

MEJORA GENÉTICA DEL CONEJO DE CARNE. LA EXPERIENCIA URUGUAYA

Gabriel Ciappesoni¹
Oscar Blumetto¹
Gustavo Capra¹

INCORPORACIÓN DE GENÉTICA AL URUGUAY

Si bien durante décadas se sucedieron varios eventos de importación de conejos a Uruguay, la mayoría de las importaciones fueron de una cantidad pequeña de ejemplares de diferentes razas que poseían estándares determinados. La mayoría fueron realizadas por la principal agrupación de cunicultores del país, que actualmente se denomina SUDEC (Sociedad Uruguaya de Cunicultores). Estas importaciones tenían como principal objetivo incorporar nuevas razas y en ocasiones reforzar poblaciones de razas existentes, para luego mantener los estándares originales.

Quizás el primer antecedente de una importación de líneas con especialización productiva fue el realizado por la empresa Proinco en la década de los 80. Esta importación incluyó líneas maternas y terminales de origen alemán, que fueron mantenidas en un núcleo de multiplicación centralizado. Luego de la desaparición de ese emprendimiento comercial en los 90, el entonces encargado del manejo de los núcleos, Sr. Carlos Amaral procuró la conservación de dichas líneas distribuyendo los animales entre varios criaderos de los alrededores de la ciudad de Minas (departamento de Lavalleja). Casi una década después parte de estos animales se convertirían en la base de la Línea Celeste de INIA.

En 1999 la consultoría realizada en Uruguay por el Dr. Manuel Baselga, genetista Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), inició una relación de intercambio técnico científico con España que

además incluyó la donación del material fundador de núcleos de selección de líneas de alto potencial productivo. Mediante la técnica de transferencia de embriones vitrificados, se logró la constitución de núcleos de selección de dos líneas especializadas de conejos para carne, la línea Verde y la línea Rosa en el año 2000.

Paralelamente desde el año 2001, en el marco de un convenio con la Comisión Nacional de Fomento Rural y la Sociedad de Fomento Rural de Ortiz en Lavalleja, se realizaron trabajos de selección en la población de conejos procedente de Proinco, conservada en criaderos de productores asociados, con el fin de establecer una segunda línea materna de origen nacional (Línea Celeste). Esta población se destacaba sustancialmente en los aspectos reproductivos sobre la media nacional de las razas tradicionales en ese momento: Californiana, Neozelandesa y Chinchilla americana.

Es así, que se realizó un proceso de selección del material original importado desde Valencia en la Unidad Experimental de Cunicultura de INIA y en establecimientos de productores sobre la línea Celeste, que posteriormente también sería trasladada a la Unidad de Cunicultura de INIA. Con este trabajo se constituyó una base con diferentes líneas especializadas que permiten la aplicación de esquemas productivos eficientes tanto en los aspectos reproductivos como de crecimiento.

La pobre performance reproductiva de la línea Rosa amenazó la continuidad del núcleo de selección respectivo, por lo que en el año 2008 se realizó una nueva introducción de embriones vitrificados de esta línea

¹INIA Uruguay.

y se incorporó la línea Amarilla. Como se logró una escasa supervivencia de embriones de la línea Rosa, finalmente se realizó una fusión de las líneas Rosa y Celeste, manteniéndose el nombre de la primera y el criterio de selección original de la misma.

Línea Verde (UPV)

Esta es una línea sintética maternal especializada, seleccionada por el criterio único del tamaño de camada al destete (Nº de gazapo/hembra/parto).

Se caracteriza por ser una línea de tamaño medio (4,5 kg de peso vivo) y una alta prolificidad (Figura 1). Entre sus características reproductivas, además de la prolificidad, se destacan la precocidad sexual, la alta frecuencia de celo, alta tasa de concepción, la adaptación a ritmos reproductivos intensos y la gran habilidad materna.



Figura 1. Línea Verde (UPV).

