

Splitfeeding, un novedoso sistema de alimentación para ponedoras.

J. FUSTER MONZO^{1*}

¹Jefe de Producto de Avicultura Puesta Nanta S.A. *e-mail: j.fuster@nutreco.com

El Splitfeeding es un novedoso sistema de alimentación para ponedoras basado en una alimentación diferenciada de las ponedoras con pienso de mañana distinto al pienso de tarde. Esta diferenciación es de interés en base a que las necesidades nutricionales de las gallinas ponedoras no son constantes y varían a lo largo del día en función de las distintas fases de formación del huevo. Además de la bibliografía disponible al respecto este informe recoge la información de las distintas pruebas experimentales realizadas y que confirman la idoneidad de este sistema de alimentación. Estas pruebas experimentales constatan que la alimentación diferenciada de las ponedoras consigue mantener las producciones obtenidas en un sistema convencional pero con un menor consumo de nutrientes. El otro importante beneficio que aporta el sistema es la mejora de la calidad de la cáscara al final del ciclo productivo, momento en el cual esta mejora es más necesaria. No debemos de obviar la sostenibilidad que aporta el sistema al conseguir también una reducción de los nutrientes en las heces. Se ha experimentado con el sistema Splitfeeding en condiciones de campo en 6 explotaciones distintas, cada una con sus particulares condiciones e instalaciones y en todas ellas se ha comprobado la fácil aplicabilidad del sistema en condiciones de producción comercial. Aunque el sistema requiere de un manejo diferenciado de piensos, ello no supone ningún inconveniente en la mayoría de las actuales explotaciones comerciales de ponedoras.

Palabras clave: ponedoras; eficiencia; nutrientes; cáscara; sostenibilidad.

Introducción

Las necesidades nutricionales de las gallinas ponedoras no son constantes, varían a lo largo del día dependiendo de las necesidades fisiológicas de las gallinas para formar los distintos componentes del huevo.

El sistema Splitfeeding es un novedoso sistema de alimentación para las ponedoras que, además de aplicar los actuales conocimientos en nutrición, incorpora la ventaja que supone poder ajustar el consumo de nutrientes a sus diferentes necesidades a lo largo del día, consiguiendo acercarnos al comportamiento alimentario voluntario y fisiológico que tiene la gallina cuando se le permite la selección de estos en cada momento. Esta mayor adaptación de la alimentación a las necesidades fisiológicas de la ponedora en cada momento, es lo que permite que el sistema Splitfeeding sea un sistema de alimentación más eficiente

En la actualidad, el sistema de alimentación utilizado en las explotaciones de gallinas ponedoras consta de un pienso que se suministra a lo largo de todo el día, y por lo tanto con niveles constantes de nutrientes. Según distintos autores este sistema no es capaz de optimizar la utilización de los nutrientes de la dieta (Chah, 1972, Leeson y Summers, 1997). Las estirpes comerciales de gallinas ponedoras tienen la mayoría de sus oviposiciones durante la mañana (Etches, 1986, Leeson y Summers, 1978, Larbier y Leclercq, 1992). Mientras que el intervalo entre dos oviposiciones sucesivas es de unas 24 horas o ligeramente superior (Keshavarz, 1998). Unos 30 minutos después de una oviposición se produce la siguiente ovulación. Durante las primeras cuatro horas se forma el albumen. Más tarde se deposita la cascara, este proceso tarda unas 20 horas (Larbier y Leclercq, 1992). La formación de la cáscara tiene lugar sobre todo durante la tarde y la noche. Debido a todo esto, se puede pensar que durante la mañana las gallinas tienen mayores necesidades de energía y proteína y que por la tarde

noche aumentan sus necesidades de calcio. Farmer et al. (1986) observaron que las gallinas utilizan, para la formación de la cascara, mas calcio proveniente del pienso consumido por la tarde que del consumido por la mañana. Además las gallinas a las que se les suministro calcio por la tarde fueron menos dependientes de sus reservas óseas. Lennards y Roland (1981) encontraron diferencias en la calidad de la cáscara dependiendo del momento en el que se administró el calcio. Las gallinas a las que se les administraba el calcio a las 8 am no fueron capaces de mantener el peso de la cascara de los huevos que produjeron. Por el contrario el peso de la cáscara de los huevos producidos por las gallinas que recibieron el calcio a partir de las 4 pm no se redujo.

Cuando a las gallinas se les ofrecen distintas dietas para que puedan elegir distintos nutrientes durante todo el día, se ve un aumento de consumo de energía y proteína por la mañana, (Chah, 1972) mientras que se observa un mayor consumo de calcio en la parte final del día. Chah (1972) realizó un estudio en el que obtuvo una reducción en el consumo de proteína, energía y calcio de aproximadamente un 11, 8 y 26%, respectivamente, sin empeorar las producciones. En otro estudio (Leeson y Summers, 1997) se ofreció a las gallinas dos dietas disponibles simultáneamente, una rica en calcio (13%) y baja en energía y proteína (1740 kcal ME/kg, 10.7% respectivamente) y una dieta baja en calcio (0.47%) y alta en energía y proteína (3065 kcal ME/kg, 19.1% respectivamente). El grupo de gallinas que pudo elegir entre estas dos dietas aumentó su peso corporal y mantuvo el tamaño del huevo comparado con el tratamiento control. Esto sugiere que la utilización de la energía y la proteína es más eficiente cuando estos nutrientes se consumen en el momento del día en que son más necesarios. Por lo que el método de alimentar las gallinas con un solo pienso podría no ser el más óptimo en términos de utilización de nutrientes.

