

# LA MEJORA DEL TAMAÑO DE CAMADA A TRAVÉS DE LA TASA DE OVULACIÓN Y LA SUPERVIVENCIA PRENATAL EN CONEJO.

M.A. Santacreu<sup>1,\*</sup>, R. Peiró<sup>2</sup>, M.L. Mocé<sup>3</sup>, A.Y. Badawy<sup>1,4</sup>, A. Blasco<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universitat Politècnica de Valencia.

<sup>2</sup> Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Universitat Politècnica de Valencia.

<sup>3</sup> Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad CEU-Cardenal Herrera.

<sup>4</sup> Dirección actual: Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía. Universidad del Canal de Suez, Ismailia, Egipto.

\* msantacr@dca.upv.es

## Introducción

El tamaño de camada es uno de los caracteres económicamente más importante en la producción de carne de conejo (Cartuche et al., 2014) pero no es un carácter sencillo de seleccionar. El progreso genético es lento en gran parte debido a la baja heredabilidad del carácter. Los intentos por mejorar la respuesta han llevado a la búsqueda de métodos alternativos a la selección directa por tamaño de camada en poblaciones cerradas. Una de las alternativas propuesta para mejorar la respuesta en el tamaño de camada ha sido la selección por los principales componentes del tamaño de camada que son la tasa de ovulación y la supervivencia prenatal. En la supervivencia prenatal se distinguen dos periodos, el periodo embrionario que comprende desde la fecundación hasta la implantación, sobre el día 7 de gestación, y el periodo fetal que va desde la implantación al nacimiento. Tanto en conejo como en otras especies prolíficas, parece que el genotipo de la madre es el que juega el papel más importante en la supervivencia prenatal, mientras que el genotipo del embrión tiene un papel menos relevante (Blasco et al., 1993 revisión en conejo, cerdo y ratón; Mocé et al., 2004a y 2004b, en conejo). La supervivencia prenatal que depende de la hembra, y no del embrión, se conoce como capacidad uterina.

En conejo se han llevado a cabo dos experimentos de selección divergente por capacidad uterina (Bolet et al., 1994; Blasco et al., 2005), un experimento de selección por tasa de ovulación (Laborda et al., 2011) y un experimento de selección por niveles independientes para tasa de ovulación y tamaño de camada (Ziadi et al., 2013).

## Selección por capacidad uterina

La capacidad uterina se ha definido como el máximo número de embriones que una hembra puede mantener hasta el final de la gestación sin que la tasa de ovulación sea un factor limitante (Christenson et al., 1987). Para que una hembra pueda expresar su capacidad uterina, su tasa de ovulación debe ser más alta que el máximo número de embriones que es capaz de gestar. Así, en condiciones normales un porcentaje de hembras de la población no podrán expresar su capacidad uterina motivo por el que en los experimentos de selección la capacidad uterina se ha estimado en hembras unilateralmente ovariectomizadas (hembras ULO) (Bolet et al., 1994; Argente et al., 1997, en conejo; Clutter et al., 1994, en ratón). La coneja tiene los dos cuernos uterinos independientes y por tanto no hay trasmigración uterina, así la ovariectomía unilateral (extirpación de uno de los ovarios) permite que el ovario remanente duplique por término medio la tasa de ovulación y que el cuerno uterino funcional sea atestado con el doble de embriones que en condiciones normales.

La heredabilidad estimada para la capacidad uterina y la supervivencia prenatal es baja, alrededor de 0,10, y la correlación de la supervivencia prenatal con el tamaño de camada es elevada, sobre 0,90 (Laborda et al., 2012, Ziadi et al., 2013).

En uno de los dos experimentos previamente citados el criterio de selección fue el número de fetos muertos entre la implantación y el nacimiento. La respuesta estimada después de tres generaciones de selección fue nula tanto para el número de muertos como para el tamaño de camada en hembras ULO (Bolet *et al.*, 1994).

En el otro experimento, el criterio de selección fue el tamaño de camada en hembras ULO. Después de diez generaciones de selección divergente, la línea seleccionada para incrementar la capacidad uterina (H) presentaba un mayor número de embriones implantados (1,8) y un mayor tamaño de camada (2,4 gazapos) que la línea seleccionada para disminuir la capacidad uterina (L) aunque ambas líneas mostraban una tasa de ovulación similar (Santacreu *et al.*, 2005). Utilizando una población control crioconservada se observó que la diferencia obtenida entre ambas líneas en tamaño de camada fue asimétrica, y mayor en la línea L. La disminución de tamaño de camada en la línea L se debió principalmente a un descenso de la supervivencia embrionaria. La línea H seleccionada para aumentar la capacidad uterina, e indirectamente la supervivencia prenatal, no ha tenido más éxito que la selección directa por tamaño de camada (Santacreu *et al.*, 2005).

Estas líneas en sí no presentan interés comercial pero sí que son de gran interés desde el punto de vista académico para profundizar en las razones del porqué esta diferencia en la supervivencia embrionaria. Se han estudiado varios genes candidatos y los estudios de asociación en una población F2 indican que el receptor de la progesterona podría explicar parte de las diferencias entre ambas líneas; los animales que presentan el genotipo más frecuente en la línea H tenían un mayor número de embriones implantados y de nacidos vivos que el genotipo más frecuente en la línea L, 0,62 y 0,76, respectivamente (Peiró *et al.*, 2008). Recientemente se ha publicado el mapa genético del conejo y se va a realizar un estudio genómico utilizando las líneas H y L para seguir profundizando en el porqué de las diferencias en supervivencia prenatal.

