

GESTIÓN Y PRODUCCIÓN

- **El vacío llena: Impacto técnico y económico de los sistemas todo dentro todo fuera (TDTF) en cunicultura**

Rafel O., Gómez E.A., Casas J., Garriga R., Pascual M.

- **¿Son los sistemas extensivos de producción una alternativa para reducir el uso de antibióticos?**

Martínez-Bas A.M., Kessler M., Marín J.J., Armero E.

- **Efecto de línea genética, dieta y género en el crecimiento relativo en conejos**

Martínez-Bas A.M., Kessler M., Marín J.J., Armero E.

- **Obtención de productos de alto valor añadido en el sector cunícola: efecto de la línea genética y la dieta sobre caracteres de crecimiento**

Martínez-Bas A.M., Kessler M., Marín J.J., Armero E.

El vacío llena: Impacto técnico y económico de los sistemas todo dentro todo fuera (TDTF) en cunicultura

Emptying the farm to fill the pocket: Technical and economical impact of the all-in all-out system in rabbitries

Rafel O.^{1*}, Gómez E.A.², Casas J.³, Garriga R.³, Pascual M.¹

¹ IRTA, Programa de Mejora y Genética Animal, Torre Marimón, 08140 Caldes de Montbui (Barcelona)

² CITA - Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Apartado 187, 12400 Segorbe (Castellón)

³ SAT Cunicultors de Catalunya, Carrer Ull de Llebre 13, 08734 Olérdola (Barcelona)

* Dirección de contacto: oriol.rafel@irta.cat

Resumen

Se describen dos actividades de la SAT "Cunicultors de Cataluña" (SAT CC) cofinanciadas por el MAGRAMA para un uso más racional de los medicamentos en cunicultura. En la Actividad 1, se registraron datos de gestión técnica, datos estructurales y de medicación en engorde y en reproductoras de 45 explotaciones. Se analizaron los resultados comparando las explotaciones con posibilidad de realizar vacío sanitario con manejo todo-dentro-todo-fuera (pTDTF) frente a las que no (C). Las explotaciones C presentaron un valor menor en el índice tecnológico global (de 5,41 frente a 6,97) y en el índice tecnológico de bioseguridad (de 5,38 frente a 8,75), y mayor valor en la mortalidad en el período de cebo (12,2% frente al 6,4%) e índice de conversión (de 4,56 frente a 2,54), observándose también importantes diferencias en el índice de medicación IFTA en maternidad que baja de 1,67 hasta 0,81 principios activos. Para poder comparar resultados económicos entre sistemas se realizó la Actividad 2, con granjas C y granjas con manejo todo dentro todo fuera (TDTF). Se observó que todos los índices técnicos fueron mejores en las explotaciones TDTF, a excepción del IFTAc. Los índices económicos Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Tiempo de Recuperación no alcanzaron los valores mínimos deseables para ser un negocio económicamente atractivo, en ninguno de los dos tratamientos. El Margen Coste Alimentación fue de 47,2 frente a 93,9 (€/año/hembra) y el Coste de Producción del kilo vivo fue de 1,77 frente a 1,35€/kg, ambos favorables al tratamiento TDTF. En conclusión, las granjas que incrementan la bioseguridad con vacío sanitario en un sistema de manejo TDTF tienen asegurada una mayor sostenibilidad.

Palabras clave: bdcuni, bioseguridad, conejos, desmedicación, IFTA.

Abstract

The research includes two studies developed in farms from SAT "Cunicultors de Cataluña" (SAT CC) in the frame of a project focused in the prudent use of antibiotics funded by the Spanish Ministry of Agriculture and Fisheries, Food and Environment (MAGRAMA). The first analysis included 45 farms and studied differences in farm structure, management, productivity and level of use of antibiotics (IFTA) in maternity and fattening between farms with possibility of practicing the all-in all-out system (pAIAO) and farms with continuous production (C). The technological index, technological index of biosecurity, mortality at fattening, feed conversion index and the IFTA in does were more favorable for pAIAO farms than for C farms (6.97, 8.75, 6.4%, 2.54 g/g, and 0.81 vs. 5.41, 5.38, 12.2%, 4.56 g/g, and 1.67, respectively). The second activity compared the farm structure, management, productivity and profitability of farms practicing all-in all-out (AIAO) with farms with C system. All the parameters studied were favorable for the AIAO system but no effect was found for the IFTA during fattening. The Net Present Value, Internal Rate of Return and Pay Back economic indexes indicated that rabbitries are not profitable independently of the system used. The Income Over Feed Cost was higher and the production cost per kg of rabbit was lower in farms with AIAO (93.9€/female and year and 1.35€/kg, respectively) than in farms C (47.2€/female and year and 1.77€/kg, respectively). In conclusion, sustainability would be higher in farms using the AIAO system.

Keywords: bdcuni, biosecurity, rabbit, prudent use of antibiotics, IFTA.

Introducción

En el presente trabajo se muestran algunas de las actividades realizadas por la SAT Cunicultores de Cataluña (SAT CC) en el marco del proyecto *Sostenibilidad de las granjas de conejos mediante la implementación y utilización de una herramienta de gestión basada en la plataforma bdcuni* cofinanciado por el MAGRAMA donde se quiere verificar la hipótesis de partida definida como: “Las granjas donde se practica el vacío sanitario con el manejo denominado todo dentro todo fuera (TDTF) tienen una mayor productividad (Kg de gazapo vivo vendidos/inseminación), realizan un uso más racional de los antibióticos y tienen un coste de producción menor, permitiendo así una mayor rentabilidad de la actividad empresarial frente a las que no lo realizan.

Una de las definiciones más aceptadas para la agricultura sostenible es la publicada por Bonny (1994): “Una agricultura ecológicamente sana, económicamente viable y socialmente justa y humana”. Esta definición tiene la ventaja de integrar las tres dimensiones: económica, social y medioambiental, que constituyen los tres pilares del desarrollo sostenible. La cunicultura sostenible será aquella que mantenga íntegros los sistemas de producción (suelo, agua, aire,...), asegurando la rentabilidad económica, las necesidades humanas del cunicultor y, a su vez, respondiendo a las sensibilidades de los ciudadanos y consumidores.

La sostenibilidad se aborda desde sus tres pilares. El pilar económico se alcanza con una mejora de la viabilidad económica con un uso más eficiente de los medios de producción. En un escenario de precios de venta estables, un aumento de la producción por dosis inseminada ha de permitir una mejora en la cuenta de resultados. Una reducción de la medicación incide en varios pilares: reduce los costes de producción, es un indicador del bienestar y de la salud animal y minimiza los riesgos de residuos medicamentosos en la canal, aumentando la calidad objetiva de la carne y mejorando la aceptación subjetiva del producto por los consumidores, dada la creciente importancia del uso prudente de los antibióticos en una sociedad cada vez más sensibilizada. Desde un punto de vista social del productor, también mejora su salud y calidad de vida, al reducirse las tensiones y ansiedades cuando aumentan los riesgos sanitarios y económicos y tener la sensación de mejorar su empatía con el medio ambiente. Conjugamos así en esta estrategia los pilares económico, social y medioambiental.

Según Maertens (2007) la principal herramienta para reducir los riesgos de enfermedad y, como consecuencia, para un menor uso de antibióticos con fines curativos es el vacío sanitario (todo-dentro-todo-fuera, TDTF) asociado con una eficaz limpieza y desinfección. Ya en el V Symposium de Cunicultura, Camps (1980) preconizaba esta técnica de manejo para iniciar cada lote en locales y con materiales limpios, como si fueran nuevos. En avicultura y porcicultura es imposible imaginar la cría de animales de diferentes edades o estados fisiológicos en una misma sala. También es impensable no realizar un vacío sanitario al final de cada ciclo con el sistema TDTF (Besalduch, 2009).

El manejo práctico del TDTF requiere un mínimo de dos salas o naves gemelas, llamadas también dúo, equipadas con jaulas que puedan utilizarse indistintamente para la reproducción de las hembras o para el cebo de los gazapos (jaulas polivalentes). Una posibilidad es que las hembras al destete sean trasladadas ya gestantes a la segunda sala, mientras los gazapos permanecen en la primera sala para realizar el cebo. Después de la entrega al matadero de todos los gazapos en un solo día y con la nave vacía, ésta se puede limpiar, desinfectar y dejar descansar durante unos días. En estas condiciones la sala estará preparada para la entrada de las hembras procedentes de la segunda sala e iniciar un nuevo ciclo productivo (Maertens, 2007). De esta forma se consigue que los animales entren a producir en una sala exenta de carga microbiana, como si fuera nueva. Siempre es mejor invertir en profilaxis que gastar en terapéutica (González, 2005).

Material y métodos

El experimento se realizó en las 45 explotaciones de la SAT CC durante todo el año 2015. En la Actividad 1, se recogieron los datos estructurales de las 45 granjas mediante una encuesta inicial. En la encuesta se recogió información sobre manejo, bioseguridad, bienestar animal, climatología, nutrición, gestión comercial y laboral, y nivel tecnológico de la granja. La información sobre tecnología en las granjas se utilizó para calcular el índice tecnológico de cada granja y el índice tecnológico en bioseguridad, descrito por Rafel et al. (2016). Se recogieron los datos de gestión técnica generados por 32 de las explotaciones en las bandas cuyo parto se había producido en el año 2015, y los índices IFTA, principios activos promedio durante el período (pa), para evaluar la intensidad de la medicación en maternidad y en gazapos (Rafel et al., 2015).

Las explotaciones con posibilidad de realizar el sistema todo dentro todo fuera se clasificaron como pTDTF. Las explotaciones en las que no era posible la anterior pauta de manejo, dado el ciclo productivo o la estructura de la granja, con animales en diferentes estados fisiológicos simultáneamente en la misma sala, manejo que impide parar la producción de la misma, se clasificaron como explotaciones de ciclo continuo (Continuo, C). En la Actividad 2, se recogieron no sólo los datos estructurales, técnicos y de medicación sino que también se pudo disponer de todos los datos económicos del 2015, reduciéndose el número a 2 granjas que realizaban sistema todo-dentro-todo fuera (TDTF) y a 3 que no realizaban este sistema (Continuo). Para cada explotación, se calculó el margen coste alimentación (MCA) como la diferencia entre los ingresos y los costes de alimentación.