Fundamentos del sistema Splitfeeding

Esta diferencia de necesidades que apenas es considerable en otras especies, es muy notoria en el caso de las ponedoras y ello está directamente relacionado con las distintas fases de formación del huevo a lo largo del día.

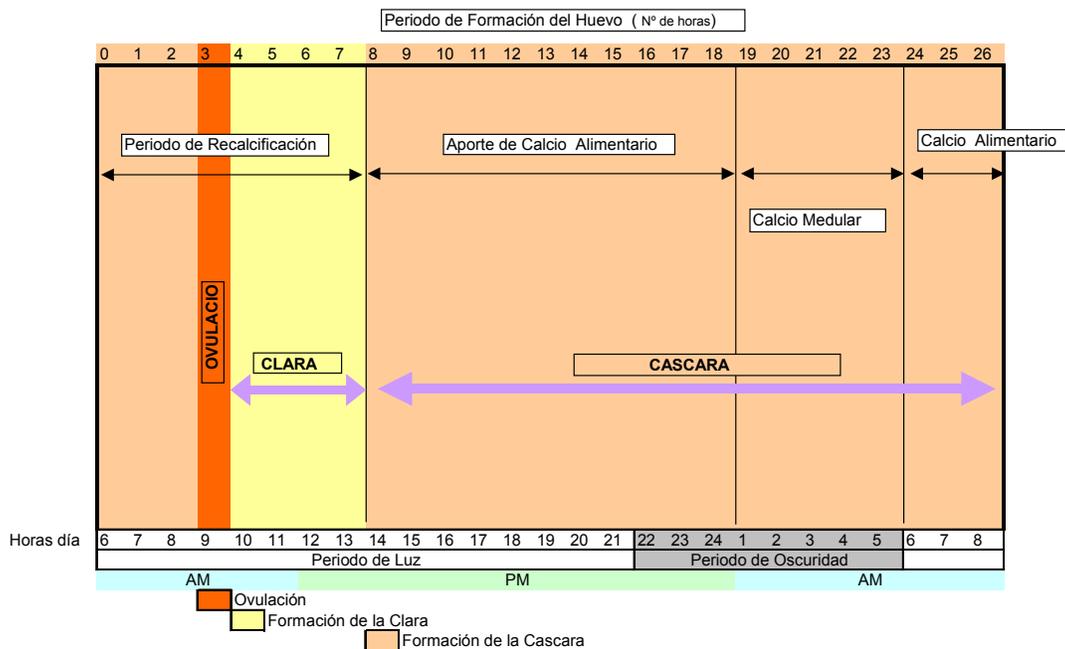


Figura 1. Fases de formación del huevo.

Las necesidades de las gallinas ponedoras son distintas a lo largo del día y de forma fisiológica el ave, en situación de poder seleccionar nutrientes, hace una selección de los mismos, en función de la

fase de formación del huevo en la que se encuentre. Este comportamiento de la gallina es muy lógico porque su objetivo instintivo es el mantenimiento de la producción de la forma más óptima y ello se consigue adaptando los nutrientes que consume a sus necesidades del momento. Es por ello que, aunque al suministrar una dieta única durante todo el periodo de formación del huevo somos capaces de conseguir el objetivo (eficaz), este objetivo no se consigue de forma óptima porque implica un mayor consumo de nutrientes (no eficiente).

Hay varios estudios que han demostrado este diferente comportamiento alimentario de las ponedoras. Lesson y Summers (1997) mostraron que cuando las gallinas ponedoras pudieron seleccionar el tipo de dieta que consumían en base a sus diferentes necesidades a lo largo del día, estas consumían significativamente menos proteína, menos energía y menos Ca. De igual forma Chah (1985) demuestra claramente estas diferencias, tanto de comportamiento alimentario como del consumo total diario de nutrientes. En esta experiencia se diferenciaron a dos grupos de gallinas en igualdad de condiciones de edad, manejo o alojamiento pero diferenciando su alimentación. En uno de los grupos se suministró un comedero con pienso único mientras que en el otro grupo se habilitaron tres comederos con diferentes nutrientes teniendo en uno de ellos un alimento Energético (EM) en el otro un alimento Proteico (PB) y en el tercero una fuente de Calcio (Ca).

Hay un pico de consumo de energía en las primeras horas del día (que no es capaz de ser satisfecho en condiciones de alimentación única) disminuyendo estas necesidades energéticas en el periodo de tarde y teniendo necesidades muy bajas en las últimas horas del periodo de iluminación. Con el pienso único, además de no poder atender las necesidades energéticas del periodo de mañana, en el final del periodo de tarde se produce un innecesario incremento de consumo de energía “forzado” por la necesidad de la ponedora en satisfacer sus necesidades de Ca.

