MANEJO Y ALIMENTACIÓN EN LOS PRIMEROS DÍAS DE VIDA DE LAS AVES DE ENGORDA: AVANCES TÉCNICOS

Jose Henrique T Barbi y Aroldo Amorim Neto

Asa Alimentos – Brasilia DF – Brasil
SAI trecho 3 lotes 385 CEP71200-030
josebarbi@asaalimentos.com.br

Introducción

En los últimos 10 años, mucho se ha hablado de la importancia de los primeros días de vida de los pollos de engorda para la optimización de parámetros productivos, como la viabilidad, ganancia de peso y conversión alimenticia. Los avances genéticos logrados han disminuido la edad al mercado, aumentando los efectos del primer día de manejo y nutrición en el desempeño final de los pollos. Estos mismos avances genéticos han traído aves con comportamientos diferentes, con curvas de crecimiento distintas y con menor rusticidad.

Los estudios de la fase inicial de las aves de engorda modernas se han concentrado en aspectos fisiológicos y de nutrición, pero se han hecho menos estudios científicos en el área de manejo o de comportamiento animal. Los trabajos se han enfocado en los períodos previos y posteriores al nacimiento del pollito, siendo escasos los datos sobre la influencia del manejo y nutrición de las reproductoras pesadas, de los procesos de incubación, o de la interacción de estos en la calidad de la progenie.

En las empresas avícolas brasileñas vemos un 'ambiente' interesante, que busca entender la evolución genética de las aves. Cada día se explora más la interacción entre nutrición, manejo de las aves, ambiente y calidad de los pollitos. El término nutrición evolucionó a alimentación, es decir, nutrición frente al consumo de alimento en un período dado. El manejo es específico para una determinada línea genética o para pollitos de mayor o menor peso provenientes de reproductoras de edades diferentes. La interacción de la calidad del ambiente, por ejemplo la iluminación, temperatura, calidad del aire, con la genética y en distintas fases de la vida de las aves cada día se explora más frente al comportamiento de los pollitos y de los pollos. Las pruebas y observaciones de campo y las pruebas en 'casetas experimentales' forman parte del día a día de las empresas, en un proceso intenso de investigación y comunicación entre las áreas de producción y nutrición.

Esta revisión de literatura tiene el objetivo de explorar este escenario de desarrollo técnico continuo de las empresas avícolas frente la estudios de la fase inicial de los

pollos de engorda y de los posibles efectos de la edad de las reproductoras en la calidad de la progenie.

Reproductoras Pesadas y Procesos de Incubación

El concepto de uniformidad de lotes se aplica a las reproductoras pesadas y a los pollos. Un lote más uniforme tiene un requerimiento nutricional más homogéneo y presenta una menor competencia entre las aves. Al alimentar un lote uniforme podemos suministrar a la mayoría de las aves con cantidades de nutrientes adecuadas, donde la cantidad adecuada de los nutrientes significa la optimización del desempeño, que genera una mayor utilidad por ave producida.

En el manejo de reproductoras pesadas, la uniformidad se garantiza al alojar lotes en grupos, lo que facilita la selección de aves por peso. De esta forma, se crían grupos dentro de un lote y a través de la alimentación (cantidad de alimento con una determinada concentración nutrimental) buscándose llegar a grupos, y en consecuencia, a lotes uniformes en la edad previa a la postura.

Una de las maneras de medirse la uniformidad seria en porcentaje (%) de aves con peso que varía alrededor de una media de peso vivo. Boersma et al (2003) alojaron reproductoras en ambiente de experimentación (edad de las progenitoras de 36 semanas) y no seleccionaron a las aves en grupos por peso. Los dos lotes alojados presentaron al nacimiento 85 % de uniformidad y 40 % de uniformidad después de 4 semanas (cuadro 1).

Cuadro 1. Uniformidad de lotes de reproductoras pesadas de aves sin trabajo de selección por peso (Boersma et al 2003)

	Lote 1 (%)	Lote 2 (%)
Nacimiento	83.5	85.4
Alojamiento	86.4	83.6
1 semana	69.6	76.1
2 semana	57.1	56.8
3 semana	49.9	57.5
4 semana	40.5	40.5

Nota: Uniformidad como % de aves que varía en 10 % +- de la media del peso de las aves.