El valor actual neto (VAN) se calculó como

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{i=0}^n \frac{I_i}{(k+1)^i}$$

donde I_0 es la inversión inicial realizada para poner en marcha la actividad, n es el número de ingresos futuros durante la actividad de la explotación, I_i es el valor del ingreso en el año i y k es la inflación (o rentabilidad mínima exigible a la inversión). La tasa interna de retorno (TIR) se calculó como el valor de k cuando $\text{VAN}=0$. El plazo de recuperación (Payback) se calculó como

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{\sum_{i=0}^n I_i}$$

Los datos de ambas actividades se registraron en la base de datos del sector cunícola español **bdcuni** (Pascual *et al.*, 2008).

Los análisis estadísticos se realizaron con ayuda del programa SAS (1991). En la Actividad 1 se analizó el efecto de pTDTF sobre el índice tecnológico y el índice tecnológico de bioseguridad, los índices de gestión técnica y los índices IFTA mediante un modelo que incluía como efecto fijo la posibilidad de todo-dentro-todo-fuera (2 niveles; pTDTF y continuo). En el análisis de la edad al sacrificio se incluyó también el peso de venta a matadero como covariable. En la Actividad 2 se utilizó un modelo que incluía los efectos fijos estación (primavera, verano, otoño e invierno) y el sistema de producción (TDTF y C), ponderando por número de sucesos en cada lote.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la Actividad 1 donde se compararon las granjas de SAT CC en función de la declaración en la encuesta inicial de la posibilidad de realizar del vacío sanitario con la técnica de manejo del (pTDTF) frente a las que no realizan dicha pauta (Continuo).

En general, los resultados de las granjas de la SAT CC con posibilidad de vacío sanitario son mejores, para la mayoría de los parámetros estudiados. Sin embargo, las diferencias sólo fueron significativas para el índice tecnológico y el de bioseguridad (que es uno de los componentes del anterior), la mortalidad en el cebo, el índice de conversión y el IFTAm, encargado de reflejar la medicación en maternidad.

Comparando los resultados estructurales de las granjas donde se puede realizar o no el vacío sanitario se observó que el índice tecnológico pasa del 5,41 al 6,97 y el de bioseguridad del 5,38 al 8,75 para los sistemas sin y con vacío sanitario, respectivamente. La diferencia a nivel técnico se caracteriza por la reducción de la mortalidad en el cebo que pasa del 12,2% al 6,4%. El índice de conversión también fue mucho menor en las granjas TDTF, pasando de 4,56 a 2,54, y también fue menor el uso de medicación en la maternidad, pasando el IFTAm de 1,67 a 0,81. Esta diferencia equivale a una reducción del 52% en la medicación necesaria para la maternidad.

Para el estudio de los parámetros económicos se organizó la experiencia denominada Actividad 2 en que se compararon los resultados de una muestra de explotaciones donde sí se realizaba el vacío sanitario TDTF frente a otras en las que no se realizaba. De estas explotaciones se disponía tanto de los resultados estructurales y técnicos como de los resultados económicos.

Tabla 1. Comparación de resultados, para el total de las granjas de la SAT CC, según sistema de limpieza al final de cada ciclo: Posibilidad de realizar sistema todo dentro – todo fuera (pTDTF) frente a la no realización de esta pauta de bioseguridad (Continuo).

	N° Granjas	Continuo	pTDTF	Sign. ¹
N° Hembras reproductoras	45	897	1028	ns
Índice tecnológico	44	5,41	6,97	*
Índice tecnológico de bioseguridad	44	5,38	8,75	*
Edad sacrificio (días)	45	65,6	62,8	ns
Peso de venta (g)	45	2121	2171	ns
Fertilidad (%)	30	76,4	78,0	ns
Gazapos nacidos vivos/parto	28	9,15	9,27	ns
Gazapos destetados/parto	30	6,87	7,46	ns
Kg producidos/Inseminación	32	11,3	12,4	ns
Mortalidad lactación (%)	29	14,6	13,5	ns
Mortalidad cebo (%)	32	12,2	6,4	*
Índice conversión (g/g)	13	4,56	2,54	*
IFTAc (pa ²)	17	1,76	1,49	ns
IFTAm (pa ²)	17	1,67	0,81	*

¹Significación: * $p < 0,05$; ns: no significativo. ² pa: principios activos promedio durante el período.

En la **Tabla 2** se pueden ver los parámetros estructurales de las 5 granjas experimentales, repartidas en 2 granjas para el tratamiento de vacío sanitario con el manejo en TDTF y 3 granjas para el tratamiento de no vacío sanitario (Continuo). Las granjas de los dos tratamientos son muy parecidas entre ellas y tienen unos valores para distintos parámetros muy parecidos como el número de hembras reproductoras, el tipo de nave, el uso de jaula polivalente, los mecanismos de control del ambiente, el tipo de reproducción y el uso de genética. Por su parte

Tabla 2. Parámetros estructurales en función la práctica o no del vacío sanitario.

	Continuo	TDTF
N° Granjas	3	2
N° Hembras Reproductoras	700	770
Tipo Nave Obra	100	100
Tipo Nave Túnel (%)	33	50
Jaulas Polivalentes Maternidad (%)	100	100
Tipo Nido	sándwich	cupeta
Presencia Reposo patas(%)	81	68
Ambiente: Ventiladores	100	100
Ambiente: Cooling	100	100
Ritmo Reproducción (Días)	11, 25 y 45	11 y 25
Reproducción por inseminación (%)	100	100
Genética procedente de núcleo de selección (%)	100	100
Frecuencia de limpieza (días)	27,8	11
Frecuencia desinfección (días)	7,38	1,61
Índice tecnológico	5,85	7,09

se diferencian en el tipo de nido utilizado, el porcentaje de reposa patas, el ritmo de limpieza y desinfección, aparte del sistema de limpieza tras cada ciclo productivo. Para el índice tecnológico los valores en las granjas experimentales son próximos a las medias obtenidas en la SAT CC para cada uno de los tratamientos.

Los resultados de la Actividad 2 se pueden ver en la **Tabla 3**, destacando la superioridad en todos los índices productivos en las granjas donde se practica el vacío sanitario con el manejo TDTF frente a las que no, siendo las

diferencias entre tratamientos significativas. Comenzando con cuestiones reproductivas, se observó una diferencia de 3,1 puntos de porcentaje de fertilidad. Para el tamaño de la camada vemos como los gazapos nacidos vivos

Tabla 3. Resultados Técnicos en función la práctica o no del vacío sanitario.

	Continuo	TDTF	Sign. ¹
Fertilidad (%)	79,6a	82,7b	*
Gazapos Nacidos vivos/parto	8,9a	9,5b	*
Gazapos destetados/parto	7,5a	8,3b	*
Kg producidos/Inseminación	10,6a	13,8b	*
Mortalidad lactación (%)	15,3b	12,4a	*
Mortalidad cebo (%)	17,7b	7,8a	*
Índice conversión (g/g)	4,08	3,25	
IFTAc (pa ²)	1,48	1,55	ns
IFTAm (pa ²)	1,18 b	0,56 a	*

¹ Significación: * $p < 0,05$; ns: no significativo. ² pa: principios activos promedio durante el período.

pasan de 8,9 a 9,5 siendo compatible con la mayor capacidad de las hembras en expresar su potencial genético en un ambiente más favorable. Los destetados pasan de 7,5 a 8,3, respectivamente. En el capítulo de las mortalidades sucede lo mismo al encontrar unos valores en lactación del 15,3% frente al 12,4% en las granjas que no y sí practican el vacío sanitario, y del 17,7% y del 7,8% para el cebo respectivamente. Una manera global de interpretar estos resultados es mediante los kilos producidos por inseminación, al ser un índice sintético que contempla los anteriores parámetros. En esta Actividad, los valores fueron de 10,6 kg/inseminación frente a los 13,8 kg/inseminación, lo que representa un 30% más en las granjas TDTF. También es importante indicar como el índice de conversión del pienso fue del 4,08 y de 3,25 respectivamente para las granjas sin y con vacío sanitario, una diferencia cercana al 20%, debida entre otros factores a las mayores mortalidades en las explotaciones sin vacío sanitario (no se dispone de análisis estadístico del índice de conversión al tener un dato único global por granja).

Los índices IFTAc e IFTAm reflejan la intensidad de la medicación en la fase de engorde y en la de maternidad, y su comportamiento fue diferente. El IFTAm fue superior en las explotaciones C, 1,18 frente a 0,56 en las TDTF, casi un 53% menor. Sin embargo, no hubo diferencias entre tratamientos en el índice IFTAc con valores de niveles de 1,48 (explotaciones C) y de 1,55 (explotaciones TDTF), resultado coincidente con el obtenido en la Actividad 1. Sorprende observar como a pesar de los mejores resultados técnicos alcanzados en las granjas TDTF no se observe relación con menores niveles de medicación en engorde. Es posible que, a pesar del esfuerzo en higiene y bioseguridad, no se hayan modificado las pautas de medicación debido a factores humanos ligados al uso de medicamentos por costumbre o por temor a una reducción de los ingresos por si aparecen problemas, generando estrés al cunicultor o por presiones sociales (Bouquin *et al.*, 2013).

Aunque no sean comparables, *sensu stricto*, parece inmediato cotejar estos valores con los obtenidos en Francia. De entrada parecen más altos, pero similares si se estudian referidos al momento de puesta en marcha de estos índices en ambos países. La reducción significativa de estos índices en Francia debe explicarse en base a los esfuerzos en difusión de información y en la formación sectorial realizados durante estos últimos años (Coutelet *et al.*, 2015).