Algo muy parecido ocurre con el consumo de Proteína, pudiéndose comprobar la existencia de un pico de necesidades en las primeras horas del día, para pasar a unas menores necesidades en el periodo de tarde y siendo muy bajas las necesidades en las últimas horas del día. Cuando hay un consumo en base a una dieta única se vuelve a evidenciar como esta dieta única es claramente deficitaria en el periodo de mañana para pasar a resultar excesiva en el periodo de tarde. Al igual que se vio con la energía, con el pienso único la ponedora se ve forzada a hacer un “innecesario” pico de consumo de proteína por la tarde lo que se traduce en ese mayor consumo diario de Proteína respecto al otro grupo donde se le permite la opción de selección de nutrientes.

Pero donde el comportamiento alimentario se evidencia muy claramente distinto es en el consumo del Calcio. Vemos las mínimas necesidades que manifiesta la gallina en el periodo de la mañana para experimentar un muy alto pico de necesidad a partir de las 16:00 horas del día. Esto también fue demostrado por P. Mongin y B. Sauver y comprobaron que cuando el aporte de calcio se hacía en base a conchilla de ostra de forma suplementaria al pienso, el consumo era muy alto entre las 16:00 y las 20:00 horas del día. También fue evidenciado este comportamiento de consumo del Calcio por los autores Chan y Moran en 1985 demostrando que cuando la ponedora puede escoger el Ca, lo consume mayoritariamente en unas determinadas horas y en global consume una menor cantidad. Claramente se visualiza en el gráfico el exceso de Ca existente por la mañana cuando suministramos un pienso único mientras que no somos capaces de atender las elevadas necesidades que tiene la ponedora en las últimas horas del día.

Otro estudio que volvió a corroborar este diferente comportamiento alimentario de la ponedora fue el realizado por R. Trabas y Alina González (1985) y que lo resumen en una de sus pruebas experimentales de 72 horas de duración y haciendo un control cada 2 horas y 40 minutos (a diferencia del anterior estudio en este caso la disponibilidad de consumo de nutrientes fue las 24 horas del día):

Se vuelve a evidenciar en esta experiencia el diferente comportamiento alimentario de la ponedora durante las horas de la mañana, respecto a las de tarde y siendo muy evidentes estas diferencias sobre todo en el consumo voluntario de Ca.

Son estas elevadas diferencias encontradas en los distintos estudios las que llevaron hace unos años a Nutreco a plantear la investigación de un nuevo sistema de alimentación para ponedoras, basado en dos piensos diferenciados (P. Mañana y P. Tarde).

Pruebas experimentales Splitfeeding (Poultry and Rabbit Research Centre)

Experiencia 1 PPI19

Este estudio se realizó para evaluar si las gallinas ponedoras son capaces de utilizar más eficientemente la proteína, energía y calcio de la dieta cuando estos nutrientes se administran durante las horas en las que son más necesarios durante la formación del huevo. Se utilizaron 144 gallinas Lohmann Brown Classic, alojadas individualmente, con 40 semanas de vida sujetas a un programa de iluminación de 16 horas de luz y 8 de oscuridad. Las gallinas se repartieron en 6 tratamientos. Al grupo control se le administró durante toda la prueba un pienso normal de 2750 kcal/kg de energía metabolizable de gallinas (EMg), 16,8% de proteína bruta (PB) y 3,7% de calcio (Ca). Al resto de gallinas se les alimentó con dos piensos distintos. Desde dos horas antes de la oviposición y durante, cuatro, seis, ocho, diez y doce horas, se les administró un pienso con un nivel de EMg y PB mayores que el pienso único y con menor nivel de Ca. Después de consumir este pienso durante las horas de mañana, se les administró un pienso bajo en EMg y PB y alto en Ca durante doce, diez, ocho, seis y cuatro horas justo hasta dos horas antes de la oviposición esperada del día siguiente. En comparación con el grupo control todas las gallinas consumieron menos energía y proteína (9% y 16% de media, respectivamente). El consumo de calcio fue un 39, 24, 10 y 5% menor para las gallinas que recibieron la dieta rica en calcio durante cuatro, seis, ocho y diez horas, respectivamente. Las gallinas que recibieron la dieta rica en calcio durante cuatro y seis horas, no fueron capaces de mantener sus parámetros de calidad de la cáscara en comparación con el grupo control. Estos dos tratamientos también tuvieron menor producción de huevos y una pérdida de peso significativa en comparación con el grupo control. Las gallinas que recibieron la dieta rica en calcio durante ocho y diez horas consumieron menos energía, calcio y proteína que el grupo control sin que esto afectara negativamente a los parámetros de calidad de la cáscara. Este estudio demostró que dar a las gallinas ponedoras dos piensos, uno rico en proteína y energía durante las horas de producción del albumen y otro rico en calcio, durante las horas de formación de la cáscara, puede mejorar la utilización de los nutrientes del pienso sin afectar negativamente a la calidad de la cáscara.

