

Evaluaciones Genéticas de Ovinos en Uruguay: *desde el tatuaje a la genómica*

Ing. Agr. Gabriel Ciappesoni, Ph.D. (INIA)

Ing. Agr. Diego Gimeno (SUL)

Ing. Agr. Fernando Coronel (SUL)

Introducción

En la actualidad son numerosas las Evaluaciones Genéticas que se llevan a cabo en Uruguay, encontrándose nuestro país en un sitio de privilegio a nivel mundial. Varios han sido los hitos históricos que condujeron al desarrollo de las mismas. Dentro de ellos podemos citar la creación de la Comisión Honoraria de Mejoramiento de la Producción Ovina, entre los años 1934 y 1936 en el seno del Ministerio de Industria, siendo posteriormente (1967) incorporada como Departamento al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL). Esta Comisión implementó el sistema de tatuajes simples y dobles para identificar animales superiores en nuestras majadas. Si bien es difícil cuantificar el progreso genético debido a la aplicación de este sistema, se reconoce el aporte que ha tenido esta herramienta en especial en los primeros 15-20 años de su utilización (Gimeno y Cardellino, 2006).

En el 1969, con el fin de ofrecerle a la cabaña Nacional una herramienta más efectiva, el SUL implementó el servicio de Flock-Testing. De esta manera se comenzaron a incluir al momento de la selección de los reproductores información de datos objetivos (por ejemplo: peso del vellón, diámetro de la fibra, etc.), comparables dentro de un mismo grupo (lote) de manejo. Esta herramienta ha tenido una gran adopción en nuestro país por las principales cabañas de razas laneras y doble propósito. El Flock-Testing no ha sido sólo una muy buena herramienta para la selección sino que también ha servido como base para la creación de sistemas más potentes de evaluación genética.

De esta manera, es que varias razas a mediados de la década de los 90 del siglo pasado, comenzaron con la evaluación de carneros provenientes de diferentes cabañas a través del desempeño de su progenie en las denominadas Centrales de Prueba de Progenie (CPP). Muchas de estas CPP sirvieron como semilla para el desarrollo de las Evaluaciones Genéticas Poblacionales (EGP). Estas EGP son las que permiten generar las **Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP)** para las principales características de interés económico para todos los animales de la población. Esto no sólo permite la evaluación de los padres utilizados, sino también de todas las progenies machos y hembras y de sus madres, constituyéndose en una herramienta fundamental para la selección de los animales, de forma segura, eficaz, rápida y por sobre todo, dirigida a la meta propuesta de aumentar el beneficio económico de productores y cabañeros, atendiendo los requerimientos de las industrias textil y cárnica y de los consumidores.

¿Qué ventajas tiene las DEP en relación al Flock Testing ?

Las comparaciones que realizamos en las planillas de Flock Testing son entre animales dentro de una misma cabaña, el mismo año y que tuvieron igual manejo. Por ejemplo los borregos machos nacidos en una cabaña en el año 2009 criados juntos en pradera. En cambio las DEP nos permiten comparar animales nacidos en diferentes cabañas, criados en distintas condiciones y a su vez nacidos en diferentes años. Esto nos amplía sustancialmente la cantidad de animales que podemos comparar para seleccionar.

Además, para el cálculo del Flock Testing se utiliza sólo la información de producción del animal (peso de vellón, diámetro, peso el cuerpo), mientras que para las DEP se considera toda la información de producción de los parientes (padre, madre, medios hermanos, etc.) corrigiendo a su vez los datos por las diferentes oportunidades que han tenido los animales (grupo de manejo, edad, época de nacimiento, etc.), lo cual permite mejorar la estimación del valor genético de un animal.

Otro hito importante a destacar, aunque todavía no figure en los libros de la historia ovina, es el desarrollo por parte del SUL (diciembre del 2004) de un software llamado “SULAR – Módulo del Productor”. Este programa facilita el ingreso de datos de las cabañas que integran las diferentes EGP. Este software también proporciona planillas de campo de los diferentes eventos a registrar, permite enviar la información vía correo electrónico al SUL para ingresarla a la base de datos, envío de la información de los animales pedigrí a ARU, etc. Periódicamente se desarrollan nuevas versiones de este programa para adaptarlo a la demanda de las cabañas y de los sistemas de evaluación.