La medida del rendimiento económico se ha basado en el flujo de caja, o diferencia entre los pagos y los cobros durante toda la vida útil de la explotación. Se ha calculado el Tiempo de Recuperación de la inversión, el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Recuperación (TIR), el coste de producción por kg de animal vivo y por gazapo producido, el Margen coste alimentación (Pinto, 2011) y el coste de medicación por hembra y año. Para ello, se empleó la herramienta de cálculo habilitada a tal efecto por Rafel *et al.* (2012) (ver **Tabla 4**).

La traducción de los parámetros técnicos a económicos muestra la misma tendencia indicada anteriormente. Las granjas TDTF tienen unos resultados superiores a los del sistema continuo (C), como puede verse en la Tabla 4. El margen coste alimentación es un 99% superior en las granjas TDTF al pasar dicho índice de 47,2€/hembra/

Tabla 4. Resultados económicos en función la práctica o no del vacío sanitario.

	Continuo	TDTF
Margen Coste Alimentación (€/hembra/año)	47,2	93,9
VAN (a 20 años, €)	-567.800	-170.801
TIR (a 20 años)	<-1	-0,02
Tiempo de recuperación, Pay-Back (años)	>20	>20
Coste/kg producido (€/kg)	1,77	1,35
Coste/gazapo producido (€/gazapo)	3,66	2,83
Coste medicación (€/hembra/año)	6,12	11,60

año a 93,9€/hembra/año para los tratamientos C y TDTF, respectivamente, margen que resultará insuficiente para cubrir el resto de obligaciones económicas. El VAN es un índice que nos traslada a la actualidad futuros flujos en actividades económicas estudiadas a varios años vista. Con los datos recogidos, vemos un valor negativo en ambos tratamientos, indicando que la producción cunícola no es una actividad atractiva desde un punto de vista económico. Un incremento del peso a la venta hasta los 2,350 kg permitiría a las granjas TDTF colocar este índice en signo positivo. El TIR mide la rentabilidad al vencimiento de una inversión en forma de tasa anual. Se observa que es negativa para los dos tratamientos, pero el tratamiento C es 50 veces inferior, peor, que el tratamiento TDTF. El Tiempo de Recuperación o Pay-Back indica el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial. En este experimento, y para los dos tratamientos, no se recuperaría antes de los 20 años del proyecto. El coste de producción, calculado por kilo producido o por gazapo fue inferior en ambos casos para el tratamiento TDTF. El coste por kilo de gazapo producido fue de 1,77€/kg para el tratamiento C frente a los 1,35€/kg para TDTF, lo que supone una reducción aproximada del 24%. Los costes por gazapo producido se elevan a 3,66€ frente a los 2,83€.

Un resultado sorprendente, tal vez debido al número reducido de explotaciones consideradas, se observó en los costes de medicación por hembra y año, en los que se incluye tanto la medicación en pienso, las vacunas y todos los productos de limpieza y desinfección. El valor es mayor en las granjas TDTF (11,6€) que en las de sistemas continuos (6,12€). El manejo TDTF es más eficiente en el uso de antibióticos en maternidad pero la aplicación de un plan sanitario de forma estricta con todas las medidas preventivas y de bioseguridad tiene un coste superior que se ve largamente compensado con unos costes de producción más bajos. Este conjunto de datos económicos indican también una mayor solidez del pilar económico de las explotaciones TDTF, augurando una mayor sostenibilidad de este tipo de explotaciones frente a las que no lo realizan.

Conclusiones

1. Este trabajo permite confirmar que la hipótesis de partida se cumple en todos sus términos.
2. El incremento de la higiene y la bioseguridad con el manejo del vacío sanitario TDTF es una práctica altamente recomendable para incrementar la rentabilidad y la sostenibilidad de las granjas de conejo, con ventajas económicas al reducir los costes de producción.
3. La producción (kilos producidos/inseminación) se ve incrementada en un 26% al pasar de 10,7 kg/inseminación a 13,5 en las explotaciones TDTF.
4. Los índices IFTA se comportan de manera diferente para maternidad y cebo. En maternidad el IFTAm se reduce más de un 50% en las granjas TDTF, mientras que las diferencias en IFTAc no fueron significativas.
5. El coste de producción (€/kilo vivo) se redujo de 1,77 a 1,35€/kg en explotaciones TDTF.
6. El VAN, a pesar de ser negativo en los dos tratamientos, podría llegar a ser positivo con un incremento del peso de sacrificio hasta los 2,350 kg en el caso de granjas TDTF.
7. Queda un largo camino por recorrer para mejorar el uso racional de los medicamentos, siendo necesario transitar por la senda de la información y de la formación de técnicos y cunicultores para consolidar una mayor reducción en el uso de antibióticos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la cofinanciación del MAGRAMA, actual Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, del proyecto 20140020001809 liderado por la SAT Cunicultors de Catalunya, y a los convenios de investigación con y entre los agentes realizadores: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Centre de Recerca en Economia i Desenvolupament Agroalimentari (CREDA-Universitat Politècnica de Catalunya-IRTA) y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

Bibliografía

- Besalduch S. 2009. Manejo en Banda única con vacío sanitario. *Boletín de Cunicultura*, 161: 20-25.
- Bonny S. 1994. *Les possibilités d'un modèle de développement durable en agriculture. Le cas de la France. Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 23: 5-15.
- Bouquin S. Le, Rouxel G., Mihoc E., Chauveau V., Terrade F., Chauvin C. 2013. Facteurs humains et usages des antibiotiques en filière cunicole: Étude de quelques déterminants psychologiques. En: 15èmes Journées de la Recherche Cunicole. Le Mans, Francia, pp. 115-119.
- Camps J. 1980. El "vacío sanitario" en la práctica. Propuesta del sistema Rotativo 6. En: 5º Symposium Cunicultura ASESCU. Sevilla, España, pp. 69-79.
- Coutelet G., Chauvin C., Jouy E., Le Bouquin S., Moulin G. 2015. Réduction de l'utilisation d'antibiotiques: La démarche de la filière cunicole Guillaume. *Techniques et Marchés Avicoles*, 1: 35-40.
- González F.J. 2005. Medidas de bioseguridad en la Cunicultura. En: 30º Symposium Cunicultura ASESCU. Valladolid, España, pp. 19-23.
- Maertens L. 2007. Strategies for the reduction of antibiotic utilization during rearing. En: Giornate di Coniglicoltura, ASIC. Forli, Italia, pp. 1-11.
- Pascual M., Serrano P., Gómez E.A. 2008. bdcuni: base de datos del sector cunícola español. *Boletín de Cunicultura*, 156: 58-59.
- Pinto M. 2011. Viabilidad técnico-económica de una cunicultura. En: 5ª Jornadas Internacionais de Cunicultura ASPOC/APEZ. Villareal, Portugal, pp. 77-91.
- Rafel O., Dalmau A., Piles M., Pascual M., Gómez E.A., Ramon J. 2015. Índices de Sostenibilidad de las granjas de conejos, incluida la frecuencia de tratamientos con antibióticos (IFTA). En: 40º Symposium de Cunicultura ASESCU. Santiago de Compostela, España, pp. 102-106.
- Rafel O., Gil J.M., Freixa E., Piles M., Ramon J. 2012. Ritmos de reproducción y edad al destete en granjas de conejos. Implicaciones técnicas y económicas. En: 37º Symposium de Cunicultura de ASESCU. Barbastro (Huesca), España, pp. 36-42.
- Rafel O., Pascual M., Gómez E.A., Piles M., Casas J., Garriga R., Ramon J. 2016. Propuesta de un nuevo índice para cuantificar el nivel tecnológico en explotaciones cunícolas de cara a la evaluación de su sostenibilidad a partir de encuestas realizadas en la SAT Cunicultors de Catalunya. En: 41º Symposium de Cunicultura ASESCU. Hondarribia (Guipúzcoa), España, pp. 162-167.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

¿Son los sistemas extensivos de producción una alternativa para reducir el uso de antibióticos?

Are the extensive production systems an alternative to reduce the use of antibiotics?

Martínez-Bas A.M.¹, Kessler M.², Marín J.J.³, Armero E.^{1*}

¹ Dept. de Agricultura, Ciencia y Tecnología. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Murcia, España

² Dept. de Matemáticas Aplicadas y Estadística. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Murcia, España

³ QUIN Sociedad Cooperativa, Ctra. Vereda del Catalán, nº 62, 30162 Santa Cruz, Murcia, España

* Dirección de contacto: eva.armero@upct.es

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo comparar el sistema semi-intensivo (Inseminación Artificial o AI 11 días postparto = pp) con el destete de los gazapos a los 36 días (S11W36) frente al sistema extensivo (AI 25 días pp) con el destete extremadamente largo (50 días, S25W50) en una empresa privada en condiciones industriales. El sistema más extensivo es un intento de reducir los diferentes costes de producción, como el uso de antibióticos y hormonas reproductivas. La fertilidad de las primíparas en el sistema semi-intensivo es menor. La prolificidad disminuye más rápidamente para el sistema extensivo conforme aumenta el orden de parto. También este sistema presentó una menor producción total de carne, principalmente explicada por el menor número de partos por año. Se observa que la eficiencia de conversión de alimento es similar en años y sistemas. El coste de los tratamientos y salarios veterinarios es menor para el sistema extensivo y eventualmente conduce a un menor coste de producción de carne. Un aspecto relevante es la reducción de antibióticos en el sistema extensivo, lo que implica una mejora de la calidad del producto. En conclusión, cuando el objetivo es aumentar la producción de carne se recomienda un sistema intensivo, sin embargo cuando la preocupación es reducir los costes y el uso de antibióticos, entonces se puede optar por un sistema más extensivo.

Palabras clave: conejo (*Oryctolagus cuniculus*), sistema productivo, productividad, costes de producción de carne, calidad de la carne.

Abstract

This work aims at comparing semi-intensive system (Artificial Insemination or AI 11 days pp) with weaning of the kits at 36 days (S11W36) vs. extensive system (AI 25 days pp) with extremely long weaning (50 days, S25W50) in a private company in industrial conditions. The most extensive system is an attempt to reduce different production costs, such as the use of antibiotics and reproductive hormones. The conception rate for primiparous does in the semi-intensive system is lower. Prolificacy decreases faster for the extensive system with respect to parity order. It also exhibits a lower overall meat production, mainly explained through the lower number of parturitions per year. Food Conversion Ratio is observed to be similar over years and systems. The cost of veterinary treatments and salaries are lower for the extensive system and it eventually leads to a lower meat production cost. One relevant aspect is the reduction of antibiotics in the extensive system, which implies an improvement of the product quality. In conclusion, when the aim is to increase meat production an intensive system is recommended, however when the concern is to reduce costs and the use of antibiotics then extensive ones are to be preferred.