Experiencia 2 PPI29

Esta experiencia se realizó con 140 gallinas ponedoras ISA Brown, alojadas individualmente. Se testó la alimentación en base a dos piensos distintos, de mañana y tarde, con distintos niveles de energía y proteína durante el periodo de 65 a 80 semanas de vida de las gallinas. El diseño experimental consistió en 5 tratamientos con 28 réplicas por tratamiento. Los resultados (tabla 1), indicaron que es posible reducir la energía metabólica en el pienso de tarde en un 4% en el periodo de 65 a 80 semanas sin efectos negativos sobre los resultados productivos. Así mismo el contenido de PB puede reducirse hasta un 9% en el pienso de tarde durante dicho periodo. Ambas reducciones contribuyeron a disminuir los costes de alimentación.

Tabla 1. Resultados productivos experiencia 2 PPI29

treatment	1	2	3	4	5	P-value
AME-CP morning						
AME-CP afternoon						
feed intake, g/day	121.9	119.9	121.6	120.9	121.0	0.9308
laying percentage	92.37	92.85	89.65	91.67	93.42	0.3385
egg weight, g	66.51	67.12	66.11	66.48	67.29	0.8681
egg mass, g/day	62.00 ^{ab}	62.33 ^b	59.37 ^a	61.22 ^{ab}	62.83 ^b	0.1245
f.c.r.	2.000 ^{ab}	1.976 ^b	2.101 ^a	2.067 ^{ab}	1.963 ^b	0.0473
weight, week 65, g	2158.5	2078.6	2137.9	2117.9	2157.1	0.5564
weight, week 80, g	2159.6	2084.3	2192.5	2142.0	2175.4	0.4054
weight gain, g	1.1	5.7	31.7	24.1	18.4	0.8240

Experiencia 3 ZL4717

Se investigó durante un periodo de doce semanas, en gallinas ponedoras, los efectos de una moderada reducción en la dieta de la proteína y la energía en el pienso de tarde. No se observaron diferencias significativas en la ingesta de pienso, porcentaje de puesta, índice de conversión, ni en masa de huevo entre los distintos tratamientos. Reducir el contenido de proteína de la dieta administrada durante la tarde redujo el consumo de proteína y lisina (5.8 y 7.8%, respectivamente) sin afectar los parámetros productivos. Además el coste de la alimentación se redujo significativamente en hasta un 3.3%. Estos resultados confirmaron los obtenidos en la prueba anterior.

Experiencia 4 PPI34

Tras los resultados de las pruebas anteriores, se formula un programa de pienso basado en el sistema Splitfeeding, que además fue introducido en condiciones de campo con tres fases (<35semanas, 36-55semanas y >56semanas de edad). Los objetivos de esta experiencia fueron, por un lado reevaluar la posible reducción de energía en el pienso de tarde (30-52 semanas de vida), comparar la gama estándar de Nanta con esta nueva gama Splitfeeding, corroborar si es posible reducir aún más el nivel de energía proteína y fósforo pero administrando mayores niveles de Calcio en el pienso de tarde desde la semana 53 hasta la 73 de vida.

Los resultados demostraron que es posible reducir un 2% de energía del pienso de tarde en el periodo de 30 a 52 semanas de edad, sin perjudicar los datos productivos. En el periodo de 53 a 56 semanas se observó que era posible reducir el contenido de energía del pienso de mañana y de tarde en un 1% sin que variaran los resultados. Al reducir el contenido de calcio en el pienso de mañana en un 15% y aumentar el de tarde en un 5%, comparado con la gama Splitfeeding estándar, ello no afectó a la calidad de la cáscara. Se demostró además que es posible reducir en un 25% el contenido de fosforo disponible en el pienso de tarde sin ningún resultado negativo. En el periodo de 55 a 73 semanas, se observaron resultados similares en cuanto a la reducción de energía y proteína que en el periodo anterior. Una nueva reducción en el nivel de fósforo del pienso de tarde tampoco tuvo ningún efecto negativo.