Si tal tendencia de pérdida de uniformidad es inherente a las reproductoras, podemos inferir que lo mismo es verdad para los lotes de pollos, al igual que aquellos provenientes de reproductoras de la misma edad y de huevos de peso uniforme. El trabajo técnico dentro de las empresas busca, a través de instalaciones, manejo y nutrición adecuados, minimizar tal tendencia de pérdida de uniformidad en pollos de engorda.

Vandegrift et al (2003) compararon la uniformidad de lotes y el crecimiento de pollos bajo diferentes programas de alimentación en la dinámica del consumo. Estos autores alimentaron pollos de 0 a 49 días con base en un modelo de requerimiento de nutrientes basado en la velocidad y aceleración del crecimiento, o usando una alimentación común en la industria avícola americana, u ofreciendo una única dieta a lo largo de los 49 días. Los resultados de este trabajo mostraron una correlación positiva y significativa ($P<0.001$) entre el consumo de alimento y la ganancia de peso (0.95), y entre la velocidad (g/d) de consumo y de ganancia (0.78). El cuadro 2 muestra el efecto de diferentes estrategias de alimentación en la uniformidad de lotes de pollo al mercado.

Cuadro 2. Efecto de la estrategia de alimentación en la uniformidad de lotes de pollos al mercado (Vandegrift et al, 2003).

Estrategia	Consumo de alimento (g)	Desviación estándar del consumo (g)	Peso vivo 49 días (g)	Desviación estándar del peso vivo (g)
Modelo	5168	384	2877	191
Industria EUA	5142	682	2890	365
Dieta única*	5008	565	2890	353

Dieta de crecimiento común en la industria americana.

La edad de la reproductora influencia los parámetros anatómicos y fisiológicos de la progenie (cuadro 3). Los pollitos provenientes de reproductoras jóvenes se ven más afectados por el tiempo de ayuno entre el nacimiento y la colocación. Mayorka (2002), en una revisión de literatura, enfatiza el efecto de la edad de la reproductora y el tiempo de ayuno antes de la colocación, sobre el desempeño de los pollos (cuadro 4). La menor proporción de saco vitelino en relación al peso vivo y las diferencias anatómicas en los segmentos del intestino delgado pueden explicar parcialmente tal efecto. Otro factor importante es el efecto negativo del ayuno antes de la colocación en la involución del saco vitelino de pollitos provenientes de reproductoras jóvenes (cuadro 5). Cualquier impacto de la edad de las reproductoras sobre el desempeño de la progenie será mayor en condiciones de campo, donde tenemos variaciones entre lotes y dentro de las casetas en alimentación y ambiente.

La edad de la reproductora afecta la calidad de los huevos (cantidad relativa de cascarón, calidad de cascarón, relación albúmina:yema, pH de la albúmina, etc.), generando la alteración en el porcentaje de huevos eclosionados y en el tiempo de nacimiento de los pollitos.

Tona et al (2004) mostraron que además de la edad de la reproductora, el tiempo de almacenamiento de los huevos (0 vs. 7 días) puede afectar la ganancia de peso de los pollitos. El tiempo de almacenamiento de los huevos sería el tiempo en días entre la postura y el inicio de la incubación. En este trabajo, cuando los huevos provenían de reproductoras de 35 semanas, el mayor tiempo de almacenamiento significó una menor

ganancia peso de los pollitos (interacción edad reproductora x peso pollito significativa en P=0.008; 141 g vs. 127 g para pollitos de huevos con 0 o 7 días de almacenamiento). Cuando los huevos provenían de reproductoras con 45 semanas de edad, el tiempo de almacenamiento de los huevos no influyó sobre el peso de los pollitos a los 7 días.

Cuadro 3. Parámetros anatómicos de pollitos influidos por la edad de la reproductora (Mayorka, 2002).

	Edad de la reproductora	
	60 semanas	30 semanas
Embrión (g)	50.57[a]	41.32[b]
Saco Vitelino (g)	10.86[a]	7.53[b]
Saco Vitelino (%)	21.47[a]	18.19[b]
Hígado (g)	0.887[a]	0.759[b]
Hígado (%)	1.758	1.844
Tracto gastrointestinal (%)	6.981[b]	8.981[a]
Tracto gastrointestinal (g)	3.52	3.38

Tracto gastrointestinal= molleja, proventrículo, intestino; P<0.05

Cuadro 4. Ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia (CA) de pollos provenientes de reproductoras de diferentes edades y expuestos a alimentos después del nacimiento. (Almeida, 2002)