Keywords: rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), production system, productivity, meat production costs, meat quality.

Introducción

Tradicionalmente, los sistemas de producción (SP) de conejos se han clasificado de acuerdo con el intervalo de días entre el parto y una nueva inseminación artificial (IA) o el ritmo reproductivo: el SP semi intensivo (IA de 3 a 11 días postparto o pp), el semi extensivo (IA de 18 y 25 días pp) y el extensivo (IA 25 días pp en adelante). Sin

embargo, dado que las hembras sufren un déficit nutricional cuando la lactancia y el embarazo se superponen, la prolificidad puede disminuir en el siguiente parto (Castellini *et al.*, 2003), especialmente cuando el período entre el destete y el siguiente parto es muy corto. Debido a que la enteropatía mucoide aparece como un problema grave en los conejos y los tratamientos veterinarios no son completamente exitosos, los ritmos extensivos combinados con el destete tardío ayudan a que los gazapos estén inmunizados más tiempo. Además, el sistema más extensivo requiere menores costes laborales y probablemente menos tratamientos veterinarios cuando se combina con el destete tardío. Como consecuencia, se puede esperar una reducción de los costes de producción. En el presente estudio se comparan dos sistemas en condiciones reales: en el primero, las hembras se inseminan 11 días pp y las camadas se destetan a los 36 días (desde 2005 a 2007), mientras que en el segundo se inseminan las hembras a los 25 días pp y la edad de destete es de 50 días (desde 2011 hasta 2013). Además se ha realizado un análisis económico con datos actualizados al año 2013.

Material y métodos

Los cruces (F1) se produjeron en una granja industrial QUIN S.L. localizada en Fuente Álamo (Murcia) utilizando hembras de una línea materna (HYLA, Francia) inseminadas con semen de machos HYLA. Se analizaron diferentes variables reproductivas, de producción en general e índice de transformación. Además se realiza un análisis de costes para los dos sistemas de producción que consisten en un sistema semi-intensivo con IA a los 11 pp y destete a los 36 días (S11W36) y un sistema extensivo con IA a los 25 días pp y destete a los 50 días (S25W50). Se compararon estos dos sistemas de producción (**Figura 1**) y bajo dos posibilidades, cuando la IA es positiva y cuando la IA es negativa y por tanto el ciclo se alarga mucho más.

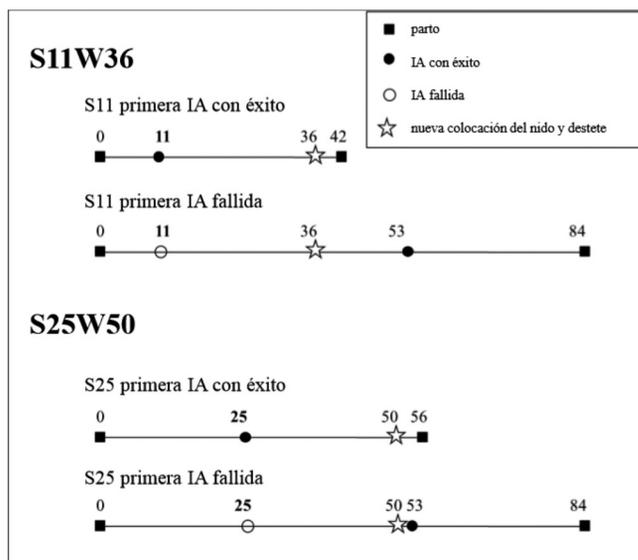


Figura 1. Descripción de los sistemas de producción (S11W36 y S25W50). Representación del ciclo productivo cuando la primera inseminación artificial (IA) ha tenido éxito o ha fallado.

Resultados y discusión

La fertilidad de las primíparas es más baja en el S11W36 cuando la primera IA no fue fallida (**Figura 2**). Las primíparas sufren un déficit de energía después de su primer parto. Tienen que superar simultáneamente lactancia y crecimiento, por lo tanto las primíparas necesitan más tiempo para recuperar su condición corporal desde el último parto. En contraste, no se observa ningún efecto del orden de parto en la fertilidad del S25W50. Respecto a la fertilidad global, no se observa ningún efecto del sistema. Castellini *et al.* (2003) observaron una mayor fertilidad cuando el sistema es más extensivo.

Por otro lado, no podemos concluir que la mejor prolificidad para S25W50 se debe a que es más extensivo (**Tabla 1**), ya que se observa la misma tendencia para las hembras nulíparas (**Figura 3**). Por lo tanto, esta diferen-

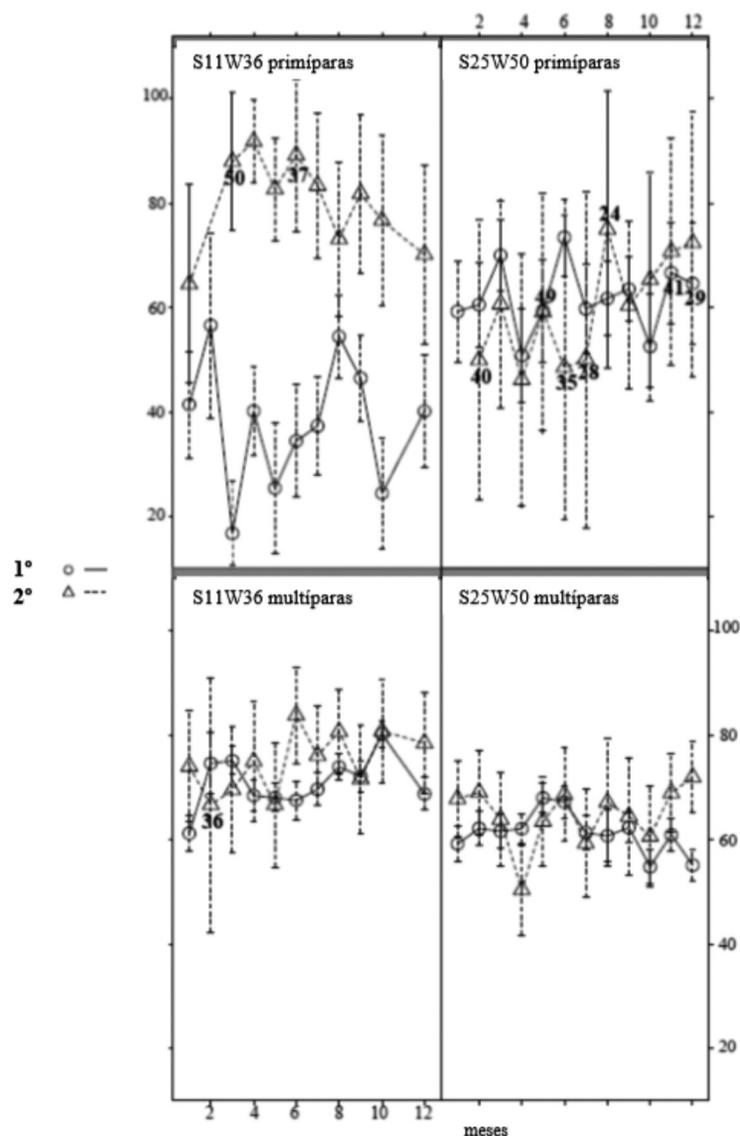


Figura 2. Fertilidad dependiendo del orden de parto, número de IA y sistema de producción. Sistemas de producción: S11W36 (AI 11 días después del parto y destete a la edad de 36 días) en 2007, mientras que S25W50 (AI 25 días después del parto y destete a la edad de 36 días) en 2011.

cia es más probable que esté relacionada con la mejora de la prolificidad en los programas de mejoramiento y de gestión entre el año 2005 (S11W36) y el año 2011 (S25W50). Además, teniendo en cuenta que en S11W36 se utilizó PMSG pero no en S25W50, la prolificidad y la eficiencia reproductiva se observan que tienden a disminuir más rápido para S25W50 (**Tabla 1**).

Se observa que la empresa alcanza su objetivo de un menor coste de producción de carne (€/kg) en el sistema extensivo (**Tabla 2**). Esto se explica principalmente por la disminución de la partida sanitaria, que se reduce a la mitad de su valor. También el costo salarial se reduce ligeramente. En sistemas extensivos, los conejos permanecen con su madre más tiempo y no reciben generalmente ningún tratamiento sanitario, la hormona PMSG no se utiliza y los ganaderos necesitan menos empleados puesto que la producción es más baja. En general, esta reducción del coste puede compensar la menor producción de carne por jaula para lograr el mismo beneficio.

Tabla 1. Rendimiento productivo (media y error estándar) para ambos sistemas de producción.