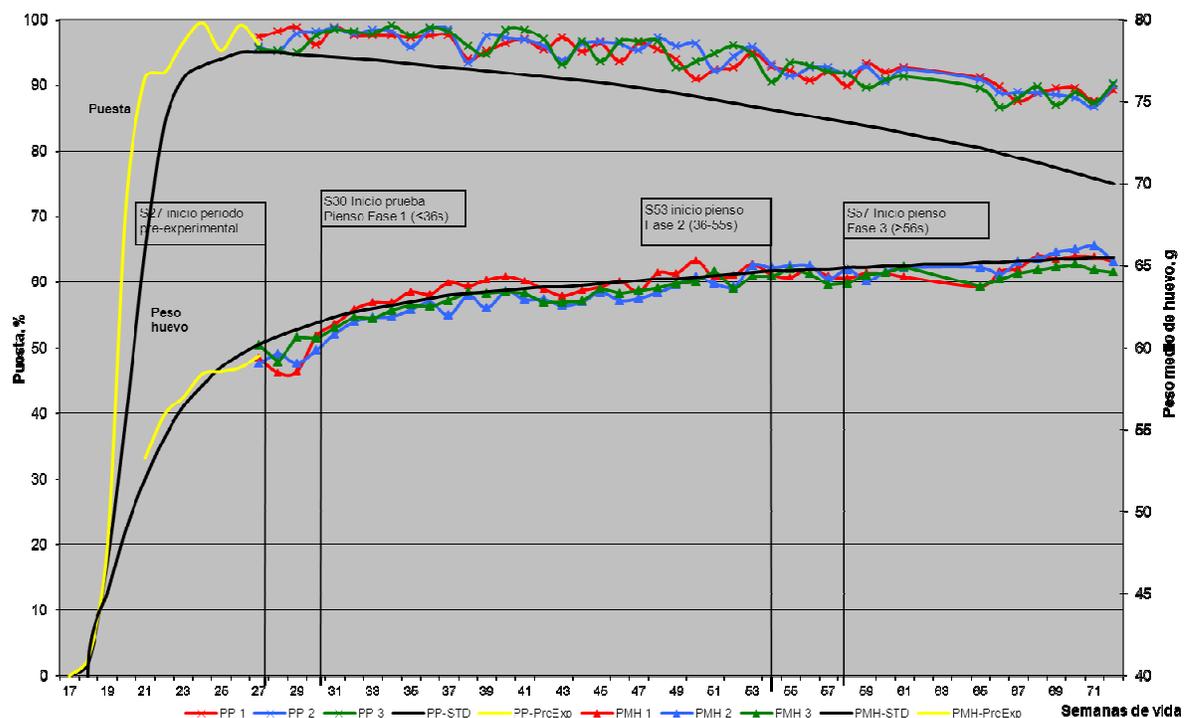


Figura 2. Datos de porcentaje de puesta y tamaño de huevo, experiencia4 PPI34.

Experiencia 5 PPI37 (Tamaño de huevo)

Teniendo en cuenta que el tamaño del huevo es un parámetro productivo altamente valorado en el mercado español consideramos interesante el diseño de una prueba Splitfeeding, diseñada específicamente para valorar la respuesta que este sistema de alimentación ejerce sobre este parámetro.

La experiencia se realizó con 140 gallinas ISA Brown alojadas individualmente y durante un periodo de 8 semanas. Se diseñaron 5 tratamientos en base a modificaciones del pienso de mañana, manteniendo el mismo pienso de tarde:

- Tratamiento A: Grupo control.
- Tratamiento B: Aumento grasa bruta.
- Tratamiento C: Aumento nivel de metionina.
- Tratamiento D: Aumento nivel de PB
- Tratamiento E: Aumento de grasa bruta, PB y metionina.

De los resultados obtenidos se observó que la opción más interesante para aumentar el tamaño de huevo fue la de incrementar el nivel de proteína en el pienso de mañana. Aumentar simultáneamente el nivel de grasa, proteína y metionina tuvo un resultado ligeramente superior pero que no compensaba económicamente.

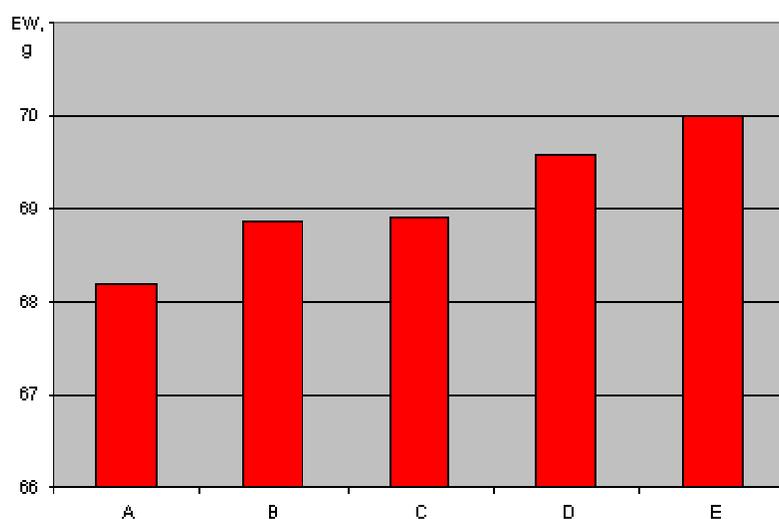


Figura 3. Resultados de tamaño de huevo, experiencia 5 PPI37.

En la actualidad se están realizando dos pruebas, optimizando los consumos de energía y proteína de los piensos de mañana y tarde. Así mismo se está estudiando, más profundamente, el efecto del sistema Splitfeeding en parámetros de sostenibilidad y bienestar animal.

Pruebas de Campo

Tras los primeros resultados experimentales se pasó a probar el sistema Splitfeeding en granjas comerciales. Para ello se contactó con distintos granjeros y se les explicó el sistema y sus beneficios. Desde entonces se han realizado varias pruebas, en distintas explotaciones y resultados satisfactorios. En todas las pruebas se ha hecho un seguimiento semanal de los datos productivos y de consumo de piensos y mensual del peso de las gallinas. Así mismo cada 2 semanas se realizaron controles de calidad del huevo.