La conclusión más importante de estos dos experimentos es que la selección para aumentar la capacidad uterina no mejora el tamaño de camada (Bolet *et al.*, 1994; Santacreu *et al.*, 2005).

### **Selección por tasa de ovulación**

Las estimas de heredabilidad para la tasa de ovulación en las especies prolíficas son superiores a las estimas para el tamaño de camada, lo que refuerza la idea de que puede ser un buen método de selección indirecta. En conejo, estas estimas rondan el valor de 0,20 (Blasco *et al.*, 1993; Laborda, 2011). Otro parámetro importante para predecir el éxito de la mejora del tamaño de camada por selección de la tasa de ovulación es la correlación genética entre ambos caracteres. Aunque el valor estimado de esta correlación es aproximadamente 0,35, los errores de estimación son elevados (Blasco *et al.*, 1993; Laborda, 2011). Para disminuir los errores de estimación de este parámetro son necesarios un elevado número de datos. Dado que la estima de la tasa de ovulación “in vivo” se suele hacer por laparoscopia, el tiempo empleado y el coste de la técnica es un problema para disponer de una gran base de datos.

Laborda *et al.* (2011, 2012) realizan el primer y único experimento de selección por tasa de ovulación en conejo. El resultado más interesante es que la selección por tasa de ovulación no ha mejorado la respuesta en tamaño de camada más que la selección directa debido a una disminución de la supervivencia prenatal (1% por generación, proximadamente). El aumento de la mortalidad fetal explica la mayor parte de la mortalidad prenatal observada. Un momento crítico durante la gestación en el periodo fetal es el

comprendido entre los días 8 y 17 de la gestación cuando se inicia el control de la nutrición por parte de la placenta fetal (66% de la mortalidad fetal). El desarrollo del feto y su supervivencia depende de la nutrición a través de la placenta. Sería interesante estudiar la supervivencia y el desarrollo del feto y su placenta en esta etapa crítica del desarrollo fetal en hembras con elevada tasa de ovulación para saber más acerca de los mecanismos que determinan el aumento de la mortalidad fetal en los experimentos de selección por tasa de ovulación.

### **Selección por niveles independientes para la tasa de ovulación y el tamaño de camada**

La selección por tasa de ovulación y tamaño de camada por niveles independientes durante 10 generaciones incrementó tanto la tasa de ovulación (2,0 óvulos) como el tamaño de camada (1,7 gazapos) (Badawy et al., 2015). La respuesta en tamaño de camada ha sido mayor a la estimada en los experimentos de selección directa por tamaño de camada en conejos, que es aproximadamente de 0,10 gazapos/generación (Mocé y Santacreu, 2010). La mejora del tamaño de camada en este experimento se debe a la mejora de los dos componentes del tamaño de camada: la tasa de ovulación (2 óvulos) y la supervivencia prenatal (+7,7%). La respuesta correlacionada en supervivencia prenatal se debió principalmente a un aumento de la supervivencia embrionaria (+3,5%). La supervivencia fetal apenas se modificó al seleccionar por tasa de ovulación y tamaño de camada. Ruiz-Flores y Johnson (2001) propusieron la selección por niveles independientes por tasa de ovulación y tamaño de camada como una forma de mejorar la capacidad uterina (supervivencia prenatal que depende de la madre) y que se expresa cuando la tasa de ovulación es elevada. La mejora de la supervivencia embrionaria obtenida en este experimento estaría de acuerdo con los resultados obtenidos por Santacreu et al. (2005) en uno de los experimentos de selección divergente por capacidad uterina previamente citado; las diferencias en capacidad uterina entre las líneas se debieron principalmente a diferencias en supervivencia embrionaria y no en supervivencia fetal.

Como conclusión, la selección unicarácter por los principales componentes del tamaño de camada, tasa de ovulación y capacidad uterina, no han mejorado la respuesta en tamaño de camada en conejo mientras que la selección por niveles independientes por tasa de ovulación y tamaño de camada aumenta tanto la tasa de ovulación como la supervivencia embrionaria, mejorando la respuesta obtenida en tamaño de camada por selección directa.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Argente et al., 1997. *J. Anim. Sci.* 75: 2350-2354. Badawy et al. 2015. XVI Jornada sobre Producción Animal, Tomo II: 549-551. Blasco et al. 1993. *Livest. Prod. Sci.* 37: 1-21. Bolet et al. 1994. *Proc. 9<sup>th</sup> World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* 19: 261-264. • Cartuche et al. 2014. *World Rabbit Science.* 22: 165-177. Christenson et al., 1987. *J. Anim. Sci.* 67: 738-744. Clutter et al., 1994. *J. Anim. Sci.* 72:577. Laborda et al., 2011. *J. Anim. Sci.* 89: 2981-2987. Laborda et al., 2012. *J. Anim. Sci.* 90: 439-446. • Mocé et al., 2004a. *J. Anim. Sci.* 82: 1046-1052. Mocé et al., 2004b. *J. of Anim. Sci.* 82:68-73. Mocé, L., Santacreu M.A. 2010. *CD- Proc. 9<sup>th</sup> World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* Peiró et al., 2008. *Genetics.* 180: 1699 - 1705. Ruiz-Flores A., Johnson R. K. 2001. *J. Anim. Sci.* 79: 2286-2299. Santacreu et al., 2005. *J. Anim. Sci.* 83: 2303-2307. Ziadi et al., 2013. *J. Anim. Sci.* 91: 3113-3120

**Agradecimientos:** Este trabajo es el resultado de la financiación de los proyectos CICYT-AGL2005-07624-C03-01, CICYT- AGL2008-05514-C02-01 y CICYT- AGL2011-29831-C03-01.