Desde el año 2005, las EGP se realizan bajo el marco del Convenio “Sistema Nacional de Mejoramiento Genético Ovino” firmado entre la Asociación Rural del Uruguay (ARU), la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Estas dos últimas instituciones son las responsables de la realización de las mismas. En la actualidad se dispone de EGP para las razas: Corriedale, Ideal, Merilin, Merino Australiano, Romney Marsh y Texel. Una cabaña de la raza sintética Highlander comenzó la toma de registros en el 2010 y la raza Hampshire Down empezaría en 2011 con 2 cabañas. Asimismo, otras razas (por ejemplo Poll Dorset y Merino Dohne) están interesadas en comenzar con el desarrollo de su EGP. A continuación se presenta una breve reseña del desarrollo de las evaluaciones genéticas en cada raza.

- **Corriedale**

En 1994, se pone en funcionamiento la primera CPP de la raza Corriedale, “Dr. Alberto Gallinal” que se desarrolla en la estancia El Tornero. En 1995 se suma una segunda CPP, “Dr. Pedro A. Narbondo” que se desarrolla en la estancia La Tapera, siendo actualmente la única operativa. El sistema de evaluación genética para la raza Corriedale, fue desarrollado por el SUL en 1999, y su implementación se llevó a cabo en el 2000 en forma conjunta con la Sociedad de Criadores, involucrando en ese año a las dos CPP y tres cabañas. En el año 2002, gracias al apoyo económico del INIA (LIA 058) se incorporan 10 cabañas. En la presente evaluación (progenie 2009) se cuenta con más de 60.300 animales evaluados y 26 cabañas, para el próximo año se espera que este número ascienda a 42 cabañas, gracias a la difusión y el apoyo de la Sociedad de Criadores.

- **Ideal**

Desde el año 1997, la Sociedad de Criadores de Ideal del Uruguay comenzó con el desarrollo de varias CPP, con la asistencia técnica del SUL y del INIA. Estas fueron: San Ramón (1997-2000), La Orilla (2000), San Lorenzo (2000) y Rincón de Francia (2001). Los resultados se publicaron anualmente en los catálogos de la Prueba de Progenie de la Raza Ideal. En el año 2002, se suman a este Prueba cinco cabañas productoras de la raza, que mediante la utilización de carneros de referencia con las CPP, hicieron posible la conexión necesaria para realizar una EGP, que considere a todas las cabañas participantes y a las CPP como una sola población. En el año 2009 se agrega una nueva CPP en el Establecimiento Santa Ana Oriental en el Departamento de Florida. Este año se evaluaron en total unos 122 padres y más de 8.760 animales.

- **Merilin**

Desde el año 1994, la Sociedad de Criadores de Merilin del Uruguay desarrolló una CPP con la asistencia técnica del SUL. Entre los años 1994 y 2000 se realizaron evaluaciones genéticas de esta CPP, en el último año se conectó a esta evaluación la cabaña Los Macachines. En el 2001 culminó la evaluación. En el año 2008, la Sociedad de Criadores junto al INIA y al SUL deciden diseñar un esquema de conexiones entre las cabañas

interesadas en participar en una EGP. Finalmente a fines del año 2009, se realizó la primera EGP, donde participaron 5 cabañas. Este año se evaluaron 26 padres y 2.000 animales, pertenecientes a 6 cabañas. En el 2011 serán 7 las cabañas evaluadas.