En el pasado, la implantación en granjas de ponedoras comerciales de un sistema de alimentación en dos fases hubiera resultado un handicap insuperable, tanto por las dimensiones de las naves como por la tecnología disponible para el manejo de las mismas. Por el contrario y con las condiciones tecnológicas de las naves de ponedoras actuales, el sistema Splitfeeding no solo es perfectamente

aplicable sino que en muchas de las instalaciones modernas, no se requiere prácticamente de ninguna inversión adicional. Se ha experimentado con el sistema Splitfeeding en condiciones de campo, en 6 explotaciones distintas, cada una con sus particulares condiciones e instalaciones, y en todas ellas se ha comprobado la fácil aplicabilidad del sistema en condiciones comerciales.

Los resultados obtenidos en pruebas de campo (Figura 4) son satisfactorios y coincidentes con los obtenidos previamente en las pruebas experimentales.

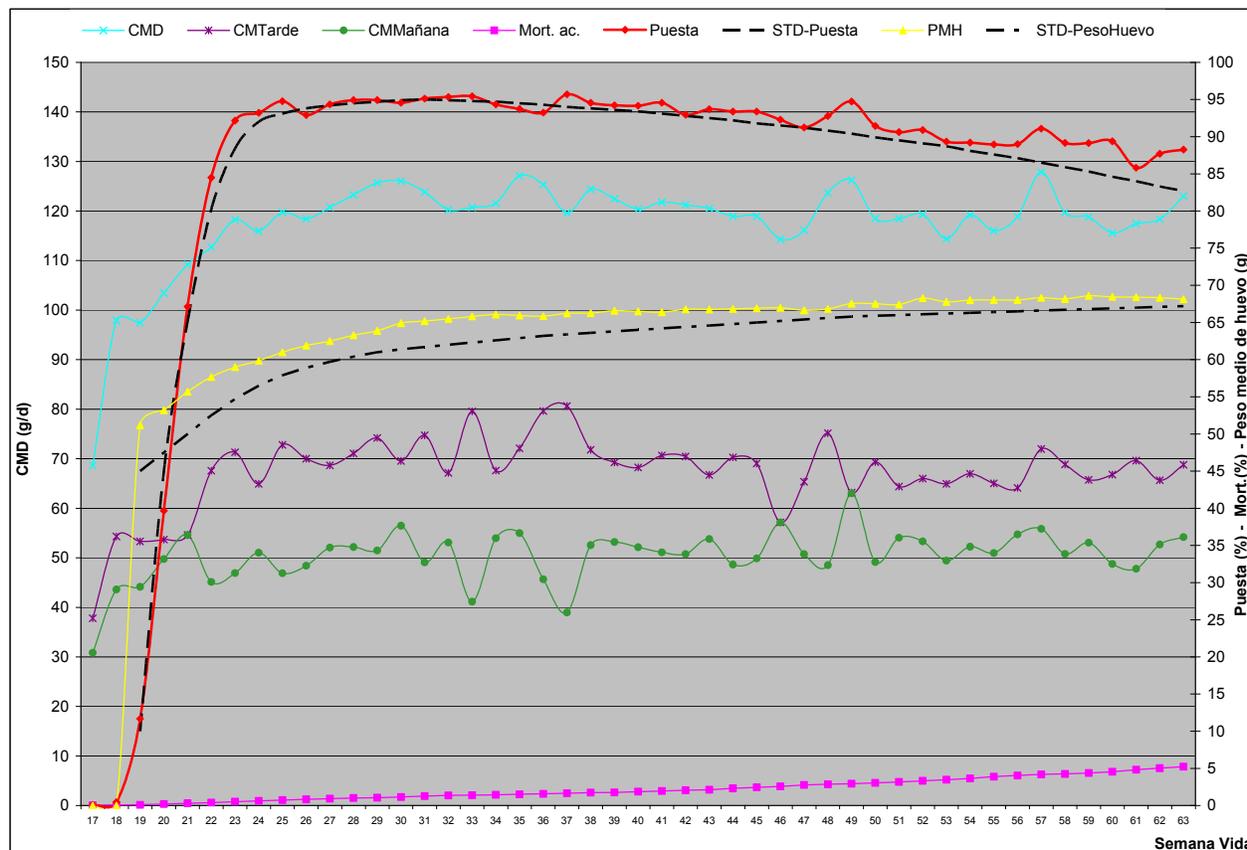


Figura 4. Resultados de campo en explotación comercial.

Splitfeeding: calidad de cáscara y sostenibilidad

Además de la ya comentada mayor eficiencia productiva del Split Feeding System, el otro gran objetivo que persigue es el de poder obtener una mejor calidad de cáscara del huevo. La máxima Calidad de cáscara es una prioridad para todos los productores de huevos, por las importantísimas implicaciones que ello tiene tanto sobre el coste de producción (% de huevos no comerciales) como por la mayor garantía sanitaria que ello conlleva (como barrera de protección).

Otros autores ya demostraron el interés que tiene el poder ofertar dietas con altos niveles de Ca en las horas de tarde, con el objetivo de mejorar la Calidad de la cáscara. Los autores Leeson y Summers (1978) demostraron que suministrando a libre disposición dos dietas diferenciadas a las gallinas (una proteica y energética y otra baja en proteína y energía y con muy altos niveles de Ca) se obtenía una mejor calidad de cáscara. Por otro lado, Lee (2002) comprobó la importancia que tiene el aporte de altos niveles de Ca en las horas de la tarde sobre la mejora de la calidad de la cáscara (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del consumo de calcio por la tarde sobre la calidad de la cáscara.