Línea Rosa (UPV)

Esta es una línea utilizada como terminal; el criterio único de selección es la velocidad de crecimiento, medida como la ganancia de peso entre los 32 y 70 días de edad. El programa de selección en este caso

utiliza la selección masal, dada la alta heredabilidad de los caracteres asociados a la ganancia de peso. Los individuos de esta línea poseen un alto peso, pudiendo alcanzar los 7 kg en hembras adultas y 6 kg en machos (Figura 2). Su característica más sobresaliente es la velocidad de crecimiento, que oscila entre los 45 y 53 gramos por día según la estación del año y la etapa fisiológica de los animales. Son animales muy compactos, alcanzando pesos muy superiores a ejemplares de las razas tradicionales o líneas reproductivas de similar edad.

En condiciones de producción comercial, los machos son utilizados en el cruzamiento final para dar velocidad de crecimiento y eficiencia de conversión a los gazapos destinados a faena.



Figura 2. Línea Rosa (UPV).

Línea Amarilla (UPV)

Se trata de la línea maternal más antigua de la Universidad Politécnica de Valencia y una de las más extendidas en Europa a nivel comercial en cruzamientos maternos con la línea Verde. También ha sido seleccionada por tamaño de camada al destete y su objetivo es la producción de madres híbridas, en cruzamiento con la línea Verde (Figura 3).



Fig. 3. Línea Amarilla UPV.

Línea Celeste (INIA-CNFR)

Originalmente la población fundadora proviene de un programa de producción desarrollado sobre la base de la raza Neozelandesa con diferentes grupos de especialización productiva. El programa de selección aplicado en la formación de esta línea, utilizó como criterio único el tamaño de camada al destete y metodología similar a la línea Verde.

Se caracteriza por ser una línea de tamaño medio (4,5 kg de peso vivo) y una prolificidad elevada. También se destaca por su adaptación al medio, ya que ha tenido un gran número de generaciones en nuestras condiciones de producción.

Su finalidad era utilizarla como línea abuela en la producción de madres híbridas (Celeste x Verde) que serían empleadas en el futuro para la producción comercial con el esquema de cruzamientos de tres vías. Luego de seis generaciones de selección y tras la importación de la línea Amarilla, se discontinuó el proceso de selección en esta línea.

PROGRAMA DE SELECCIÓN DE LA LÍNEA VERDE EN URUGUAY

El núcleo desarrollado en Uruguay mantuvo como único criterio de selección el tamaño de camada al destete. Se realizó una evaluación genética anual por medio de la

utilización de un modelo animal (BLUP), apuntando a que las conejas tuvieran 3 partos para aumentar la precisión de la estimación. Luego de cada evaluación genética en base a la Diferencia Esperada en la Progenie (DEP) para número de gazapos destetados por hembra y parto (DEP NGD), se seleccionaban las hijas e hijos de las mejores madres que serían los padres de la nueva generación. Asimismo, con el fin de no incrementar la consanguinidad se combinaban las diferentes líneas de origen de los padres.

En la última evaluación (año 2011, décima generación), se evaluaron en total 1.353 animales, 886 madres, con un promedio de 2,89 destetes. El modelo utilizado y los parámetros genéticos fueron los recomendados por el equipo técnico de la UPV. Se corrigió por los efectos fijos del grupo contemporáneo año-estación (26 niveles en el último año), estado de la lactancia (4 niveles), y por los efectos aleatorios: permanente de la coneja y del animal. Se descartaron los datos con destetes igual a cero debido a que se consideraban «desastres naturales» debidos a problemas de manejo o sanitarios y no a causas genéticas. De esta forma, el número de gazapos destetado promedio fue de $7,7 \pm 2,5$. En la Figura 4, se presentan los animales evaluados por generación. El promedio fue de 123 animales evaluados por generación, notándose un aumento en las primeras generaciones (hasta la cuarta), donde el número de animales tiende a estabilizarse con oscilaciones debidas principalmente a razones de manejo.