Edad de la reproductora (sem.)	Tiempo (horas)	Ganancia 21 días (g)	Ganancia 42 días (g)	Consumo 42 días (g)	CA (g/g)
30	0	684	2299	3651	1,709
30	24	618	2242	3477	1,707
30	48	562	2190	3380	1,683
60	0	717	2395	4067	1,784
60	24	710	2449	3936	1,733
60	48	649	2337	3784	1,729
Edad (P)		0,001	0,001	0,001	0,001
Tiempo (P)		0,001	0,021	0,011	0,140
Edad x Tiempo (P)		0,003	0,217	0,937	0,461

Cuadro 5. Efecto de la edad de la reproductora y de la alimentación posterior al nacimiento en la utilización del saco vitelino de pollitos de engorda (residuo 24 horas posterior a la eclosión; Mayorka, 2000).

	Reproductora 60 semanas		Reproductora 30 semanas	
	Alimento	Ayuno	Alimento	Ayuno
Saco Vitelino (% peso del embrión)	9.31	8.03	9.54	13.66

Interacción de la alimentación posterior a la eclosión x edad de la reproductora: P=0.03

Es esencial entender la calidad de los pollitos para adecuar el manejo y la alimentación en los primeros días de vida del lote. La sugerencia es crear una calificación para la calidad de pollitos. La edad de la reproductora, peso del huevo y el tiempo de almacenamiento son los primeros factores a considerarse para hacer tal calificación de calidad de pollitos. Se describieron otros factores a considerarse en la calificación de un lote de pollitos por Tona et al (2003). Estos autores indicaron, entre otros: (1) el nivel de actividad – tiempo en que le lleva al pollito ponerse de pie cuando se coloca de dorso sobre una superficie, (2) aspecto general del ave – sequedad y limpieza de las plumas, (3) consistencia y altura del abdomen [saco vitelino], (4) aspecto de los ojos en términos de brillo y abertura, (5) conformación de las patas y (6) calidad del ombligo. En la incubadora de las empresas, tal calificación sería determinada en una muestra de pollitos que compone un lote, y el tamaño de la muestra sería determinado por el coeficiente de variación previsto en los factores conocidos antes de la incubación: edad de las reproductoras, peso de los huevos y tiempo de almacenamiento de los huevos.

Tona et al (2003) estudiaron cómo el tiempo de almacenamiento de los huevos (3 ó 18 días) afectaría la calificación de la calidad de pollitos. La calidad descrita tiene un valor máximo de 100. La calificación media de los pollitos provenientes de huevos con 3 días de almacenamiento fue de 97 puntos, mientras que aquellos provenientes de huevos con 18 días de almacenamiento obtuvieron una calificación media de 92.0 ($P< 0.05$).

Otro factor que puede explicar la calidad es el *crecimiento relativo de los pollitos*. El crecimiento relativo sería la relación entre el peso a los 7 días y el peso en la colocación. Para pollitos provenientes de reproductoras jóvenes se ha encontrado hasta 4.6 veces de crecimiento relativo. Por ejemplo, los pollitos colocados con 37 gramos deberían de tener 170 g a los 7 días. Es importante notar que los datos en la literatura muestran pollitos que pierden entre 2.5 y 9.5 % del peso entre el nacimiento y la colocación. Una observación importante dicha por Tona et al (2003) es que a medida que aumenta el peso de los pollitos de 1 día, tiende a disminuir el crecimiento relativo a los 7 días, o sea, el crecimiento relativo se puede usar como parámetro de calidad dentro de una amplitud de peso a la colocación.

En la última cuarta parte de la incubación, el oxígeno es un factor limitante para el embrión. En esta fase, la glucosa como fuente de energía para los embriones se genera principalmente a partir de aminoácidos o de glucógeno. El glucógeno vendría de las reservas del hígado o músculos. La demanda de energía durante el nacimiento aumenta y estas reservas de glucógeno disminuyen. En este caso, los investigadores buscan formas de aumentar las reservas de los embriones y de mejorar la calidad de los pollitos, y uno de los métodos probados es la alimentación *in ovo*. Uni et al (2005) trataron a huevos con una solución de carbohidratos y HMB (β-hidroxi-β-metilbutirato) a los 20 días de incubación, obteniendo resultados positivos para el peso de los pollitos al nacimiento, peso vivo a los 10 y a los 25 días. El peso de los músculos de la pechuga también se vio positivamente afectado por la alimentación *in ovo* (cuadro 6 y figura 1). Los niveles de glucógeno en el hígado estuvieron positivamente alterados por la alimentación *in ovo*.