	S11W36 2005		S11W36 2006		S11W36 2007		S25W50 2011		S25W50 2012		S25W50 2013	
	n	m (e.st.)										
Número medio de hembras	4165		4467		4564		6121		6218		6323	
Ciclo reproductivo (días)	7060	298a (2.36)	3793	296a(3.58)	7064	305a(2.38)	7041	330b (2.37)	3241	344b (4.00)		
Número de partos por hembra	7060	5.26a(0.05)	3793	5.10a(0.08)	7064	4.51b(0.04)	7041	4.49b(0.04)	3421	4.77b(0.06)		
Fertilidad (%)	40927	83.4a(0.18)	44880	83.0a(0.18)	35938	83.3a(0.20)	46657	80.8b (0.18)	36372	82.2a(0.20)	34337	85.4c(0.19)
Prolificidad (gazapos nacidos vivos/parto)	34128	7.82a(0.02)	37259	7.77a(0.02)	29915	7.97b(0.02)	37676	8.31c(0.02)	29911	8.81d(0.02)	29317	8.79d(0.02)
Eficiencia productiva (gazapos vendidos/IA)	51	5.95a(0.08)	52	5.85a(0.08)	42	6.45b(0.08)	49	6.45b(0.08)	39	7.10c(0.08)	37	7.26c(0.09)
kg producidos de carne/n° hembras	98.2		94.9		96.7		83.5		85.0		88.7	
Mortalidad al nacimiento (%)	34128	15.3a (0.20)	37257	14.5b (0.18)	29915	14.6b (0.20)	37676	11.1c (0.16)	29911	10.5c (0.18)	29316	11.0c (0.18)
Mortalidad después del nacimiento (%)	51	17.6a (0.8)	52	17.2a (0.8)	42	14.0b (0.6)	49	13.4b (0.5)	39	10.0c (0.3)	37	10.6c (0.4)
Consumo de pienso (kg)		1444492		1490377		1528805		1798751		1849478		1982810
Índice de Transformación		3.53		3.52		3.46		3.52		3.50		3.54
Índice de Transformación del experimento					-		19	3.6 ± 0.17				

Sistemas de producción: S11W36. Inseminación artificial 11 días después del parto y destete a los 36 días de edad de los conejos. S25W50. Inseminación artificial 25 días después del parto y destete a los 50 días de edad de los conejos. m: media. e.st.: error estándar.

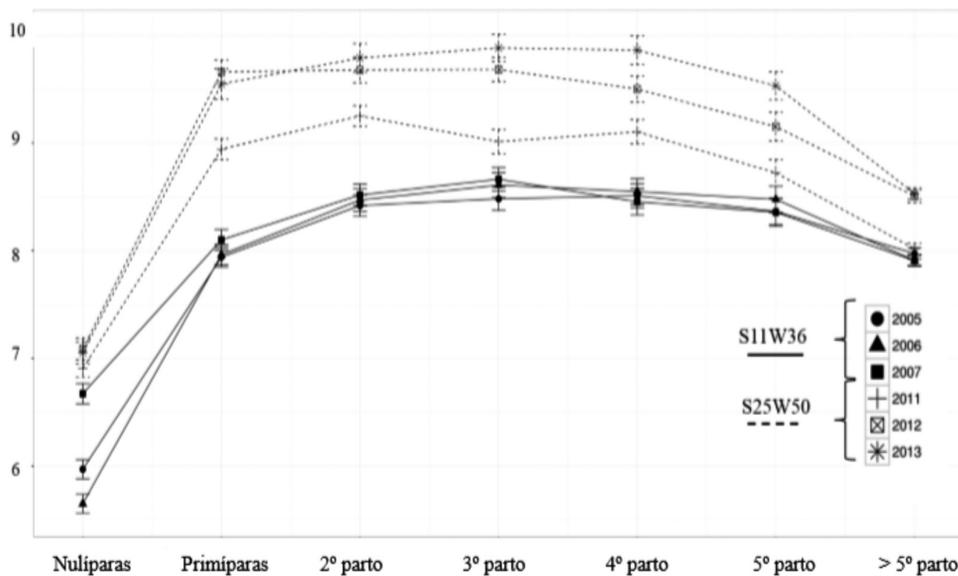


Figura 3. Prolificidad media dependiendo del orden de parto y del año. 2005, 2006 y 2007 son S11W36 (AI 11 días después del parto y destete a la edad de 36 días), mientras que 2011, 2012 y 2013 son S25W50 (AI 25 días postparto y destete a la edad de 50 días).

Tabla 2. Producción y análisis de costes para ambos sistemas de producción (precios actualizados a 2013).

	S11W36						S25W50											
	2005			2006			2007			2011			2012			2013		
	Total (€)	€/kg carne	%	Total (€)	€/kg carne	%	Total (€)	€/kg carne	%	Total (€)	€/kg carne	%	Total (€)	€/kg carne	%	Total (€)	€/kg carne	%
Costes Variables																		
Alimentación	507209	1.24	42.9	492945	1.16	42.9	572072	1.30	49.6	623328	1.22	53.7	649540	1.23	59.0	628451	1.12	56.3
Sanidad	88593	0.22	10.7	89449	0.21	10.7	90967	0.21	10.4	57972	0.11	5.6	57660	0.11	5.2	56224	0.10	5.0
Inseminación	27798	0.07	3.3	32028	0.08	3.8	28219	0.06	3.2	30438	0.06	3.0	26481	0.05	2.4	25508	0.05	2.3
Hembras de reposición	47769	0.12	5.8	8445	0.02	1.0	10219	0.02	1.2	11512	0.02	1.1	9635	0.02	0.9	2242	0.00	0.2
Total	671369	1.64	62.6	622867	1.47	58.4	701478	1.59	64.4	723249	1.42	63.4	743316	1.41	67.5	712425	1.27	63.9
Costes fijos																		
Salarios	195246	0.48	25.9	227689	0.54	29.6	206783	0.47	25.5	251763	0.49	25.2	226939	0.43	20.6	249856	0.45	22.4
Asistencia veterinaria	10588	0.03	1.3	10706	0.03	1.3	9656	0.02	1.1	13110	0.03	1.3	13180	0.02	1.2	12837	0.02	1.2
Seguros	2981	0.01	0.4	4716	0.01	0.6	4060	0.01	0.5	6303	0.01	0.6	5427	0.01	0.5	5554	0.01	0.5
Energía	68455	0.17	5.0	62565	0.15	4.8	62894	0.14	4.9	82317	0.16	6.7	74870	0.14	6.8	93971	0.17	8.4
Amortización	30647	0.07	3.7	40290	0.10	4.8	27694	0.06	3.2	30130	0.06	2.9	34725	0.07	3.2	38240	0.07	3.4
Impuestos	9422	0.02	1.1	4948	0.01	0.6	4458	0.01	0.5	-1358	0.00	-0.1	2899	0.01	0.3	2571	0.00	0.2
Total	317339	0.78	37.4	350914	0.83	41.6	315545	0.71	35.6	382265	0.75	36.6	358041	0.68	32.5	403029	0.72	36.1
Costes Totales	988709			973781			1017023			1105515			1101357			1115454		
Producción de carne (Kg)	409037			423769			441335			510810			528458			560532		
Coste de producción (€/kg)		2.42			2.30			2.30			2.16			2.08				

Sistemas de producción: S11W36. Inseminación artificial 11 días después del parto y destete a los 36 días de edad de los conejos. S25W50. Inseminación artificial 25 días después del parto y destete a los 50 días de edad de los conejos.

Agradecimientos

La realización del presente trabajo ha sido posible gracias al apoyo económico del proyecto CDTI (IDI-20120024) "Introducción de nuevos parámetros productivos en explotación cunícola para la obtención de productos de alto valor añadido" y al apoyo técnico de la empresa QUIN s.l.

Bibliografía

Castellini C., Dal Bosco A., Mugnai C. 2003 Comparison of different reproduction protocols for rabbit does: effect of litter size and mating interval. *Livest. Prod. Sci.*, 83: 131-139.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R 400 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. <https://www.R401 project.org/>.

Efecto de línea genética, dieta y género en el crecimiento relativo en conejos

Effect of genetic line, diet and gender on relative growth in rabbits

Martínez-Bas A.M.¹, Kessler M.², Marín J.J.³, Armero E.^{1*}

¹ Dept. de Agricultura, Ciencia y Tecnología. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Murcia, España

² Dept. de Matemáticas Aplicadas y Estadística. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Murcia, España

³ QUIN Sociedad Cooperativa, Ctra. Vereda del Catalán, nº 62, 30162 Santa Cruz, Murcia, España

* Dirección de contacto: eva.armero@upct.es

Resumen

En el actual mercado de la producción de carne de conejo resulta necesario buscar productos de valor añadido. Por lo tanto, es relevante conocer el crecimiento relativo de partes y tejidos para diferentes líneas genéticas y dietas. En este trabajo, conejos procedentes de cruzamientos que utilizaban tres líneas genéticas como machos terminales (EBRO = EB y GRIMAUD = GR, ambas seleccionadas para la tasa de crecimiento, y HYLA, seleccionada para el tamaño de la camada), tanto machos como hembras, fueron alimentados con dos dietas diferentes (High Energy diet = HE y Control = C) y sacrificados a diferentes edades de 8 a 16 semanas. La línea EB presentó varias ventajas, ya que mostró un crecimiento temprano de la piel, la pierna delantera y la grasa intramuscular, y el desarrollo tardío de grasa escapular e inguinal. Sin embargo, la línea GR mostró un crecimiento tardío para el lomo y para el hueso. Con respecto al efecto de la dieta, los conejos alimentados con la dieta HE mostraron crecimiento tardío del hígado, piel y grasa escapular; y maduración temprana para el lomo, la profundidad de la cavidad torácica y el músculo de la pierna trasera.

Palabras clave: conejo, alometría, línea genética, dieta, canal.

Abstract

In the current market of rabbit meat production, it turns necessary to search for added-value products. It is thus relevant to know the relative growth of parts and tissues for different genetic lines and diets. In this work, three genetic lines (EBRO = EB and GRIMAUD = GR, both selected for growth rate, and HYLA, selected for litter size), both males and females, fed with two different diets (High Energy diet = HE and Control diet = C) and a slaughter age from 8 to 16 weeks were analyzed. The EB line was found to be convenient, because it showed earlier growth for skin, fore leg and intramuscular fat, and later development of scapular and inguinal fat. However, the GR line showed earlier growth for loin and later for bone. Regarding the diet effect, rabbits fed with the HE diet showed later liver growth, skin and scapular fat; and earlier maturing for loin, muscle hind leg and thoracic depth.

Keywords: rabbit, allometry, genetic line, feed, carcass.