- **Merino Australiano**

Entre los años 1995 y 2000, la Sociedad de Criadores Merino Australiano del Uruguay (SCMAU) desarrolló las CPP, con la asistencia técnica del SUL. Posteriormente, en el marco del Proyecto Merino Fino (PMF- Fase I) llevado adelante desde el año 1998, por la SCMAU, el INIA y el SUL, se forma, con aportes de vientres de productores y el uso mayoritario de semen importado, el Núcleo Fundacional de Merino Fino (NFG) en la Unidad Experimental “Glencoe” de INIA Tacuarembó. En el año 2001, se suman al PMF Fase I, siete cabañas productoras de Merino Australiano, las cuales mediante la utilización de carneros de referencia con las CPP y el NFG, hicieron posible realizar la primera EGP.

Hasta el momento han participado de la evaluación 24 cabañas, evaluándose unos 493 padres, donde 204 de estos disponen de evaluación genética como borregos (nacieron dentro del sistema), y más de 38.370 animales. En la actualidad son 13 las cabañas conectadas.

- **Romney Marsh**

La evaluación genética de la raza comenzó en el año 2004 mediante la conexión de 5 cabañas. Hasta el momento se han evaluado 43 padres, publicándose las DEP de las principales características de interés económico para la producción de lana y carne, generados a través de la evaluación de la producción de más de 4.260 animales y de la información genealógica de 6.342 animales. En la actualidad son 3 las cabañas conectadas.

- **Texel**

Desde el año 2005 al 2007 se realizaron algunos intentos para conectar las diferentes cabañas para poder comenzar con una EGP. Sin embargo, por diversas razones al no poderse concretar estas conexiones se le entregaron a los cabañeros, por parte de INIA, evaluaciones intramajada. En el año 2008, la Sociedad de Criadores, asesorada por técnicos del SUL y del INIA, decide formar una central de prueba de progenie, con el fin de facilitar la conexión entre cabañas interesadas en participar en la EGP. Es así que se forma el Centro de Conexiones Texel (CCT), en el establecimiento “La Aripuca” en las proximidades de Tupambaé, donde cada una de las cabañas participantes tiene la posibilidad de enviar un carnero el cuál trabajará a su vez en la cabaña el mismo año. En los años 2008 y 2009, el CCT recibió en total 10 carneros de diferentes cabañas. El CCT funciona como una cabaña más dentro de la evaluación genética, brindado además el gran potencial de poder ser objeto de proyectos de investigación, como los son los asociados a calidad de carne desarrollado por técnicos de INIA-Tacuarembó. En la última evaluación (progenie 2009), se evaluaron 28 padres y más de 3.100 animales, provenientes de 5 cabañas y de la CCT. Para la generación 2010 se agrega una nueva cabaña.

- **Frisona Milchscharf**

Desde el año 2005 se realiza la evaluación genética de la majada de INIA Las Brujas. Los registros utilizados para la evaluación provienen desde el año 1995. Las características evaluadas son: la producción de leche, el peso al destete y la habilidad materna. Para producción de leche se llevan evaluados más de 1.300 animales y 12.200 controles lecheros. La evaluación de peso al destete cuenta con más de 2.500 animales y 2.000 datos productivos. La tendencia genética anual observada para la producción de leche desde el año 1995 al 2007 en hembras fue de 2.13 litros de leche/150 días, representando un progreso del 1.9% anual.

Un crecimiento sostenido

En la última década y muy especialmente en los últimos años se ha observado un crecimiento exponencial del número de cabañas participantes en las evaluaciones genéticas (Fig. 1) y del número de animales registrados (Fig. 2). Esta situación, permitirá sin dudas, a través de una base genética más amplia y usando tecnología de avanzada, un mayor progreso genético en caracteres de importancia económica en los sistemas de producción ovina del país que utilizan las razas evaluadas. El incremento se ha dado también en las características registradas y evaluadas (con DEP). En el Cuadro 1 se observa el número total de registros de las principales características por raza, en fondo gris se indican las características que disponen de DEP. Adicionalmente, las razas Corriedale y Merino cuentan con índices de selección. Las diferencias del número de registros dentro de una raza se debe a que algunas características al no ser obligatorias las registran sólo algunas cabañas o Centrales de Prueba. En estos años se han acumulado más de un millón de datos de diferentes características objetivas y subjetivas, en la pasada progenie 2009 se realizaron cerca de 160.000 registros de las características presentadas en el Cuadro 1.