Calcio (%)		Huevos	
Mañana	Tarde	% de la Cáscara	Gravedad Especifica
3,5	3,5	9,49	1,081
2	5	9,62	1,082
0,5	6,5	9,71	1,084
0,5	8	9,83	1,085
0,5	9,5	9,81	1,086
0,5	11	9,91	1,086

Lee (2002)

En la experiencia 5 PPI37, aprovechamos para confirmar el efecto favorable que tiene el sistema Splitfeeding sobre la calidad de la cáscara, al final del ciclo productivo de las gallinas. Se observó una muy importante reducción de huevos no comerciales (figura 6), durante el periodo de prueba.

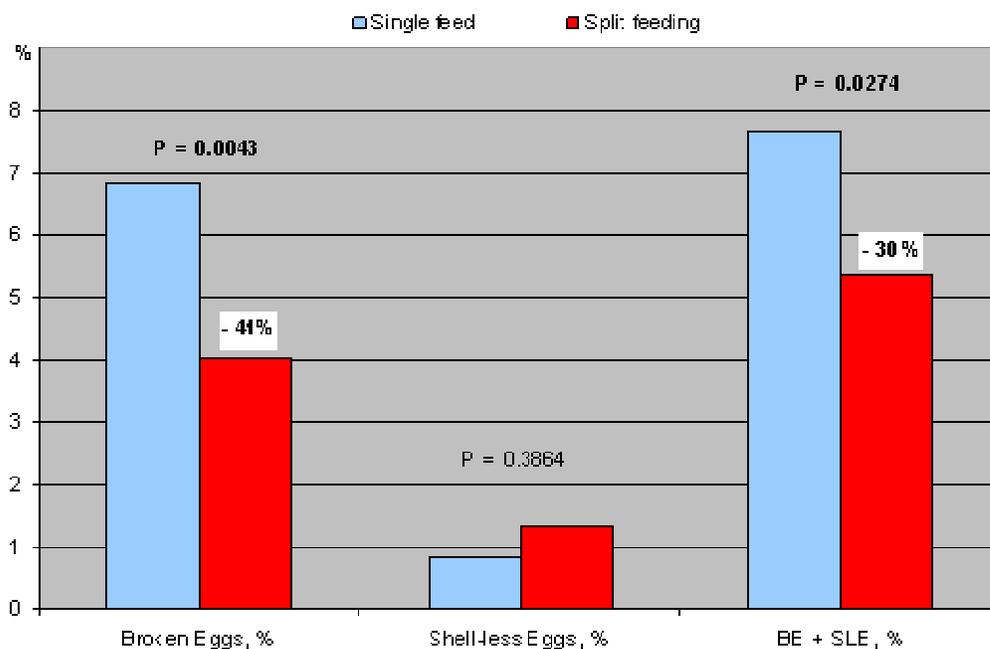


Figura 6. Reducción de huevos no comercializables, experiencia 5 PPI37

Así mismo valoramos el contenido de nutrientes excretados en las heces (figura 7) de las gallinas cuando se les administraba el sistema de alimentación Splitfeeding o un pienso único. Pudimos observar que el contenido de humedad de las heces se redujo significativamente, en casi un 9%. Además se obtuvo que los niveles de nitrógeno, calcio y fósforo de las heces se redujeron en un 3.8, 4.1 y 2.1%, respectivamente.

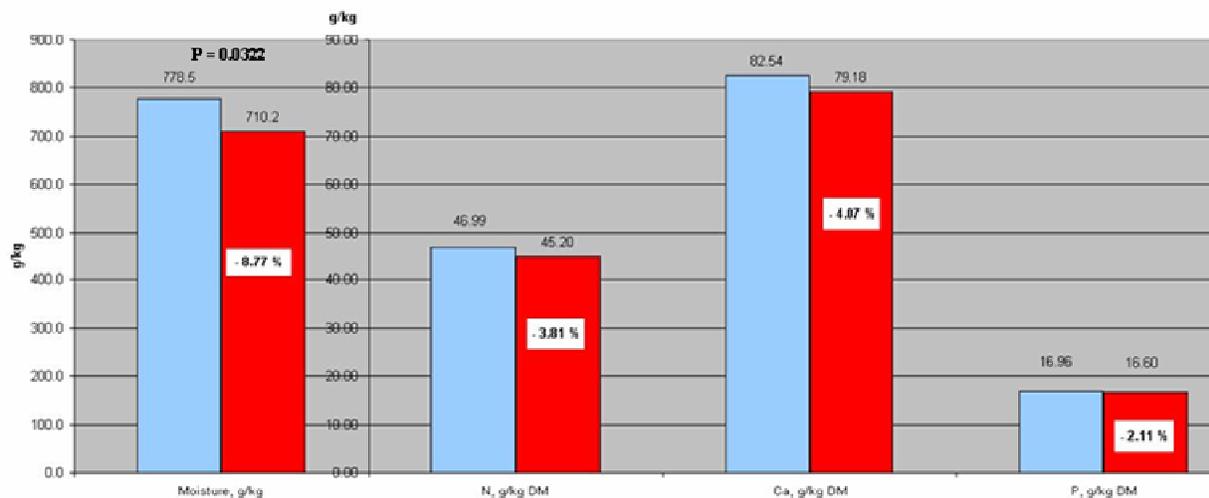


Figura 7. Reducción de excreción de nutrientes en heces, experiencia 5 PPI37

Conclusiones

El sistema Splitfeeding pretende aportar un plus de eficiencia en la alimentación de las ponedoras, aprovechando sus fisiológicas y diferentes necesidades de nutrientes a lo largo del día, sin que ello implique ninguna merma en sus producciones.