Introducción

La alimentación ha sido el componente más importante de la producción de conejos, ya que representa el 70% de los costes (Al-Dobaib, 2010). A veces los costes de producción superan los costes de venta de carne; en consecuencia, el sistema se vuelve insostenible. Esta situación es el resultado de la inestabilidad de los precios de referencia en subasta, que están vinculados a los precios de venta al consumidor y a la estacionalidad del sector. En España, entre 2013 y 2014, el valor de producción final se redujo un 7,65%, como consecuencia de la reducción de los precios de venta (Montero de Vicente, 2015). Además, el consumo per cápita de carne de conejo en España disminuyó de 1,44 a 1,29 kg/persona y año de 2010 a 2015. En este contexto, es necesario buscar alternativas para aumentar el consumo de carne de conejo y agregar valor al producto. Estas alternativas pueden incluir piezas nobles cortadas en bandejas o productos procesados como hamburguesas o salchichas que abren la puerta a nuevos mercados. Para producir estos productos de valor añadido se necesitan animales más grandes para obtener más carne y facilitar la disección de la canal, lo que hace relevante investigar el

crecimiento relativo de las diferentes partes y tejidos. Para analizar el crecimiento relativo, se utiliza el modelo alométrico descrito por Huxley (1932).

Aunque las líneas para las carnicerías se seleccionan generalmente por la tasa de crecimiento, es una práctica común que las hembras seleccionadas originalmente por los rasgos reproductivos, se utilicen para la carne procesada cuando tienen que ser quitadas. Además, hasta nuestro conocimiento, no hay estudios que analicen el efecto de la dieta en el crecimiento relativo. La edad de sacrificio para los conejos se eligió de 8 a 16 semanas para el estudio. El valor más bajo de 8 semanas corresponde a la edad habitual en el sacrificio en la industria actualmente para vender el conejo entero, mientras que 16 semanas es el tiempo más allá del cual el nivel de grasa hace que el crecimiento adicional no sea rentable. Este estudio se realizó en una finca industrial con gran cantidad de animales con el objetivo de evaluar la mejor línea genética y dieta, junto con su peso óptimo de sacrificio, para obtener productos alternativos y de valor añadido.

Material y métodos

Todos los procedimientos experimentales con animales fueron aprobados por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Politécnica de Cartagena. El estudio se llevó a cabo en una finca industrial situada en Fuente Álamo llamada QUIN S.L. Éste incluyó un total de 2294 conejos en un diseño factorial 3x2x2, con tres líneas genéticas (HYLA seleccionada por tamaño de camada, EBRO y GRIMAUD, ambas seleccionadas por tasa de crecimiento), dos dietas (dieta control y de alta energía) y dos géneros (masculino y femenino). Los conejos se pesaron de 8 a 16 semanas de edad. Había aproximadamente 24 conejos por línea genética, dieta, sexo y edad de sacrificio. Desde el destete a las 7 semanas hasta el sacrificio todos los animales fueron alimentados *ad libitum* con dos dietas comerciales peletizadas (dieta de control = dieta C y dieta de alta energía = dieta HE). La Energía Metabolizable fue de 2100 kcal/kg para la dieta C (materia seca, 89%, proteína cruda, 15%, extracto etéreo, 2,5%, fibra cruda, 25%, almidón, 8%, detergente ácido, 25%, detergente neutro Fibra, 40%, ceniza, 11%) y 2400 kcal/kg para la dieta HE (materia seca, 89%, proteína cruda 16% extracto etéreo 3% fibra cruda 17% almidón 12% fibra detergente ácido 22% fibra detergente neutro 35% , Cenizas, 11%).

Los animales de los diferentes tratamientos (línea genética, dieta y género), fueron pesados y sacrificados por exanguinación de 8 a 16 semanas de edad. Las canales fueron procesadas según Blasco & Ouhayoun (1993). El peso de grasa diseccionable se calculó como la suma de los tres depósitos de grasa. La canal se dividió según el método de disección utilizado por Deltoro & López (1985), obteniendo patas delanteras, incluyendo los músculos de inserción; pecho y costillas, cortando en la articulación entre la última torácica y la primera vértebra lumbar; lomo, incluidas las vértebras sacras y excluyendo las paredes abdominales; y patas traseras, incluyendo el hueso coxal. La pata trasera derecha de cada conejo fue diseccionada, y la carne y hueso de la pata trasera fueron pesados. Todos los pesos se midieron en gramos. Se picaron 634 muestras de carne de la pata trasera y se determinó la grasa intermuscular e intramuscular mediante el método indirecto Near Infrared Spectroscopy, NIR, utilizando el equipo FoodScan TM.

Cada variable de interés se relacionó con el Peso Vivo al Sacrificio (PVS) por la ecuación alométrica Huxley (1932) en modo logarítmico: $\log y_{ijkl} = \log b_{ijk} + k_{ijk} \log x_{ijkl} + e_{ijkl}$. Donde $\log y_{ijkl}$ es el logaritmo de conejo *l* dentro del grupo-línea genética *i*, dieta *j*, sexo *k* (logaritmos en la base 10), $\log b_{ijk}$ es el valor de $\log b$ para el grupo-línea genética *i*, dieta *j*, sexo *k*, k_{ijk} es el coeficiente alométrico de Huxley de grupo-línea genética *i*, dieta *j*, sexo *k*, $\log x_{ijkl}$ es el logaritmo del PVS para el mismo individuo, mientras que e_{ijkl} es el residuo. Todos los análisis se realizaron utilizando software estadístico R (R Core Team, 2016). De acuerdo con esta ecuación, cuando $k < 1$ el componente es de maduración precoz, cuando $k > 1$ el componente tarda en madurar, y cuando $k=1$ hay isometría, lo que indica que el componente y el SW (Slaughter Weight) animal maduran a la misma tasa.

Resultados y discusión

La línea genética afectó al crecimiento de la piel, la canal de referencia, las vísceras del pecho y las costillas, el hígado y los riñones. La dieta tuvo un efecto sobre el crecimiento del hígado y hubo una tendencia en la piel ($P < 0,060$) y en la canal fría ($P < 0,078$). Y el sexo mostró efecto sobre la piel y la canal fría (Tabla 1).

En cuanto al crecimiento de la piel, la línea genética GR mostró un crecimiento posterior a HY, mientras que EB y HY presentaron patrones similares. Mientras que Pascual *et al.* (2014) en conejos, no encontraron cambios en el crecimiento relativo de la piel entre las líneas seleccionadas por la tasa de crecimiento.

El efecto principal en la dieta fue en el desarrollo del hígado, ya que los conejos alimentados con la dieta HE mostraron más tarde el crecimiento del hígado que los alimentados con dieta C. Además, la piel de conejos alimentados con la dieta HE tiende a crecer más tarde que la piel de conejos alimentados con dieta C ($P < 0,060$). El trabajo de campo se llevó a cabo en invierno y los conejos alimentados con la dieta HE tenían más energía disponible para mantener su temperatura corporal, por lo que el desarrollo de la piel era menos necesario para ellos.

Con respecto al efecto de género, se encontró que los machos mostraron un crecimiento tardío de la piel y un crecimiento de canal fría más temprano que las hembras.

Tabla 1. Diferencias de mínimos cuadrados (LSD) y error estándar de la diferencia (ESD) de los coeficientes alométricos k de Huxley para las vísceras, los órganos y la canal fría respecto a PVS.

Componente	LÍNEA GENÉTICA						DIETA						GÉNERO					
	HY_EB	ESD	P-valor	EB_GR	ESD	P-valor	HY_GR	ESD	P-valor	HE_C	ESD	P-valor	2_1	ESD	P-valor			
Pi	-0,017	0,033	0,616	-0,052	0,031	0,101	-0,068	0,034	0,044	0,049	0,026	0,060	-0,051	0,026	0,050			
CF	-0,002	0,013	0,861	-0,017	0,012	0,175	-0,019	0,013	0,151	0,018	0,010	0,078	0,015	0,010	0,014			
CR	0,002	0,024	0,931	0,047	0,023	0,044	0,049	0,025	0,049	-0,013	0,019	0,499	-0,013	0,019	0,510			
VPC	-0,114	0,032	<0,000	0,028	0,031	0,365	-0,086	0,033	0,009	0,038	0,026	0,137	-0,003	0,026	0,898			
Hi	-0,032	0,042	0,449	0,091	0,041	0,026	0,059	0,044	0,178	0,121	0,034	<0,000	-0,051	0,034	0,131			
Ri	-0,037	0,032	0,253	0,068	0,031	0,027	0,031	0,033	0,349	0,028	0,026	0,281	0,013	0,026	0,611			

Línea genética: HY - Hyla, EB - Ebro, GR - Grimaud. Dieta: HE - High energy diet, C - Control diet, Género: F- hembras, M - machos. Pi: piel. CF: canal fría. CR: canal de referencia. VPC: vísceras de pecho y costillas. Hi: hígado. Ri: riñones. PVS: Peso Vivo Sacrificio. Diferencias significativas para P -valor $< 0,05$.

En cuanto al efecto de la línea genética, para la cabeza, la línea EB presentó el crecimiento más temprano. Para las patas delanteras EB y HY maduran antes de GR. Para el lomo GR madura antes que EB, que madura antes que HY (Tabla 2). La selección por velocidad de crecimiento no tuvo el mismo efecto sobre el crecimiento relativo de los diferentes cortes en la canal. Deltoro & López (1985) no encontraron diferencias entre los conejos seleccionados para la tasa de crecimiento respecto a la línea materna, y Pascual et al. (2014) no observaron un efecto del proceso de selección para la tasa de crecimiento después de la 18ª generación de selección.

Tabla 2. Diferencias de mínimos cuadrados (LSD) y error estándar de la diferencia (ESD) de los coeficientes alométricos k de Huxley para despiece de la canal, músculo y hueso de la pata trasera respecto a PVS.