Figura 1. Número de cabañas evaluadas por raza para las progenies 1994-2009 en las EGP.

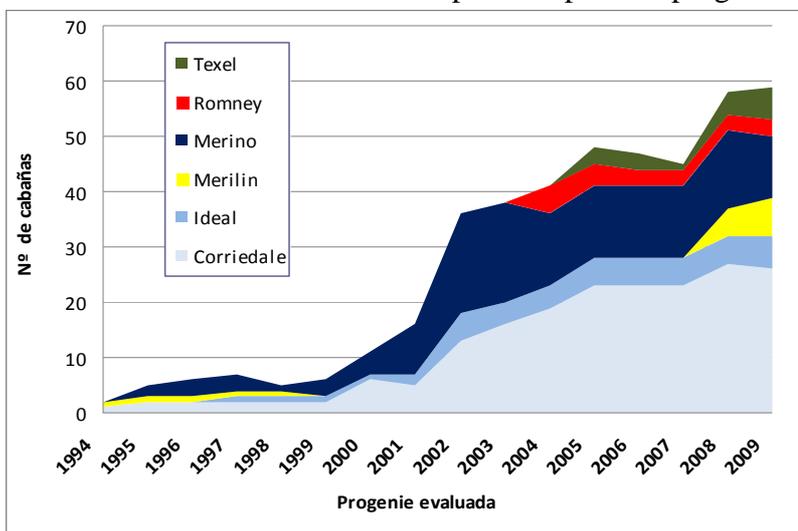
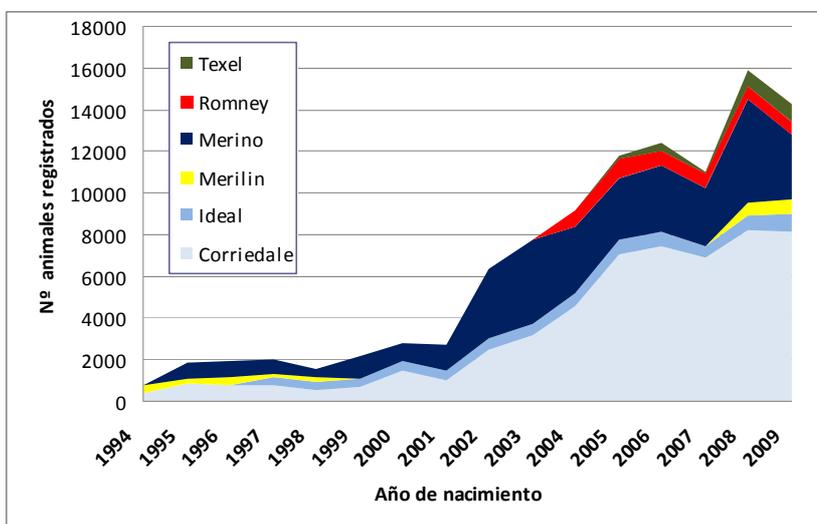


Figura 2. Evolución del número de animales registrados por raza nacidos entre los años 1994 y 2009 en las EGP.



Cuadro 1. Principales características registradas por raza (progenies 1994-2009) en las EGP

