FRITZ, J.C., ARCHER, W. y BARKET, D. (1939) *Poultry Sci.* 18: 449-454.
- FRITZ, J.C., ARCHER, W. y BARKET, D. (1941) *Poultry Sci.* 20: 151-154.
- GILLE, U. y SALOMON, F.V. (1995a) *Anat. Histol. Embryol.* 24: 13-18.
- GILLE, U. y SALOMON, F.V. (1995b) *Growth, Devel. Aging* 59: 207-215.
- GILLE, U. y SALOMON, F.V. (1998) *Br. Poultry Sci.* 39: 500-505.
- GILLE, U., SALOMON, F.V. y RÖNNERT, J. (1999) *Br. Poultry Sci.* 40: 194-202.
- GRIMAUD FRÈRES SÉLECTION (1998) *Guide d'élevage. Canard Pékin a rôtir*. Grimaud Frères Sélection. Roussay, Francia. 16 pp.
- GRIMAUD FRÈRES SÉLECTION (2000) *Guide d'élevage. Mulard a rôtir*. Grimaud Frères Sélection. Roussay, Francia. 17 pp.

- GRIMAUD FRÈRES SÉLECTION (2001) *Guide d'élevage. Canedins a rôtir*. Grimaud Frères Sélection. Roussay, Francia. 29 pp.
- GRIMAUD FRÈRES SÉLECTION (2004) <http://www.grimaud.fr/world/>
- GUÉMÉNÉ, D. y GUY, G. (2004) *World's Poultry Sci. J.* 60: 211-222.
- GUY, G., ROUSSELOT-PAILLEY, D. y GOURICHON, D. (1995) *Ann. Zootech.* 44: 297-305.
- GUY, G., ROUSSELOT-PAILLEY, D. y ROUVIER, R. (1998) *Ann. Zootech.* 47: 303-310.
- HATHCOCK, J.N. y SCOTT, M.L. (1966) *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 121: 908.
- HEGSTED, D.M. (1946) *J. Nutr.* 32: 467-472.
- HEGSTED, D.M. y RAO, M.N. (1945) *J. Nutr.* 30: 367-374.
- HEGSTED, D.M. y PERRY, R.L. (1948) *J. Nutr.* 35: 411-472.
- HEUSER, G.F. y SCOTT, M.L. (1951) *Poultry Sci.* 30: 161-163.
- HEUSER, G.F. y SCOTT, M.L. (1953) *Poultry Sci.* 32: 137-143.
- HILL, F.W. y DANSKY, L.M. (1954) *Poultry Sci.* 33: 112.
- HOFFMAN, D.J., HEINZ, G.H., LeCAPTAIN, L.J., EISEMAN, J.D. y PENDLETON, G.W. (1996) *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 31:120-127.
- HOLDERREAD, D., NAKAUE, H.S. y ARSCOTT, G.H. (1983) *Poultry Sci.* 62: 1125-1127.
- HOLMES, W.B., MASSEY, D.M. y OWEN, P.J. (1963) *Br. Poultry Sci.* 4: 285-290.
- HSIEH, H.H., HUANG, H.H. y SHEN, T.F. (1980) *J. Chinese Soc. Animal Sci.* 9: 7-15.
- INRA (1989) *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. 2ª ed. INRA, París, Francia. 282 pp.
- JAGER, F.C. (1972a) *Ann. NY Acad. Sci.* 203: 199-211.
- JAGER, F.C. (1972b) *Nutr. and Metab.* 14: 210-227.
- JAGER, F.C., NJIO, K.D., VERBEEK, J.A. y VLES, R.O. (1969) *Acta Physiol. Pharmacol. Neerl.* 15: 406.
- JAMROZ, D., JAKOBSEN, K., ORDA, J., SKORUPINSKA, J. y WILICZKIEWICZ, A. (2001) *Comp. biochem. physiol., A* 130: 643-652.
- JEROCH, H., KLAUSS, F., SEIDLITZ, U. y HENNING, A. (1974) *Archiv für Tierernahrung* 24: 321-334.
- JEROCH, H., SCHUBERT, R., PRINZ, M. PETZOLD, M. y HENNING, A. (1977) *Archiv für Tierernahrung* 27: 681-687.
- JU, P.W., YAP, K.H. y SHEN, T.F. (1988) En: *Proceeding of the XVIII World's Poultry Science Congress*, Nagoya, Japan. pp. 1049-1050.
- KENYON, B. (2002) *International Hatchery Practice* 16: 7-10.
- KING, D., RAGLAND, D. y ADEOLA, O. (1997) *Poultry Sci.* 76: 1418-1423.
- KING, D.E., ELIKPLIMI, K.A. y OLAYIWOLA, A. (2000) *J. Nutr.* 130: 57-62.
- LANNEK, N. y LINDERBERG, P. (1975) *Adv. vet. sci. comp. med.* 19: 127-164.
- LARBIER, M. y LECLERCQ, B. (1994) En: *Nutrition and feeding of poultry*. J. Wiseman (Ed.). Nottingham University Press, Loughborough. pp. 147-168.