Desempeño reproductivo: resultados fenotípicos

En la Figura 5, se observa la evolución desde el año 2002 hasta el 2011 del desempeño reproductivo de las conejas en el núcleo de selección (NLV). El promedio a través de los años fue de $7,51 \pm 2,77$ gazapos destetados por coneja por parto, sin embargo se observa una gran variación del desempeño reproductivo en los diferentes años-trimestre. El descenso registrado en el año 2010 se debió principalmente a factores de manejo, que pudieron ser corregidos al año siguiente.

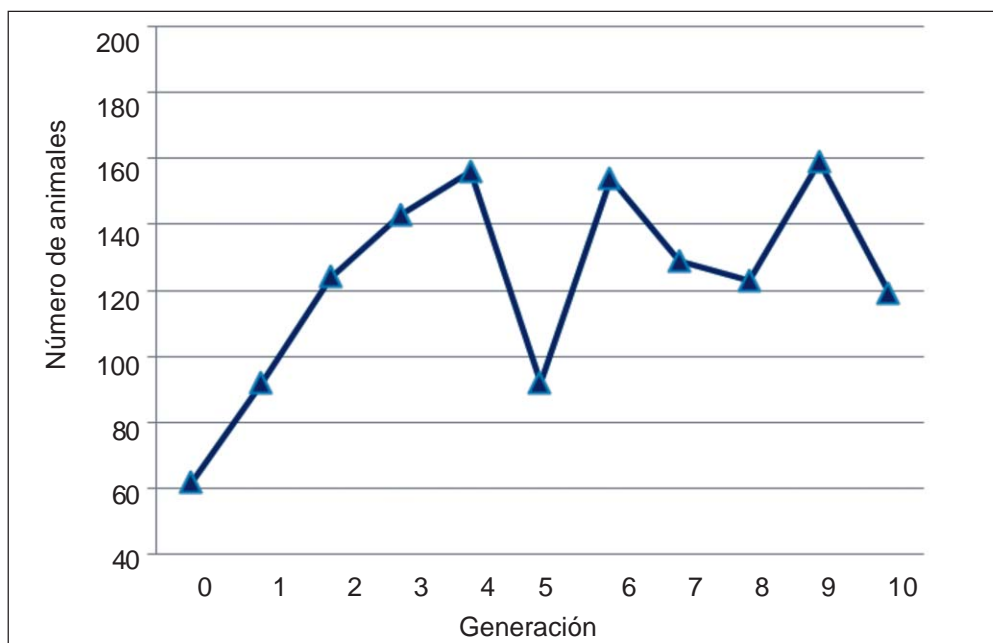


Figura 4. Animales evaluados por generación.