Componente	LÍNEA GENÉTICA						DIETA						GÉNERO					
	HY_EB	ESD	P-valor	EB_GR	ESD	P-valor	HY_GR	ESD	P-valor	HE_C	ESD	P-valor	2_1	ESD	P-valor			
C	0,048	0,019	0,013	-0,043	0,019	0,021	0,005	0,020	0,788	-0,027	0,015	0,082	-0,040	0,015	0,010			
PD	-0,008	0,022	0,719	-0,070	0,021	0,001	-0,078	0,022	0,001	0,013	0,017	0,448	-0,021	0,017	0,214			
PT	-0,001	0,017	0,939	-0,011	0,016	0,475	-0,013	0,017	0,459	-0,015	0,013	0,241	0,028	0,013	0,031			
PC	0,011	0,035	0,760	0,033	0,033	0,322	0,043	0,036	0,222	0,016	0,027	0,551	0,013	0,027	0,628			
L	0,091	0,037	0,013	0,07	0,034	0,029	0,165	0,037	<0,000	-0,209	0,029	<0,000	-0,141	0,029	<0,000			
MPT	0,001	0,019	0,963	-0,0067	0,018	0,709	-0,006	0,019	0,762	-0,032	0,015	0,030	0,006	0,015	0,690			
HPT	0,010	0,032	0,749	-0,058	0,030	0,056	-0,048	0,033	0,140	0,039	0,025	0,119	0,106	0,025	<0,000			

Línea genética: HY - Hyla, EB - Ebro, GR - Grimaud. Dieta: HE - High energy diet, C - Control diet, Género: F- hembras, M - machos. C: cabeza. PD: patas delanteras. PT: patas traseras. PC: pecho y costillas. L: lomo. MPT: músculo pata trasera. HPT: hueso pata trasera. PVS: Peso Vivo Sacrificio. Diferencias significativas para P -valor $< 0,05$.

El efecto más importante de la dieta se encontró en el lomo, mostrando una maduración temprana cuando los conejos fueron alimentados con la dieta HE. En el efecto del género, el crecimiento de la cabeza y el lomo fue anterior para las hembras, mientras que el crecimiento de la pata trasera y su hueso fue posterior para los machos, siendo esta última diferencia elevada.

Las líneas GR y EB desarrollaron grasa escapular e inguinal posterior a la línea HY. No se observaron diferencias significativas para perirrenal y toda la grasa diseccionable (**Tabla 3**). Para la grasa intramuscular, GR presentó crecimiento posterior a EB y HY. Pascual et al. (2014) y Deltoro & López (1985) no encontraron efecto de la selección sobre la tasa de crecimiento en el crecimiento relativo de la grasa diseccionable.

Se encontró que el único efecto de la dieta estaba en la grasa escapular, en la que los conejos alimentados con HE mostraron un crecimiento posterior.

No se observó ningún efecto de género para el desarrollo de la grasa en estas edades, de acuerdo con Pascual et al. (2014). En nuestros resultados, la grasa inter-intramuscular mostró una maduración temprana (**Tabla 3**). Sólo se ha encontrado un trabajo (Vezinhet y Prud'Hon, 1975) que analiza la evolución de varios depósitos adiposos en conejos en crecimiento de 10 días a 26 semanas de edad y señalaron que el patrón de desarrollo de los mismos depende de la especie, obteniendo resultados cercanos a la isometría para esta variable.

Tabla 3. Diferencias de mínimos cuadrados (LSD) y error estándar de la diferencia (ESD) de los coeficientes alométricos k de Huxley para grasa intermuscular respecto a PVS y grasa intramuscular respecto a la pata trasera.

Componente	LÍNEA GENÉTICA						DIETA			GÉNERO					
	HY_EB	ESD	P-valor	EB_GR	ESD	P-valor	HY_GR	ESD	P-valor	HE_C	ESD	P-valor	2_1	ESD	P-valor
Escapular Fa	-0,282	0,098	0,004	0,029	0,094	0,755	-0,253	0,100	0,012	0,275	0,077	0,000	-0,117	0,078	0,131
Inguinal Fa	-0,317	0,096	0,001	0,090	0,092	0,328	-0,227	0,099	0,022	0,115	0,076	0,132	0,124	0,076	0,104
Perirrenal Fa	-0,003	0,088	0,974	-0,115	0,085	0,176	-0,118	0,090	0,193	0,103	0,070	0,141	-0,075	0,070	0,286
DFa	-0,170	0,111	0,126	0,130	0,111	0,242	-0,040	0,116	0,731	0,139	0,092	0,131	-0,088	0,091	0,332
Intramsca Fa	-0,087	0,086	0,312	-0,187	0,083	0,025	-0,274	0,087	0,002	0,082	0,068	0,233	0,080	0,068	0,240

Línea genética: HY - Hyla, EB - Ebro, GR - Grimaud. Dieta: HE - High energy diet, C - Control diet, Género: F - hembras, M - machos. Escapular Fa: grasa escapular. Inguinal Fa: grasa inguinal. Perirrenal Fa: grasa perirrenal. DFa: grasa diseccionable. Intramsca Fa: grasa intramuscular de la carne de la pata trasera. PVS: Peso Vivo Sacrificio. Diferencias significativas para P-valor < 0,05.

Conclusiones

Teniendo en cuenta los diferentes patrones de crecimiento relativo de las partes y tejidos de la canal se encontró que la línea EB era la más conveniente, ya que mostró un crecimiento anterior de la piel, la pierna delantera y la grasa intramuscular y posterior desarrollo de grasa escapular e inguinal. Sin embargo, otros rasgos deben ser considerados en la producción de carne, como la tasa de crecimiento y la proporción para transformar la alimentación en carne.

Los conejos alimentados con la dieta HE presentaron varias ventajas, tales como la maduración temprana para el lomo y para la pierna posterior del músculo y posterior maduración en la grasa escapular. Además, se encontró que la dieta HE presentaba un crecimiento posterior del hígado y la piel y una profundidad torácica más temprana.

Se encontraron pocas diferencias entre los géneros; los machos mostraron un crecimiento posterior de la piel y un crecimiento de la canal más temprano que las hembras. El crecimiento de la cabeza y el lomo fue anterior para las hembras, mientras que el crecimiento de la pata trasera y su hueso fue anterior para los machos.

Agradecimientos

La realización del presente trabajo ha sido posible gracias al apoyo económico del proyecto CDTI (IDI-20120024) y al apoyo técnico de la empresa QUIN s.l.

Bibliografía

- Al-Dobaib S.N. 2010. *Effect of diets on growth, digestibility, carcass and meat quality characteristics of four rabbit breeds. Saudi Journal of Biological Sciences*, 17: 83-93.
- Blasco, A., Ouhayoun, J. 1993. *Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. World Rabbit Science*, 4(2): 93-99.
- Deltoro J., López, A.M. 1985. *Allometric changes in rabbits. Journal of Agricultural Science*, 105: 339-346.
- Huxley J.S. 1932. *Problems of relative growth. London, Methuen.*
- Montero de Vicente L. 2015. *La cadena de valor del sector cunícola en España. Segmentación del consumo en base al Food-Related Lifestyle (FRL). PhD. Universitat Politècnica de València.*
- Pascual M., Pla. M., Blasco A. 2014. *Effect of selection for growth rate on relative growth in rabbits. Journal of Animal Science*, 86: 3409-3417.
- R Core Team. 2016. *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL.*
- Veziñhet A., Prud'hon M. 1975. *Evolution of various adipose deposits in growing rabbits and sheeps. Animal Production*, 20: 363-370.

Obtención de productos de alto valor añadido en el sector cunícola: efecto de la línea genética y la dieta sobre caracteres de crecimiento

Obtaining high added value products in the rabbit production: effect of genetic line and diet on growth traits

Martínez-Bas A.M.¹, Kessler M.², Marín J.J.³, Armero E.^{1*}

¹ Dept. de Agricultura, Ciencia y Tecnología. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Murcia, España

² Dept. de Matemáticas Aplicadas y Estadística. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Murcia, España

³ QUIN Sociedad Cooperativa, Ctra. Vereda del Catalán, nº 62, 30162 Santa Cruz, Murcia, España

* Dirección de contacto: eva.armero@upct.es

Resumen

El objetivo del presente trabajo es la búsqueda de una línea genética y una alimentación adecuada para producir canales de conejo con mayor peso al sacrificio para la obtención de productos alternativos que abran la puerta a nuevos mercados. Para llevar a cabo el estudio, se seleccionaron 2.294 conejos a las 7 semanas de edad (machos y hembras, uno de cada camada) procedentes del cruzamiento de la hembra Hyla con machos terminales de tres líneas genéticas (Grimaud = GR, Ebro = EB e Hyla = HY), la mitad de cada una de las líneas se alimentó con una dieta distinta (dieta Control y dieta Alta Energía o High Energy = HE), hasta que alcanzaron las 16 semanas de edad que finalizó el ensayo. Las líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento (EB y GR) mostraron ritmos más rápidos de crecimiento que la línea de aptitud maternal HY. Esta superioridad de EB y GR resultó incrementada cuando eran alimentadas con una dieta energética. La línea EB presentó menor índice de transformación (IT) que la línea HY, mientras que el IT de la línea GR no fue distinto al de las otras dos líneas. Además el IT disminuyó con la dieta más energética.

Palabras clave: línea genética, dieta, crecimiento, eficiencia alimentaria.

Abstract

The aim of the current work is to search for a genetic line and a feed to produce rabbits with greater slaughter weight to obtain added-value products that open the door to new markets. To carry out the study, 2,294 rabbits were selected at 7 weeks of age (males and females, one from each litter) of three sire genetic lines (Ebro, Grimaud and Hyla), half of each line was fed with a different diet (diet C and High Energy diet), until they reached 16 weeks of age that finished the assay. The lines selected by growth rate (EB and GR) showed faster rates of growth than the maternal line HY. This superiority of EB and GR was increased when they were fed with an energy diet. The EB line presented lower feed conversion ratio (FCR) than the HY line, whereas the FCR of the GR line was not different from the other two lines. In addition, FCR decreased with high energy diet.

Keywords: genetic line, diet, growth, food efficiency.