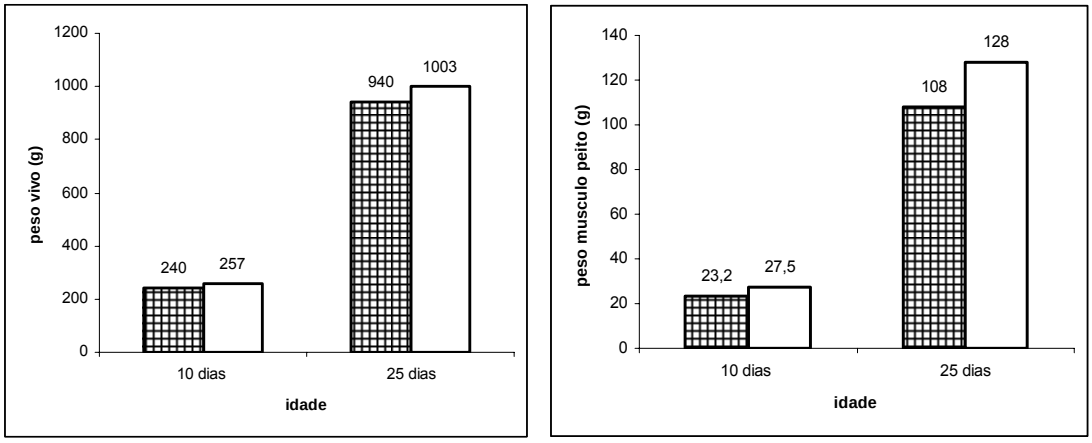

Figura 1. Peso vivo y de músculo de pechuga de pollos a los 10 y 25 días de edad afectados por la alimentación *in ovo* (P<0.05; Uni et al, 2005); barra a cuadros control; barra en blanco in ovo.

Cuadro 6. Peso de los pollitos y del músculo de la pechuga de pollitos afectados por la alimentación in ovo a los 20 días de incubación (Uni *et al*, 2005).

	Peso Pollitos (g)	Pechuga (g)
Control	46.10	0.81
Alimentación *in ovo*	48.70	0.97
P<	0.05	0.05

Manejo y Alimentación Inicial

Un concepto común en la industria avícola es el de la alta correlación entre el peso a los 7 días y el peso al mercado. En los trabajos de modelamiento de crecimiento de pollos en los que participamos en los últimos años junto con la industria brasileña y argentina, tal concepto no necesariamente se aplica, por la posibilidad de poder manipular la curva de crecimiento de las aves a lo largo de la vida con diferentes estrategias de alimentación. González et al (2003) encontraron una correlación de 0.77 entre el peso a los 7 y a los 21 días, y una correlación de 0.45 entre el peso de 21 y 42 días. La baja correlación entre el peso a los 7 días y el peso al mercado no disminuye la importancia de la primera semana de vida en el éxito del desempeño de los lotes del pollo moderno. Los errores de manejo y alimentación en la primera semana de vida de un lote siempre afectan negativamente el desempeño al mercado. En el manejo, lo que principalmente buscamos es calentamiento y calidad de aire adecuados. En la alimentación, lo que buscamos es calidad de la materia prima (digestibilidad y ausencia de factores antinutrimentales), balanceo de nutrientes y mayor consumo de alimento en los primeros días de vida de las aves de engorda modernas.

En la fase embrionaria de las aves el cociente respiratorio (CO_2 producido: O_2 consumido) se explica como una variación entre 0.72 y 0.74, lo que indica la utilización de grasa como fuente de energía (Sklan, 2003). Este valor cambia a 0.90 – 1.0 en pollitos con 9 días de edad, lo que indica una mayor utilización de glucosa. Batal y Parsons (2004) compararon la metabolizabilidad de las fuentes de carbohidratos en aves de 0 a 14 días, indicando que la dieta a base de dextrosa fue la que presentó mejores resultados (figura 2). Tales datos refuerzan el concepto de que los carbohidratos de cadena corta en la dieta garantizan un mejor desempeño de los pollitos.