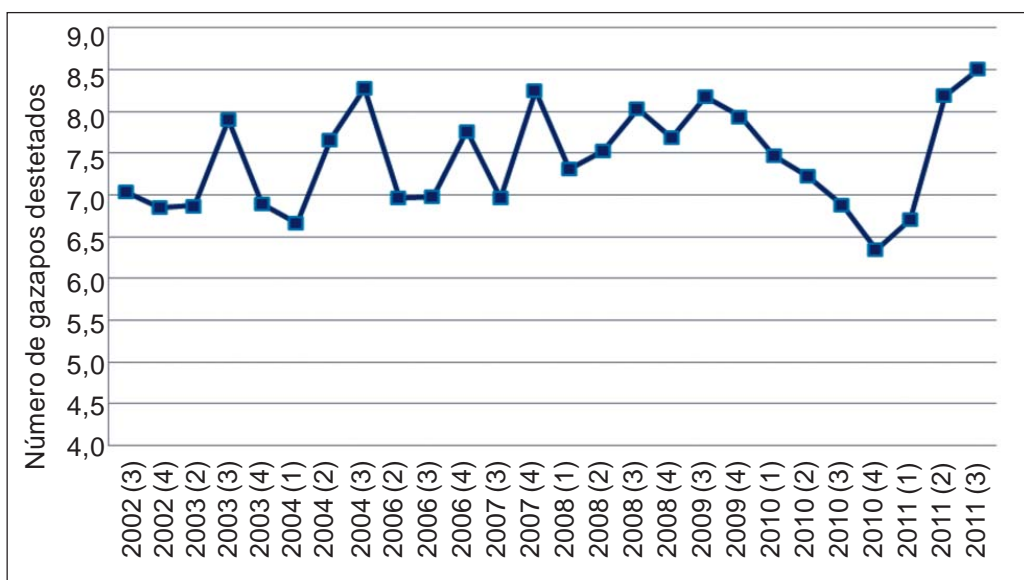


Figura 5. Número de gazapos destetados por Año-Trimestre.

Resultados de la mejora genética

En la Figura 6, se presenta la tendencia genética lograda desde la generación 0 a la 10 (correspondiente aproximadamente a los años 1999 a 2010). La respuesta genética lograda fue de 0,062 gazapos destetados por camada y por generación.

Esta respuesta estimada por BLUP-REML, se encuentra entre los valores citados por Baselga et al. (en esta publicación) obtenidos por varios estudios (Estany *et al.*, 1989; Rochambeau *et al.*, 1994; Gómez *et al.*, 1996). Estas tendencias reflejan el correcto trabajo realizado en estos años, demostrando que se pueden lograr progresos interesantes incluso en poblaciones reducidas.

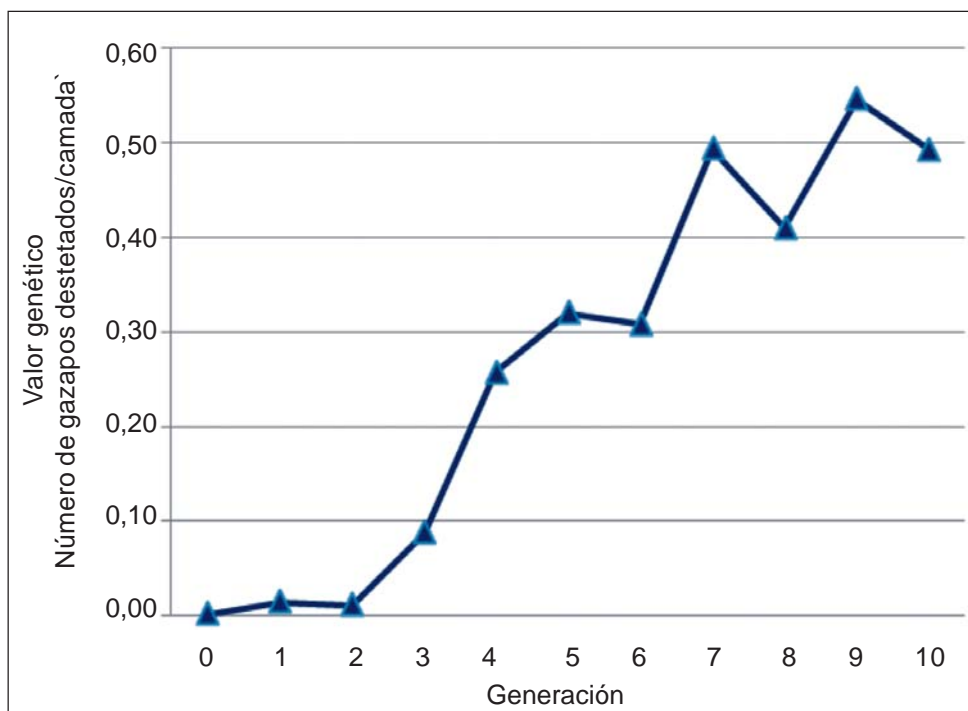


Figura 6. Tendencia genética para el número de gazapos destetados por camada.