- LECLERCQ, B y DE CARVILLE, H. (1976a) *Arch. Geflugelk.* 40: 117-119.

- LECLERCQ, B y DE CARVILLE, H. (1976b) *Ann. Zootech.* 25: 189-197.
- LECLERCQ, B y DE CARVILLE, H. (1977) *Arch. Geflugelk.* 41: 270-272.
- LECLERCQ, B y DE CARVILLE, H. (1979a) *Arch. Geflugelk.* 43: 69-72.
- LECLERCQ, B y DE CARVILLE, H. (1979b) *Ann. Zootech.* 28: 101-107.
- LECLERCQ, B y DE CARVILLE, H. (1981) *Ann. Zootech.* 30: 105-109.
- LECLERCQ, B y DE CARVILLE, H. (1985) En: *Duck production science and world practice*. D.J. Farrell y P. Stapleton (Eds.). University of New England Publishing Unit, Armidale, Australia. pp. 58-69.
- LEESON, S. y SUMMERS, J.D. (1997) En: *Commercial Poultry Nutrition*. 2ª ed. S. Leeson y J.D. Summers (Eds.). University Books. Guelph. Ontario. Canadá. pp. 324-340
- LEVEILLE, G.A., ROMSOS, D.R., YEH, Y.Y. y O'HEA, E.K. (1975) *Poultry Sci.* 54: 1075-1093.
- LIN, I.M. y SHEN, T.F. (1979) *Poultry Sci.* 58: 124-130.
- MABBETT, T. (2004) *Poultry Int.* 43(11): 10-19.
- MARTIN, E.A. y FARRELL, D.J. (1998) *Br. Poultry Sci.* 39: 555-559.
- MCDOWELL, L. R. 2000. En: *Vitamins in Animal and Human Nutrition*. (2ª Ed). Iowa State University Press. Iowa, EE.UU. p 356.
- MOHAMED, K., LECLERCQ, B., ANWAR, A., EL-ALAILY, H. y SOLIMAN, H. (1984) *Anim. Feed Sci. Technol.* 11: 199-209.
- MOHAMED, K., LARBIER, M. y LECLERCQ, B. (1986) *Ann. Zootech.* 35: 79-85.
- MOTZOK, I. y BRANION, H.D. (1948) *Poultry Sci.* 27: 482-485.
- MOZDZIAK, P. (2004) *Avicultura Profesional* 22: 16-17.
- MULLER, R.D., CARLSON, C.W., SEMENIUK, G. y HARSHFIELD, G.S. (1970) *Poultry Sci.* 49: 1346-1356.
- MUZTAR, A.J., SLINGER, S.J. y BURTON, J.H. (1977) *Poultry Sci.* 56: 1893-1899.
- NELSON, J.R., WOOKEY, L.E., NOCKELS, C.F. y SCHUTZE, J.V. (1972) *Poultry Sci.* 51: 747-751.
- NITSAN, Z., DIVORIN, A. y NIR, I. (1981) *Br. Poultry Sci.* 22: 79-84.
- NORBERG, S.E., DILGER, R.N., DONG, H., HARMON, B.G., ADEOLA, O. y LATOUR, M.A. (2004) *Poultry Sci.* 83: 939-945.
- NRC (1994) *Nutrient Requirements of Poultry*. 8th rev. ed. National Research Council. National Academic Press. Washington D.C., EE.UU. 155 pp.
- OFIVAL (2004) *Les Cahiers de l'Ofival. Chiffres clés 2003*. OFIVAL. París, Francia. 159 pp.
- ORBAN, J.I., ADEOLA, O. y STROSHINE, R. (1999) *Poultry Sci.* 78: 366-377.
- OSTROWSKI-MEISSNER, H.T. (1984) *Nutr. Rep. Int.* 29: 1239-1248.
- PASTEVA, E., NICOLAU, A., POPA, V. y ROSCA, I. (1968) *Acta Physiol. Hung.* 33: 305-310.
- PINGEL, H., (2004) *World Poultry* 20: 26-28.
- PINGEL, H., BOCK, M., SCHEWEIZER, W. y MERTENS, H. (1969) *Archiv für Geflügelzucht und Kleintierkunde* 18: 151-168.

- PISHARODY, C.R.R. y NAIR, S.G. (1972) *Indian Vet. J.* 49: 890-897.
- PLAVNIK, I., HURWITZ, S. y BARASH, H. (1982) *Nut. Rep. Int.* 25: 907-911.
- RAGLAND, D., KING, D. y ADEOLA, O. (1997) *Poultry Sci.* 76: 1287-1291.
- RATANASETHKUL, C., RIDDEL, C., SALMON, R.E. y O'NEIL, J.B. (1976) *Can. J. Comp. Med.* 40: 360-369.
- RICARD, F.H. (1986) En: *Comptes rendus de la Conférence Avicole WPSA-SIMAVIP*. pp. 47-64.
- ROCHE (2002) *Roche vitamin supplementation guidelines for domestic animals*. Update 2. Hoffman-La Roche Lintied. Cambridge. Ontario.