Caract.	Corriedale	Ideal	Merilin	Merino	Romney	Texel	TOTAL
PVN	23.552	1.867	0	4.981	86	1.163	31.649
PVD	48.474	7.150	1.281	26.139	4.342	1.511	88.897
PVR	45.030	194	1.040	1.960	2.950	1.494	52.668
PVE	46.959	6.106	2.557	29.267	3.529	0	88.418
PV AOB	0	5.961	0	0	3.660	1.377	10.998
AOB	0	5.742	0	0	3.653	1.366	10.761
EG	0	5.739	0	0	3.653	1.366	10.758
HPG1	13.194	480	635	13.258	0	0	27.567
HPG2	11.697	457	635	11.333	0	0	24.122
CV	46.115	6.366	2.492	28.405	3.310	1.592	88.280
LC	46.076	6.357	2.491	28.395	3.255	108	86.682
Pigm.	44.497	6.021	1.430	27.081	3.255	127	82.411
Cal.Vell.	39.132	5.057	1.580	24.294	2.942	105	73.110
PVS	47.501	6.228	2.538	29.849	3.427	0	89.543
Rend.	46.886	6.247	2.552	29.459	0	0	85.144
DF	47.039	6.247	2.552	29.986	0	0	85.824
CV DF	43.125	4.577	1.140	25.519	0	0	74.361
F30.5	43.125	4.577	1.140	24.839	0	0	73.681
LM	47.046	6.247	2.551	28.836	0	0	84.680
Y	2.844	0	1.140	3.188	0	0	7.172
Y-Z	2.843	0	1.132	3.104	0	0	7.079
TOTAL	645.135	91.620	28.886	369.893	38.062	10.209	1.183.805
Animales evaluados	60.327	8.762	2.000	38.372	6.342	3.113	118.986

Nota 1: Peso vivo nacimiento (PVN), al destete (PVD), a la recria (PVR), a la esquila (PVE), y al ultrasonido (PV AOB). Área ojo de bife (AOB), espesor de grasa subcutánea (EG); huevos por gramo (HPG); Clasificación visual (CV); lana en la cara (LC); Score de pigmentación (SP); Calidad del Vellón (Cal.Vell.); peso vellón sucio (PVS); rendimiento al lavado (Rend., se publica la DEP de peso de vellón limpio); diámetro de fibra (DF); coeficiente variación del DF (CV DF); factor de confort (F30.5); largo de mecha (LM); color: luminosidad (Y); grado de amarillamiento de la lana (Y-Z).

Nota 2: Las características en fondo gris por raza son las que cuentan con DEP.

Tendencias Genéticas

En todo Programa de Mejoramiento Genético es importante monitorear el progreso genético y verificar si está siendo exitoso o es necesario realizar correcciones. Una manera de analizar el cambio genético es graficando el promedio genético por generación de los diferentes caracteres evaluados y estudiar la dirección y velocidad de cambio en cada carácter. El contar con información objetiva acerca de la evolución del valor genético de los animales pertenecientes a una población determinada (ej. animales de una cabaña) a lo largo del tiempo, brinda a los cabañeros y particularmente a sus clientes una poderosa herramienta para valorar los cambios que se producen en esa población y la posibilidad de influir sobre los mismos de acuerdo a los objetivos de selección de cada cabañero. Es así,

que cada vez es más común ver en la publicidad de las cabañas las tendencias de las principales características, como forma de demostrar el trabajo de selección realizado.

Las tendencias genéticas se presentan en la unidad de medición de cada característica, es por esta razón que para poder comparar el progreso en diferentes características se presentan las tendencias en valores porcentuales referidos al promedio fenotípico poblacional. En general se considera que un 2% de progreso genético anual sería el máximo a alcanzar dentro de una cabaña cerrada que seleccione sólo por una característica. En el Cuadro 2 se observan las diferencias ganancias obtenidas en cada raza. Asimismo, dentro de cada raza existen diferentes énfasis en las características a seleccionar dependiendo de los objetivos de cada cabaña. Los progresos logrados son muy importantes, incluso en características con correlaciones genéticas desfavorables (por ejemplo Peso de Vellón y Diámetro de la fibra). Las altas tasas indican un adecuado trabajo dentro de la cabaña y también al seleccionar materiales externos (carneros de otras cabañas o importados).

Cuadro 2. Ganancia genética anual en porcentaje (%) de la media poblacional de las principales características.