Consanguinidad y número efectivo

Como se mencionó anteriormente, se realizó un esfuerzo adicional con el fin de controlar los apareamientos consanguíneos dentro del núcleo. Originalmente se manejaron 25 líneas de padres. Estas se mantuvieron hasta la generación 10 con al menos una coneja por línea. En esta última generación ($n=119$), el promedio fue de 4.8 hembras por línea de padre (4 %), con un mínimo de una y un máximo de 10 hembras (0,8 y 8,4 %, respectivamente). La disminución de la cantidad de hembras por línea en general se debió a problemas de manejo y posibles errores en la correcta identificación de la línea de origen.

En la Figura 7, se presenta la variación de los coeficiente de consanguinidad (F) y parentesco (f) promedio a través de las diferentes generaciones. Las tasas de consanguinidad (ΔF) y de parentesco (Δf) por generación fueron de 0.00507 y 0.00424, respectivamente. Basándose en estos coeficientes el número efectivo (N_e) de la población de acuerdo con Falconer y Mackay (1996) sería de 118 y 99, respectivamente. De acuerdo con lo propuesto por Pérez-Enciso (1995), basándose en la regresión del Logaritmo natural de $(1-F)$ con la generación (pendiente $b=-0.00515$) el N_e sería de 97. Si bien se ha incrementado la consanguinidad y el parentesco con el correr de las generaciones, estos son tolerables y no han redundado en un descenso marcado del N_e .

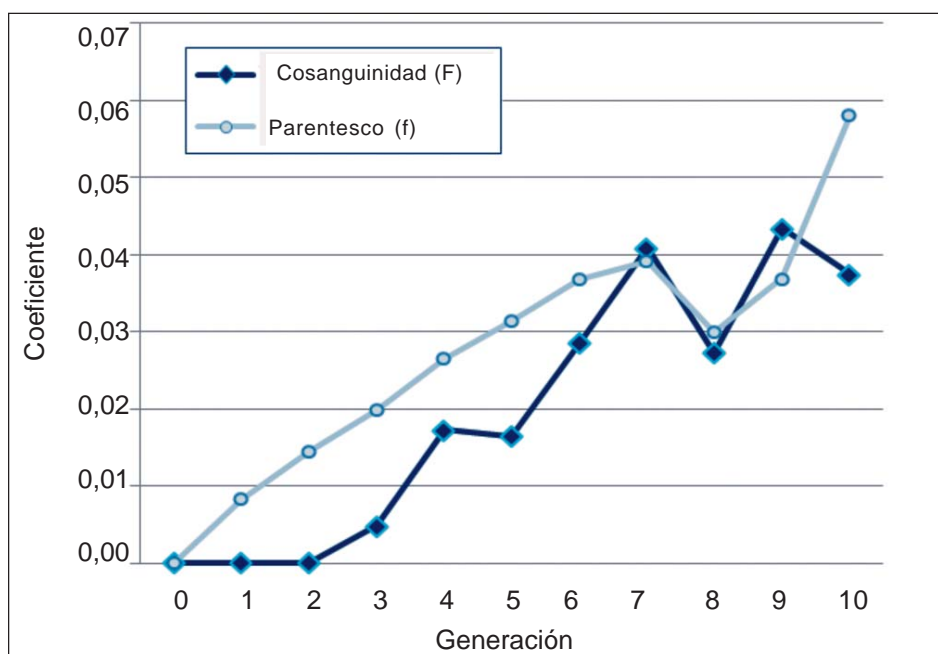


Figura 7. Coeficientes de consanguinidad (F) y parentesco (f) promedio por generación.

Organización y difusión de la mejora

Bases de la propuesta

Cuando se introdujeron por primera vez las líneas sintéticas procedentes de la Universidad Politécnica de Valencia se concibió una estrategia de corto plazo, basada en la utilización de las líneas Verde y Rosa en cruzamiento simple, combinada con una meta de largo plazo consistente en la utilización de cruces a tres vías con el uso de las líneas españolas más la incipiente línea Celeste de origen nacional.