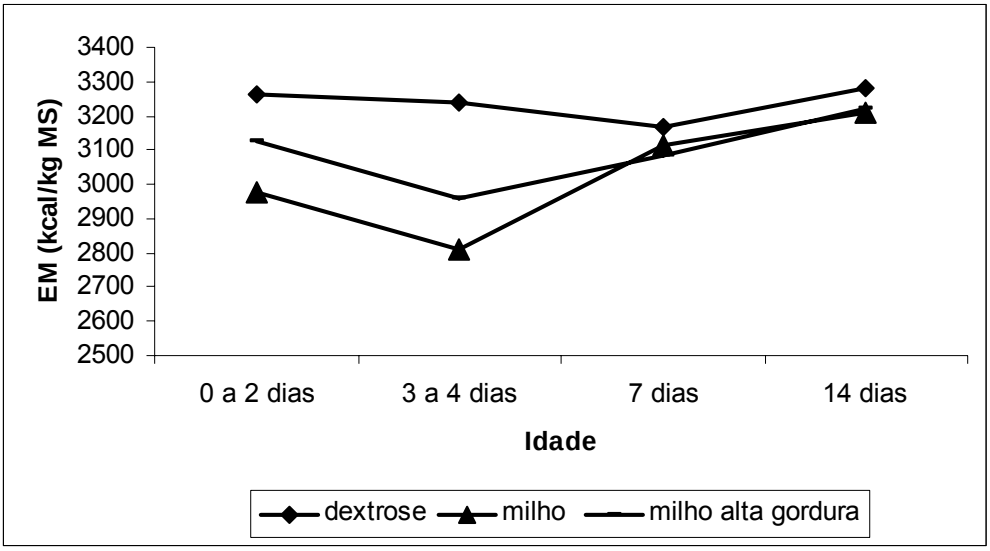

Figura 2. Calidad de carbohidratos para aves en los primeros días de vida; dietas a base de carbohidratos y pasta de soya (Batal y Parsons, 2004)

En los primeros 2 días de vida del pollito, la presencia de yema en el lumen intestinal garantiza una adecuada utilización de la grasa (Noy y Sklan, 1998). La digestibilidad de las grasas disminuye en los días subsiguientes y vuelve a subir a medida que las aves envejecen (Batal y Parsons, 2002). Para el uso de grasas o aceites en dietas de aves jóvenes, debemos observar los siguientes factores de calidad: (1) relación entre ácidos grasos insaturados y ácidos grasos saturados; (2) niveles de ácidos grasos libres y (3) ausencia de peróxidos. La relación de ácidos grasos insaturados y saturados en la dieta debe estar cercana a 3:1 (Ketel y DeGrote, 1989; figura 3). Los ácidos grasos libres disminuyen la digestibilidad de las grasas y aceites, y su presencia en harinas de origen animal puede denotar un crecimiento microbiano indeseable. Los ácidos grasos saturados pueden interactuar con otros ingredientes del alimento y afectar la tasa de paso del alimento en el tracto gastrointestinal y el consumo de alimento (cuadro 7). El peróxido es un factor antinutrimental importante por ser tóxico para las aves y por afectar la digestibilidad de los alimentos (cuadro 8; Namkung y Leeson – comunicación personal). El uso de grasas con perfil de ácidos grasos más cercano a aquel que va a ser depositado en los adipocitos de las aves jóvenes aumenta la eficiencia de la utilización de las grasas. De esta forma, comparando el costo metabólico de uso de aceite de maíz o grasa de aves para pollitos, la recomendación será el uso de grasa de aves.

Cuadro 7. Efecto del tipo de grasa (10 % inclusión) y uso de enzima (xilanasa 3000 IU/kg) en el consumo y tasa de paso (tiempo de excreción del marcador ingerido) en aves.

Grasa	Enzima	Horas para 50 % de excreción del marcador	Consumo (g)	
			8 – 14 días	15 –21 días
Aceite de soya	No	8.38 (0.75)	291	469
Aceite de soya	Sí	6.68 (0.70)	291	507

Cuadro 9. Resultados de digestibilidad de aminoácidos utilizando metodología IDEA (immobilized digestible enzyme assay – Novus International Inc).