Característica	Corriedale	Ideal	Merino	Romney
PVD	+0.83	+0.34	-	+0.99
PVR	+0.80	-	-	-
PVE	+0.59	+0.60	+0.51	+1.19
AOB	-	+0.24	-	+0.43
EG	-	+0.19	-	-0.06
PVS	+0.36	+0.95	+0.37	+1.94
PVL	+0.55	+1.05	+0.72	-
DF	-0.43	-0.10	-0.67	-
LM	-0.04	+0.08	+0.49	-

Nota: Peso vivo al destete (PVD), a la recria (PVR) y a la esquila (PVE); Área ojo de bife (AOB); espesor de grasa subcutánea (EG); peso vellón sucio (PVS) y limpio (PVL); diámetro de fibra (DF); largo de mecha (LM).

La era Genómica

En las últimas décadas mucho se ha investigado a nivel mundial buscando la forma de incorporar información molecular (marcadores en el ADN) que permita acelerar el progreso de los programas de mejora genética. Sin embargo, muy poca de esta información ha sido incluida en programas de mejora genética formales, es decir la denominada “selección asistida por marcadores” (o MAS de su sigla en inglés) ha tenido una muy limitada aplicación. El punto de quiebre sucedió hace no mucho más de un año en los programas de mejora y en las evaluaciones genéticas de ganado lechero de EE.UU. donde se comenzó a incluir la información de un nuevo tipo de marcadores, los SNP (polimorfismos de nucleótido simple o *Single Nucleotide Polymorphisms*). Estos marcadores tienen en su simpleza su fortaleza. Son simples: sólo se identifica el cambio de una letra (nucleótido) por otra. Algunas veces ese pequeño cambio puede afectar directamente al fenotipo (lo que registramos en los animales), en otros casos puede estar cerca del gen que realmente afecta a determinada característica, es decir lo está “marcando”. Son potentes: se pueden analizar de una sola vez miles de marcadores de varios animales. En el caso de ovinos ya está disponible comercialmente un “chip” que permite evaluar más de 54.000 SNP en cada animal. Es así que en los últimos años la investigación mundial en genética se ha dedicado a estudiar la información que pueden

brindar estos marcadores y la forma de como incorporarla en los programas de mejora genética. Es precisamente a esta incorporación la que se denomina **Selección Genómica**.

En ovinos actualmente se están desarrollando dos proyectos que apuntan a la inclusión de esta información molecular a los programas de mejora. Uno de ellos se enfoca a la resistencia genética a parásitos gastrointestinales y es financiado por el primer Fondo Concursable Interno de INIA, y es liderado por INIA. El segundo, que comenzará su ejecución en febrero 2011, se dedicará al estudio de asociación de SNP con caracteres de calidad de la carne y la canal en ovinos. Este último es financiado por el Fondo InnovAgro (ANII-INIA), siendo liderado por Facultad de Veterinaria (UdelaR). Ambos proyectos tienen en común la participación de varias instituciones nacionales (SUL, Facultad de Agronomía – UdelaR, Sociedades de Criadores), y extranjeras (Colegio Escocés de Agricultura – SAC, Reino Unido - Universidad de California, UC Davis - Departamento de Ciencia Animal.).

Con el desarrollo de estos proyectos se estará colocando a la mejora genética ovina uruguaya en un sitio de privilegio y de vanguardia, utilizando herramientas de última tecnología.

Consideraciones finales

El crecimiento exponencial que se ha observado en cantidad de razas, cabañas, animales y características registradas en la última década ha producido en el País una verdadera “revolución” genética ovina. Se observan progresos genéticos muy importantes demostrando el correcto trabajo y el considerable esfuerzo que ha realizado la cabaña Nacional. Asimismo, las Sociedades de Criadores junto con sus instituciones –INIA y SUL - están desarrollando nuevos índices de selección que permitan agrupar las DEP de diferentes características con el fin de maximizar el beneficio económico de los productores. Son varios los retos a futuro, por ejemplo el continuar con estas buenas tendencias incluyendo nuevas características de importancia económica como son las reproductivas (de reciente inclusión en la evaluación de la raza Corriedale). Sin embargo, el mayor reto será transformar los sistemas de evaluación actuales en Programas de Mejora Genética eficientes donde se maximice el progreso en las cabañas y su llegada a las poblaciones comerciales.