La posterior introducción de la línea Amarilla permitió acortar el camino y ofrecer dos posibilidades al productor, en función de su experiencia y escala de producción: la cruce simple Rosa x Verde y la triple cruce Rosa x (Amarillo x Verde).

La propuesta de la cruce simple se consideró especialmente recomendable para productores que se inician en la cunicultura y que poseen una plantel de pequeño tamaño. Consiste en el cruzamiento simple, utilizando madres de la línea Verde y padres de la línea Rosa (Figura 8). Todos los gaza-

pos producidos se destinan, en este caso, a la faena; el productor no produce sus propios reproductores para la reposición o crecimiento de su plantel, sino que se abastece de hembras Verde y machos Rosa.

En el mediano plazo o en el caso de productores experimentes y con planteles de un tamaño que lo justificara, se procuró explotar las ventajas del cruzamiento a tres vías, es decir aprovechar la heterosis de las características reproductivas, con madres híbridas producto del cruzamiento de dos líneas maternas (Amarilla x Verde), y la velocidad de crecimiento de la línea Rosa, utilizada como macho para el cruzamiento terminal (Figura 9).

Para proveerse de reposición se recomienda la adquisición de hembras de la línea Verde y al menos un macho de la línea Amarilla para producir hembras cruce para el plantel. Estas hembras cruce o «híbridas» serán servidas por un macho terminal de la línea Rosa para obtener los gazapos destinados a faena. En esta situación el productor debe abastecerse solamente de una parte de sus reproductores, ya que él mismo produce la mayor proporción de las hembras que necesita para su plantel.

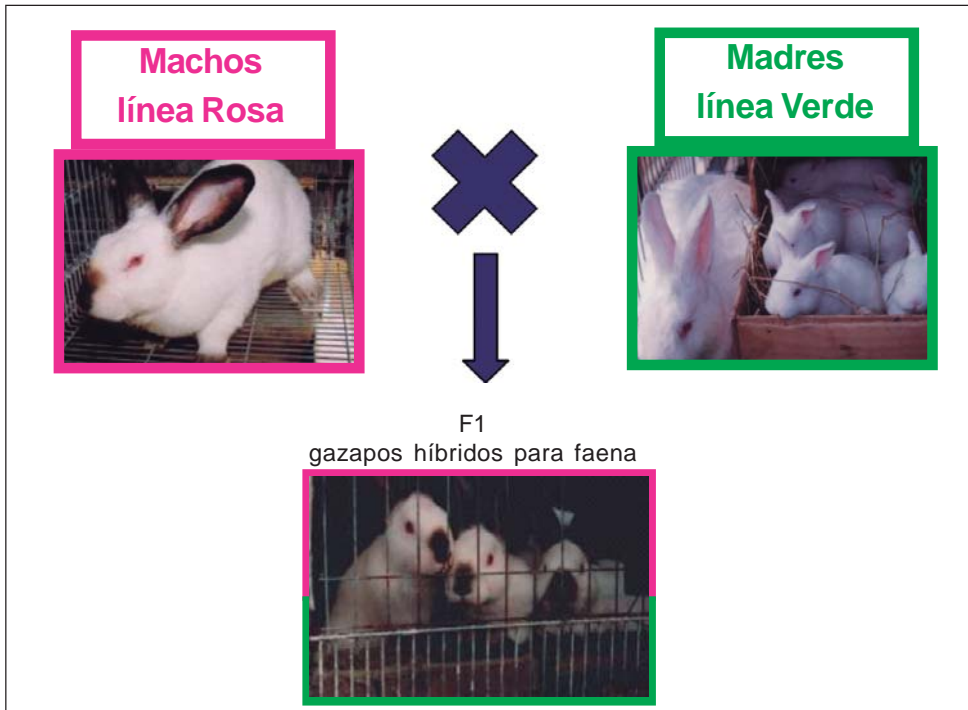


Figura 8. Cruza simple entre dos líneas.