Amino ácidos digestibles	Pasta de Soya	Soya desactivada con cascarilla	Soya desactivada sin cascarilla
Lisina	92.1	87.6	88.7
Metionina	92.6	83.3	85.8
Cistina	87.9	81.1	82.9
Treonina	90.0	84.1	85.7
Valina	91.8	84.4	86.4

Existen recomendaciones para el tratamiento térmico de ingredientes (extrusión/expansión) como una forma de mejorar la calidad de los alimentos para aves jóvenes, pero todavía son controvertidos tales beneficios de la gelatinización del almidón. Los trabajos de Batal y Parsons (2004) y de Moritz et al (2005) indican que la gelatinización del almidón o no afecta los resultados del desempeño de aves o afecta negativamente. Moritz et al (2005) trataron al maíz por medio de la extrusión o peletización y después molieron el producto para adicionarlo en dietas de aves. Compararon dietas con maíz normal en sustituciones de 1:3, 2:3 y 3:3 partes de maíz extruido o peletizado, y con tamaño de partículas diferentes. Estos autores concluyeron que el tamaño de partícula del maíz influyó más sobre el desempeño de las aves que el tratamiento térmico. Batal y Parsons (2004) demostraron que la energía metabolizable (EM) del almidón de maíz pregelatinizado varió entre 2800 y 2900 kcal/kg de materia seca en aves entre 0 y 4 días, mientras que el almidón de maíz no tratado presentó una variación de 3080 a 3200 kcal/kg de materia seca.

La calidad física de los ingredientes y alimentos ha sido uno de los puntos discutidos en la industria avícola brasileña. Hoy en día, en el mercado tenemos alimentos balanceados para aves jóvenes en forma de micropelets o triturados. En los últimos años, hemos visto el aumento del tamaño de partículas en las dietas en harina producidas en las empresas avícolas. Tal direccionamiento tiene por objeto el aumento del consumo de alimentos balanceados en un período dado. Para estimular el consumo inicial del pollo moderno, es común el uso de la alimentación sobre papel en los primeros 3 días de vida. El número de veces por día que tal alimento se suministra sobre el papel y en los comederos también estimula el consumo inicial de las aves jóvenes. Rostagno et al (2003) describen un estudio donde se comparó el uso de dietas de preinicio en harina, micropeletizadas o trituradas y en cantidades de 300 g para la de harina y 200 g para las otras formas. Las dietas micropeletizadas y trituradas proporcionaron una mayor ganancia de peso a los 7 días. Al mercado, el efecto de la forma física de las dietas de preinicio desapareció. Para los pollitos ligeros, el efecto de la forma física de los alimentos de preinicio genera efectos positivos que permanecen hasta el mercado. Las pruebas de campo han demostrado tal efecto, siendo que la forma triturada parece ser la más eficiente.

Otros factores que pueden influenciar el consumo de alimento en los primeros días de vida son: la temperatura interna de las casetas, la calidad del aire y la disponibilidad de agua. El efecto negativo de la temperatura puede venir tanto de temperaturas bajas, como de altas. Saleh (2002) mostró que la temperatura alta en el calentamiento de las aves jóvenes puede afectar el consumo de alimento y la ganancia de peso (cuadro 10).

Cuadro 10. Efecto del calentamiento de pollitos sobre el consumo de alimento y ganancia de peso *(P<0.05 para efecto de la temperatura inicial sobre la ganancia de 21 – 35 días*; Saleh et al, 2002*)*

Calentamiento* 0 – 21 días	Consumo 0 – 7 días (g)	Consumo 0 – 15 días (g)	Ganancia de peso 0 – 15 días (g)	Ganancia de peso 21 – 35 días (g)
Normal	111	486	358	1009
Temperatura alta	109	440	316	946*

Temperatura alta: 34°C en los primeros 7 días y 32°C de 7 a 21 días; Temperatura normal de 32°C en los primeros 2 días, 31°C de 3 a 7 días, 29°C de 7 a 14 y 27°C hasta los 21 días; de 21 a 35 días las aves de los dos tratamientos permanecieron a 24°C.

Lo importante es garantizar el consumo de alimento y agua lo más rápido posible para los pollitos al alojamiento o colocación, y entender el comportamiento de estas aves. La figura 4 esclarece como las aves pueden tener un comportamiento diferente frente a los distintos tipos. Es interesante ver que cuando se expuso a los pollitos a alimentos balanceados o a sustratos en régimen de *cafetería,* el inicio del consumo fue más rápido para los sustratos (Yo et al, 1998).