Hay un claro pico de consumo de pienso que se produce entre las 9:30 y las 14:30 y que coincide con el periodo de secreción de la clara. Este pico de consumo es mayor que el que se produce posteriormente durante la formación de la cáscara (B.A. Morris). Este pico de necesidades no es adecuadamente atendido con el actual planteamiento de pienso único.

Las diferentes necesidades de calcio de la ponedora según la fase de producción del huevo son tan notorias, que un planteamiento diferenciado de este parámetro en las dietas de mañana y tarde, resulta productivamente muy interesante.

Este mejor ajuste del aporte de los nutrientes a las necesidades reales de las ponedoras es lo que consigue esa mayor eficiencia en la producción, con un menor consumo de nutrientes (menor coste). Si además conseguimos el efecto de mejora en la calidad de la cáscara, el beneficio del sistema Splitfeeding es todavía más notable (mayor beneficio y mayor sanidad).

No debemos olvidar que es nuestra obligación el producir de una forma sostenible y este sistema de alimentación pretende aportar su grano de arena en esa dirección. Cualquier menor consumo de nutrientes en la producción tiene unas implicaciones (sociales, medioambientales, etc...) que van más allá del ahorro económico que suponen. Si además con ello consiguiéramos un mayor bienestar para nuestras ponedoras (¿?) habríamos conseguido la cuadratura del "huevo".

Bibliografía

- CHAH, C.C.1972. A study of hens nutrient intake as it relates to egg formation *in*: Commercial poultry nutrition. Second edition. University Books, Guelph, Ontario. Pages: 175-178.
- ETCHES, R.J., 1987. Calcium logistics in the laying hen. *Journal of Nutrition* **117**: 619-628.
- CHAN, C.C., and E. T. MORAN. Egg characteristics of high performance hens at the end of lay when given cafeteria acces to energy, protein, and calcium. *En* : *Poultry Science*. Vol. 64, No. 9 (sep. 1985); p. 1696-1712
- ETCHES, R.J., 1987. Calcium logistics in the laying hen. *Journal of Nutrition* **117**: 619-628.
- FARMER, M., D.A.ROLAND, SR., A.J.CLARCK. 1986. Influence of time of calcium intake on bone and dietary calcium utilization. *Poultry Science* **65**:555-558.

- GOTO, H., T. ERIKAWA, K. TAKADA, and M. T. AGAMI, 2002. Influence of time of calcium intake on eggshell quality and cracked egg rate in laying hens in the production farm. *Japanese Poultry Science* 39: 46-55.
- LABIER, M., B.LECLERCQ. 1994. Nutrition and feeding of poultry. Nottingham University Press. Leicestershire. Pages:171-178.
- LEE " WPSA Asia Conference 2002 "
- LEESON, S., J.D.SUMMERS. 1978. Voluntary food restriction by laying hens mediated through dietary self-selection. *British Poultry Science* 19:417-424.
- LEESON, S., J.D.SUMMERS. 1997. Commercial poultry nutrition. Second edition. University Books, Guelph, Ontario. Pages: 175-178.
- LENNARDS, R.M., D.A. ROLAND, SR. 1981. The influence of time of dietary calcium intake on shell quality. *Poultry Science* 60:2106-2113.
- KESHAVARZ, K. 1998 a. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. *Poultry Science* 77:1320-1332.
- KESHAVARZ, K. 1998 b. Further investigation on the effect of dietary manipulation of protein, phosphorus, and calcium for reducing their daily requirement for laying hens. *Poultry Science* 77:1333-1346.
- MONGIN P. B SAUVEUR "Voluntary food and calcium intake by the laying hen" *British Poultry Science*, Volumen 15 Issue 4 July 1974 pages 349-359
- MORRIS B. A. *British Poultry Science*, "The daily food consumption of laying hens in relation to egg formation" Volumen 8 Issue 4 October 1967 pages 251 – 257
- NOVO, R.P., L.T. GAMA, and M.C. SOARES, 1997. Effects of oviposition time, hen age, and extra dietary calcium on egg characteristics and hatchability. *Journal of Applied Poultry Research* 6: 335-343.
- TRABAS R. y ALINA GONZALEZ. " Patrón de consumo de la ponedora para la proteína, la energía, el calcio y el fósforo en distintos periodos de su ciclo de puesta" *Rev. Cubana de Ciencia Avícola* 1985 12:45
- WALDROUP, P.W., and H.M. HELLWIG, 2000. The potential value of morning and afternoon feeds for laying hens. *Journal of Applied Poultry Research* 9: 98-110.