Figura 9. Esquema basado en la triple cruza.

Adopción de la mejora genética

El proceso de difusión de la propuesta tecnológica relacionada a la disponibilidad de una base genética de alto potencial productivo y la consiguiente respuesta de adopción (o rechazo) por parte de los cunicultores uruguayos no tuvo una trayectoria lineal, sino que mostró facetas diferentes, condicionadas por la evolución de la cunicultura nacional y las expectativas con respecto a su consolidación como medio de vida para los productores. Si bien en su momento no se valoró la necesidad de documentar los avances o de someter el proceso a una evaluación basada en datos objetivos, parece oportuno relatar algunos acontecimientos para que la experiencia uruguaya pueda ser aprovechada.

La primera introducción de las líneas genéticas originarias de la Universidad Politécnica de Valencia fue acogida con dudas por parte de los productores, en relación a su adaptación a las condiciones de producción prevalentes en el país. Con el acompañamiento de técnicos de una agencia de extensión gubernamental, la Junta Nacional de la Granja (JUNAGRA) se programó una instancia de validación en predios de cunicultores, donde se evaluó el comportamiento reproductivo de la línea Verde y el desempeño productivo de individuos cruce Rosa x Verde en comparación con los tipos genéticos que utilizaban los productores, mayoritariamente cruzamientos asistemáticos entre individuos de las razas Neozelandés, Californiano y Chinchilla. Los primeros resultados no fueron auspiciosos, en contraste con los que se obtenían en la Unidad Experimental de Cunicultura de INIA. En particular el desempeño de la línea Verde no mostraba ventajas con respecto a la genética tradicional, aunque los productores rápidamente quedaron impresionados por el desempeño de la descendencia de la línea Rosa en cuanto a velocidad de crecimiento y eficiencia de conversión del alimento. Ya a partir de ese momento quedó establecida una fuerte demanda por reproductores machos de la línea Rosa.

Analizando las posibles causas del desempeño sub-óptimo de las hembras de la línea Verde, se estableció que el error había

sido introducir los animales a las granjas a una edad demasiado próxima al inicio de la vida reproductiva, sin que tuvieran posibilidades de adaptación al nuevo ambiente y a su particular carga de potenciales patógenos. En coordinación con los técnicos de la UPV se promovió, a partir de esa experiencia, la entrega de reproductores a una edad máxima de 90 días y con un peso vivo máximo en el entorno de los 2,5 kg.

Entre las pautas de manejo recomendadas para las líneas genéticas se hizo especial énfasis en este aspecto (García *et al.*, 1999), que fue ratificado posteriormente en una actualización de las recomendaciones para el mejor manejo de los reproductores, publicada en 2011:

«Las medidas que el cunicultor debe tomar comienzan desde la adquisición misma de los reproductores. Es común que la ansiedad por un rápido retorno de la inversión realizada lleve a preferir la compra de reproductores que ya se encuentren en edad de servicio, lo cual en ocasiones puede generar dificultades. La experiencia indica que cuando los animales son trasladados requieren un tiempo para su adaptación al nuevo ambiente. En este aspecto, la adaptación no es únicamente un proceso de acostumbramiento a nuevos locales, jaulas, ruidos, olores, alimentación y manejo, sino también un proceso fisiológico que implica la adquisición de inmunidad contra cepas de patógenos locales, en especial cuando estos animales integrarán una unidad productiva que ya está en funcionamiento y por lo tanto con animales preexistentes.» (Blumetto y Capra, 2011)

Corregida esta importante clave del manejo y ajustadas las recomendaciones para sacar provecho del potencial productivo de las líneas introducidas, se inició una etapa de activa difusión de la genética, que acompañó un momento de expansión de la cunicultura y de incremento en el número de cunicultores. Para inicios del año 2004 la demanda de reproductores superaba las posibilidades de producción de la Unidad Experimental de Cunicultura, por lo que se instrumentó un convenio con productores que asumirían el rol de multiplicadores. Se sumó el

interés de productores argentinos por introducir las líneas a su país y actuar también como multiplicadores de la genética INIA.