- RODEHUTSCORD, M., TIMMLER, R. y WENDT, P. (2003) *Poultry Sci.* 82: 309-319.
- ROUS, J., HOLOUBEK, J. y MIKOLASEK, A. (1974) *Zivocisna vyroba (Praha)* 19: 579-590.
- ROBIN, N. y CASTAING, J. (1998) En: *3ème Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras*, Bordeaux, Francia. pp. 95-98.
- ROBIN, N. y CASTAING, J. (2002) En: *5ème Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras*, Pau, Francia. pp. 88-91.
- RUSH, J.K., ANGEL, R., BANKS, K.M., THOMPSON, K.L. y APPELEGATE, T.J. (2003) *Poultry Sci.* 82 (Suppl.1): 34.
- RUSH, J.K., BANKS, K.M., THOMPSON, K.L. y APPELEGATE, T.J. (2004) *Poultry Sci.* 83 (Suppl.1): 399.
- SALICHON, Y. y STEVENS, P. (1990) En: *Le canard de Barbarie*. B. Sauveur y H. de Carville (Eds.). INRA, París, Francia. pp. 13-19.
- SCHUBERT, R., RICHTER, G. y GRUHN, K. (1982) *Arch. Tierernähr.* 32: 531-537.
- SCOTT, M.L. y HEUSER, G.F. (1952) *Poultry Sci.* 31: 752-754.
- SCOTT, M.L., HILL, F.W., PARSONS, E.H., BRUCKNER, J.H. y DOUGHERTY, E. (1959) *Poultry Sci.* 38: 497-507.
- SCOTT, M.L. y DEAN, W.F. (1991) *Nutrition and management of ducks*. M.L. Scott y W.F. Dean (Eds.). Cornell University, M.L. Scott of Ithaca, Publisher, Ithaca, NY, EE.UU. 177 pp.
- SHALEV, B.A. y PASTERNAK, H. (1989) *World's Poultry Sci. J.* 45: 109-114.
- SHEN, T.F. (1977) *J. Chin. Soc. Anim. Sci.* 6: 21-29.
- SHEN, T.F. (1979) *J. Chin. Soc. Anim. Sci.* 8: 121-129.
- SHEN, T.F., y DEAN, F. (1982) *Poultry Sci.* 61: 1543.
- SIBBALD, I.R. (1976) *Poultry Sci.* 55: 1459-1463.
- SIREGAR, A.P. y FARRELL, D.J. (1980a) *Br. Poultry Sci.* 21: 213-227.
- SIREGAR, A.P. y FARRELL, D.J. (1980b) *Br. Poultry Sci.* 21: 203-211.
- SIREGAR, A.P., CUMMING, R.B. y FARRELL, D.J. (1982a) *Aust. J. Agric. Res.* 33: 865-875.
- SIREGAR, A.P., CUMMING, R.B. y FARRELL, D.J. (1982b) *Aust. J. Agric. Res.* 33: 857-864.
- SIREGAR, A.P., CUMMING, R.B. y FARRELL, D.J. (1982c) *Aust. J. Agric. Res.* 33: 877-886.

- SMITH, J.E.. (1982) *World's Poultry Sci. J.* 38: 201-212.
- STOREY, M.L. y MAURER, A.J. (1986) *Poultry Sci.* 65: 1571-1580.
- TIMMLER, R. y JEROCH, H. (1999) En: *Proceedings 1st World Waterfowl Conference*, Taiwan. pp. 283-291.
- TIMMLER, R., BONIS, A., JEROCH, H., JUNG, S. y RODEHUTSCORD, M. (2000) En: *XXI World's Poultry Congress, Annual Meeting of the Poltry Science Association*, Montreal, Canadá.
- VAN REEN, R. y PEARSON, P.B. (1953) *J. Nutr.* 51: 191-203.
- VELTMANN, J.R., Jr. y SHARLIN, J.S. (1981) *Poultry Sci.* 60: 637-642.
- WANG, Y., NIU, Z. y LIU, F. (2004) *Poultry Sci.* 83 (Suppl.1): 171.
- WATKINS, E.J., BUTLER, P.J. y KENYON, B.P. (2004) *Br. Poultry Sci.* 45: 331-341.
- WILICZKIEWICZ, A., JAMROZ, D., SKORUPINSKA, J. y ORDA, J., (1995) *Tierärztl. Mschr.* 82: 239-244.
- WILSON, B.J. (1973) *Br. Poultry Sci.* 14: 589-593.
- WILSON, B.J. (1975) *Br. Poultry Sci.* 16: 617-625.
- WOLBACH, S.B. y HEGSTED, D.M. (1952) *A.M.A. Arch. Path.* 54: 548-563.
- WU, H.C. y SHEN, T.F. (1978) *Journal of the Chinese Society of Animal Science* 7: 119-131.
- WU, L.S., WU, C.L. y SHEN, T.F. (1984) *Poultry Sci.* 63: 153-158.
- YALDA, A.Y. y FORBES, J.M. (1995) *Br. J. Nutr.* 74: 878-879.