Introducción

En la producción comercial de carne de conejo, los costes de alimentación representan alrededor del 70 % del total. Esto hace que el coste de la alimentación tenga una alta repercusión en el coste de producción. Así cuando el precio de la alimentación incrementa, los costes de producción superan el precio de venta de carne; y el sistema se vuelve inviable. Por tanto, uno de los principales objetivos en producción de carne de conejo es mejorar la eficiencia alimentaria o el índice de transformación de la dieta en carne. Para la elaboración de ciertos productos de valor añadido (como longaniza, hamburguesas, bandejas con piezas nobles troceadas) es nece-

sario obtener canales más pesadas de lo habitual, a pesar de que el índice de transformación va aumentando conforme aumenta la edad. En este sentido, el objetivo del presente trabajo es la búsqueda de una línea genética y una alimentación adecuada para producir canales de conejo con mayor peso al sacrificio para la obtención de productos alternativos que abran la puerta a nuevos mercados. Las líneas genéticas estudiadas fueron dos líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento (Grimaud y Ebro) y una seleccionada por prolificidad (Hyla), que fueron alimentadas con dos dietas, una dieta control y una dieta más energética.

Material y métodos

Se seleccionaron 2294 animales procedentes del cruzamiento de la hembra Hyla con machos terminales de tres líneas genéticas (Grimaud = GR, Ebro = EB e Hyla = HY). De noviembre de 2012 a marzo de 2013, los conejos fueron destetados a las 7 semanas de edad y transportados a jaulas individuales. Tras el destete se alimentaron con dos tipos de dieta cuya formulación viene indicada en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición nutricional de los dos tipos de dieta que utilizamos.

Composición nutricional (%)	Dieta C	Dieta HE
Materia Seca	89	89
Proteína Bruta	15	16
Grasa Bruta	2.5	3
Fibra Bruta	25	17
Almidón	811	12
Fibra Ácido Detergente	25	22
Fibra Neutro Detergente	40	35
Cenizas	11	11
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2100	2400

C: dieta control. HE: dieta High Energy.

Cada conejo se pesó semanalmente desde su destete hasta su sacrificio. Además se pesó el pienso consumido por comedero que era compartido por 4 conejos de la misma línea genética, alimentados con la misma dieta, del mismo sexo y de la misma edad. A partir de estos datos se calculó la Ganancia Media Diaria o GMD y el Índice de Transformación o IT semanalmente entre 8 y 16 semanas de edad.

Los resultados fueron analizados con el procedimiento GLM (R Statistical, 2016), a partir del cual se obtuvieron las medias mínimo cuadráticas.

El modelo estadístico utilizado para la evolución del peso fue:

$$P_{ijklm} = \mu + LG_i + D_k + G_l + LG_i \times t_j + D_k \times t_j + G_l \times t_j + LG_i \times t_j^2 + D_k \times t_j^2 + G_l \times t_j^2 + LG_i \times D_k \times t_j + A_m + e_{ijklm}$$

Para el Índice de Transformación se utilizó el modelo:

$$I_{Tijklm} = \mu + LG_i \times t_j + G_l \times t_j + D_k \times t_j^2 + G_l \times t_j^2 + (C_m + C_m \times t_j + C_m \times t_j^2) + e_{ijklm}$$

Donde P_{ijklm} es el peso del animal m, perteneciente a la línea genética i, alimentado con la dieta k, del género l y a la edad j, LG es el efecto de la línea genética (EB, GR o HY), D es el efecto de la dieta (Control o HE), G es el género (hembra o macho), A es el animal, C es el comedero compartido por cuatro conejos, GLxD es la interacción línea genética y dieta, y e_{ijklm} es el error.

Resultados y discusión

En la evolución del peso, apareció una interacción entre línea genética y dieta para la (Figura 1), por tanto el efecto de la dieta depende del potencial para crecimiento de cada línea. Así las líneas GR y EB aumentaron su

ritmo de crecimiento cuando se alimentan con la dieta HE, mientras que no sucede lo mismo con la línea HY. Para ambas dietas, las líneas genéticas mejoradas por velocidad de crecimiento (EB y GR) presentaron mayor peso respecto a la línea seleccionada por aptitud maternal (HY), pero no existieron diferencias significativas entre EB y GR.

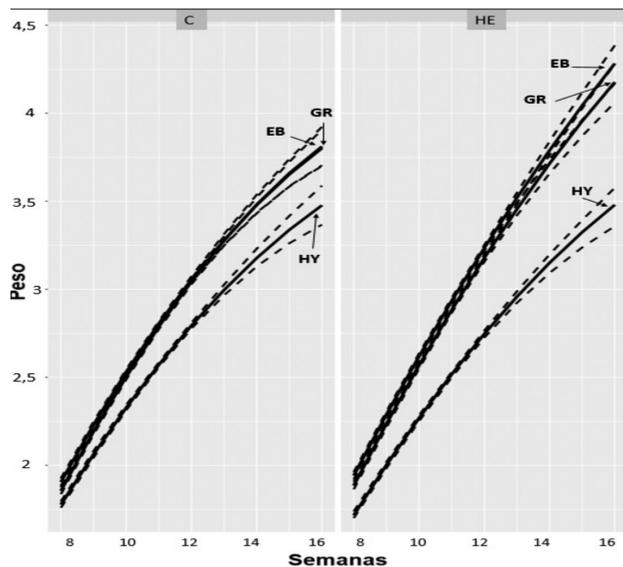


Figura 1. Evolución del peso en función de la edad (semanas) según la línea genética.
EB: Ebro. GR: Grimaud. HY: Hyla.

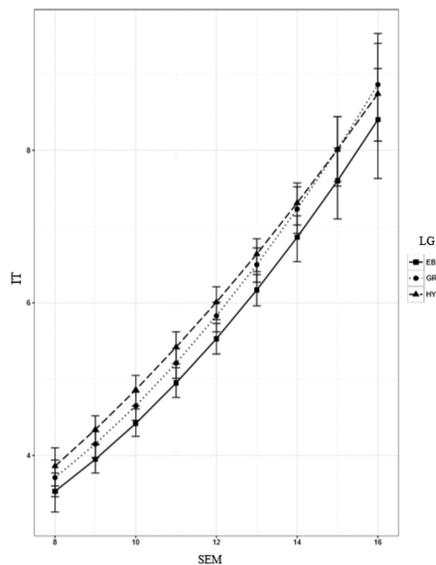


Figura 2. Medias mínimo cuadráticas y errores estándares para la evolución del índice de transformación (IT) según la línea genética.
EB: Ebro. GR: Grimaud. HY: Hyla.

Dalle Zotte *et al.* (2015) encontraron diferencias significativas según el genotipo para la semana 12 en el crecimiento de conejos usando líneas mejoradas por ganancia media diaria (Large: 3109 g) y líneas mejoradas por rendimiento (Hung: 2881 g). También, Szendrő *et al.* (2015) encontraron diferencias en la velocidad de crecimiento entre dos genotipos seleccionados por en el crecimiento sacrificados entre 5 y 12 semanas.

Respecto al IT (**Figura 2**), en la semana 11 y 12 la línea de aptitud maternal (HY) es diferente de la línea mejorada por crecimiento (EB). La línea GR se posicionó en valores intermedios, no siendo diferente a EB e HY.

Tumová *et al.* (2013) tampoco encontraron diferencias significativas según la raza en el índice de conversión en el estudio del crecimiento en conejos autóctonos de la República Checa (Botucatu) comparados con líneas híbridas comerciales sacrificados con 90 días.

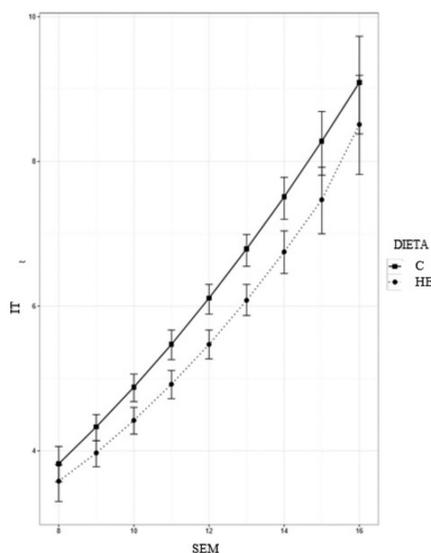


Figura 3. Medias mínimo cuadráticas y errores estándares de la media del índice de transformación (IT) según la dieta.
C: dieta control. HE: dieta altamente energética.

De la semana 10 a la 14 incluidas, el IT presenta diferencias significativas según la dieta (**Figura 3**), siendo para la dieta más energética menor. Pascual et al. (2014) no encontraron diferencias en el IT desde los 42 a los 90 días para conejos alimentados con diferentes cantidades de fibra.

En conclusión las líneas seleccionadas por velocidad de crecimiento (EB y GR), como era de esperar, mostraron ritmos de crecimiento más rápidos que la línea de aptitud maternal HY. Esta superioridad de EB y GR resultó incrementada cuando eran alimentadas con una dieta energética. La línea EB presentó menor IT que la línea HY, mientras que el IT de la línea GR no fue distinto al de las otras dos líneas. Además el IT disminuyó con la dieta más energética.

Agradecimientos

La realización del presente trabajo ha sido posible gracias al apoyo económico del proyecto CDTI (IDI-20120024) "Introducción de nuevos parámetros productivos en explotación cunícola para la obtención de productos de alto valor añadido" y al apoyo técnico de la empresa QUIN s.l.

Bibliografía

Dalle Zotte, A., Szendrő K., Gerencsér Zs., Szendrő Zs., Cullere M., Odermatt M., Radnai I., Matics Zs. 2015. Effect of genotype, housing system and hay supplementation on carcass traits and meat quality of growing rabbits. *Meat Science*, 110: 126-134.

Pascual M., Soler M.D., Cervera C., Pla M., Pascual J.J., Blas E. 2014. Feeding programmes based on highly-digestible fibre weaning diets: Effects of health, growth performance and carcass and meat quality in rabbits. *Livestock Science*, 169: 88-95.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R 400 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. <https://www.R401 project.org/>.

Szendrő K., Szendrő Zs., Matics Zs., Dalle Zotte A., Odermatt M., Radnai I., Odermatt M. 2015. Effect of genotype, housing system and hay supplementation on performance and ear lesions of growing rabbits. *Livestock Science*, 174: 105-112.

Tumová E., Martinec M., Volek Z., Härtlová H., Chodová D., Bízková Z. 2013. A study of growth and some blood parameters in Czech rabbits. *World Rabbit Science*, 21: 251-256.