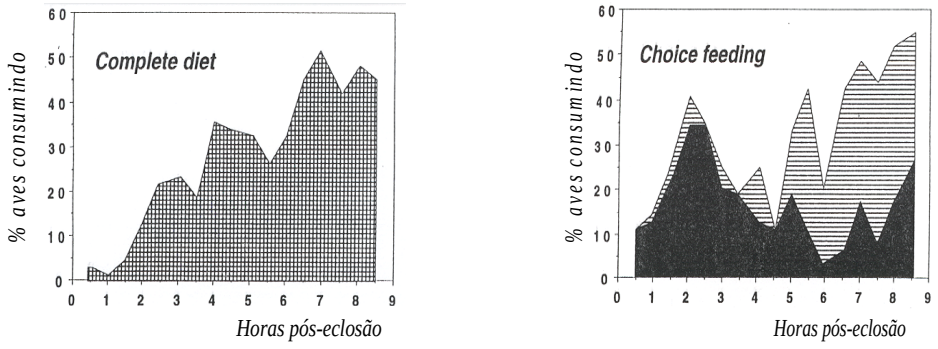

Figura 4. El tipo de alimento (completo o cafetería) influencia el consumo inicial *(Yo et al, 1998)*

Un último tema de interés en el manejo de las aves jóvenes es la posibilidad de condicionar a las aves jóvenes a que éstas aumenten la resistencia al calor o a las respuestas a los nutrientes. De Basílio et al (2003) indican que el acondicionamiento térmico en períodos de homeotermia de las aves puede activar la expresión de genes y garantizar una mayor resistencia al estrés por calor. Quetin et al (2005) trabajaron con dietas de alta o baja concentración de aminoácidos en los primeros 7 días de vida de los pollitos y con dietas con diferentes concentraciones nutrimentales en la fase de crecimiento (22 a 42 días; 85 %, 95 %, 105 % y 115 % del NRC), e indican un condicionamiento nutrimental de las aves. Los resultados mostraron un efecto significativo ($P<0.05$) de la dieta de preinicio sobre el peso a los 21 días, a los 42 días y sobre el rendimiento de pechuga. La dieta de preinicio, rica en proteína y aminoácidos afectó negativamente la mortalidad de las aves ($P<0.05$). Estos autores indican que el acondicionamiento térmico y nutrimental puede tener un efecto duradero por interactuar en la dinámica de la proliferación de las células satélites de los músculos. Estos autores trabajaron también con la intensidad de la luz (80 vs. 5 lux), y obtuvieron un mejor peso vivo y conversión a los 42 días con el uso de una menor intensidad de luz.

Conclusión

Los cuidados en los primeros días de vida son críticos en el desempeño al mercado de los pollos de engorda modernos. Hoy en día tenemos pollitos con mayor grado de letargo, lo que exige una atención en la búsqueda del consumo de alimento y agua inmediatamente a haberse colocado o alojado. Este consumo al alojamiento y en los primeros 10 días de vida debe ser suficiente para todos los pollitos para garantizar la uniformidad del lote al mercado. Es importante entender la calidad del pollito que recibimos en las casetas, ya que los pollitos de calidad diferente exigen cuidados diferentes.

Bibliografía

Almeida, JG 2002. 76f. Dissertación Mestrado; Faculdade de Ciências Agrárias y Veterinárias, Universedad Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Batal, AB y Parson, CM 2002. Poultry Science 81:400-407

Batal, AB y Parson, CM 2004. Poultry Science 83:1140-1147

Boersma, SI et al 2003. J Appl Poult Res 12:428-434

Danicke, S et al 1997. Br. Poultry Sci. 38:546-556.

Ketels, E. , De Groote, G. 1989. Poultry Science, 68:1506-1512.

Mayorka, la 2002. 103f. Tese Doutorado; Faculdade de Ciências Agrárias y Veterinárias, Universedad Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Mayorka, la et al 2000. Rev. Bras. Ciên. Avícola, v. 2, p.141-148.

Moritz, JS et al 2005. J Appl Poult Res 14:47-54.

Noy, D and Sklan, D 1998. J Appl Poultry Res 7:437-451.

Quentin, M et al 2005. J Appl Poultry Res 14:69-76.

Rostagno, HS et al. 2003. Memorias del XI Congreso de la AMENA y I del CLANA p. 85-98.
Saleh, y et al. 2002. Feathering Manual – Novus International Inc., St Louis, US.

Tona, K et al 2003. Poultry Science 82:736-741.

Tona, K et al 2004. J. Appl. Poult. Res. 13:10-18.

Vandegrift, KJ et al 2003. Poultry Science 82:1091-1099.

Yo et al 1998. Poultry Science 77:502-508.