Lamentablemente en diciembre de 2004 se produjo en Uruguay un brote de Enfermedad Hemorrágica Viral del Conejo (EHVC), enfermedad de la que no se registraba ningún antecedente en el país, circunstancia que afectó profundamente la trayectoria ascendente de la cunicultura uruguaya. También determinó el cierre del mercado argentino para reproductores y todo producto derivado del conejo de origen uruguayo. Si bien las medidas de control de la enfermedad adoptadas por la Dirección de Sanidad Animal del MGAP (basadas en la aplicación de rifle sanitario en los criaderos afectados y la vacunación obligatoria), resultaron rápidamente efectivas, la cadena productiva y comercial cunícola no logró restablecer por completo las condiciones necesarias para su consolidación. Hubo un generalizado abandono de la actividad por parte de los cunicultores, lo que determinó una reducción en la demanda por reproductores.

A pesar de estas circunstancias desfavorables, se logró mantener un flujo razonable de venta de reproductores, que permitió una relativamente amplia difusión de la genética puesta por INIA a disposición de los productores. Un trabajo de investigación orientado a caracterizar las condiciones de producción de conejos para carne en Uruguay, permitió establecer que un 68 % de los productores cunícolas disponían de reproductores de la línea Verde procedentes de INIA (Amoza *et al.*, 2008).

A partir de la introducción de la línea Amarilla definitivamente se consolidó una estabilidad en la demanda de reproductores, ante la posibilidad de generar la reposición en el propio criadero que definió bases sólidas para la utilización más generalizada de la nueva propuesta. Entre 2008 y 2010 la venta de reproductores se multiplicó por 2,4 y la de machos de las dos líneas (Amarilla y Rosa) por 3,3.

En el año 2012, INIA tomó la decisión de ofrecer los núcleos de selección, derivados de las líneas genéticas introducidas desde España, a instituciones académicas u organizaciones sin fines de lucro que estuvieran interesadas en dar continuidad a los trabajos de mejoramiento genético. Se consideró que se había cumplido la meta de poner a disposición de la cadena cunícola uruguaya un producto tecnológico (las líneas genéticas) con alto potencial productivo, una metodología de selección validada y con pruebas fehacientes del progreso genético logrado, así como un conjunto de tecnologías de manejo reproductivo, nutricional y sanitario capaces de permitir la expresión de las capacidades potenciales de las líneas en un esquema definido de cruzamientos. En diciembre de 2013 se concretó la adjudicación de los núcleos (en una cesión en comodato) a una ONG, a la que se continúa apoyando técnicamente para propiciar la consolidación del emprendimiento y contribuir al cumplimiento de sus fines sociales.

BIBLIOGRAFÍA

- AMOZA, C.; LUSARDO, R.; OLIVER, L.** 2008. La explotación de la cunicultura y su fomento en el Uruguay. Montevideo: Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República, 170 p.
- BLUMETTO, O.; CAPRA, G.** 2011. Recomendaciones para el manejo de líneas genéticas de alto potencial en conejos para carne. Actualización 2011. Canelones: INIA: Jornada Anual de Cunicultura, 1 de octubre de 2011. (Serie Actividades de Divulgación, 656).
- GARCÍA, M.L; VICENTE, J.S.; TORRES, C.** 1999. Difusión del material genético en cunicultura. Hoja de Divulgación de Producción Animal. Cunicultura, 26: 5 p.
- PEREZ-ENCISO, M.** 1995. Use of the uncertain relationship matrix to compute effective population size. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 112: 333-340.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C.** 1996. Introduction to quantitative genetics. New York: Longman, 463 p.