

AVANCES EN HERRAMIENTAS DE SELECCIÓN PARA LA CRÍA: PESO ADULTO, CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS E ÍNDICES DE SELECCIÓN

Mario Lema¹

Olga Ravagnolo²

Juan M. Soares de Lima³

RESUMEN

Los programas de mejoramiento genético de una raza tienen como objetivo identificar y promocionar los animales que se adapten a las condiciones de producción existentes y que al mismo tiempo mejoren el beneficio económico de las explotaciones. La mejor herramienta para seleccionar los reproductores es la diferencia esperada en la progenie (DEP/EPD), que son obtenidas para diferentes características, a partir del procesamiento de las evaluaciones genéticas poblacionales. En bovinos para carne el país dispone de evaluaciones genéticas para las razas Aberdeen Angus, Hereford y Braford. Se describe el software SRGen que permite ingresar los registros necesarios para las evaluaciones actuales y registrar los eventos reproductivos del rodeo de forma de obtener evaluaciones genéticas para características reproductivas. Se discute la dirección y la velocidad de la mejora genética en los procesos de selección, siendo realizadas consideraciones sobre el EPD publicado de peso adulto de la vaca. Los índices de selección permiten sintetizar en un solo valor el impacto económico en un sistema de producción. Se describe el proceso de elaboración del índice de selección para sistemas criadores con invernada de vacas de la raza Hereford (INDICE CRIA) y de los procesos que se desarrollan en otras razas. Comentarios sobre la etapa de desarrollo de incorporación genómica a las evaluaciones genéticas de bovinos son realizados.

Palabras clave: bovinos para carne, mejoramiento genético

ABSTRACT

The breeding programme of any breed has the objective of identifying animals that are adapted to the production environment and improve economic benefits, and encourage their use. The best selection tool is the Expected Progeny Difference (EPD/DEP) which is obtained for different traits by the national genetic evaluation systems. Uruguay has genetic evaluation systems in place for Aberdeen Angus, Hereford and Braford breeds. The SRGen software facilitates the data recording for genetic evaluations in general, as well as the reproductive events of the herd in order to obtain the genetic evaluation of reproductive traits. Direction and velocity of genetic improvement by selection are discussed, including some considerations regarding the new EPD for mature weight. A selection index summarises in one value the economic impact in a production system. The process of developing the selection index for calf cow systems (INDICE CRIA) and the current progress

¹Ing. Agr., PhD. Programan Nacional de Carne y Lana, INIA La Estanzuela.

²Ing. Agr., PhD. Programan Nacional de Carne y Lana, INIA Las Brujas.

³Ing. Agr., PhD. Programa Nacional de Carne y Lana, INIA Tacuarembó.

in the other beef breeds are described. Considerations on the incorporation of genomic information to the genetic evaluation are discussed.

Key words: beef cattle, genetic breeding

INTRODUCCIÓN

Los programas de mejoramiento genético de una raza tienen como objetivo identificar y promocionar los animales que se adapten a las condiciones de producción existentes y que al mismo tiempo mejoren el beneficio económico de las explotaciones. Para esto es necesario valerse de información objetiva y precisa sobre los reproductores, que permita tomar decisiones de selección y hacer un uso diferencial de los mismos. Para lograrlo es necesario conocer cuáles son las características económicamente relevantes, disponer de un sistema de captura de información, procedimientos de evaluación genética y por último el uso de la información al momento de la selección.

La mejor herramienta para seleccionar los reproductores es la diferencia esperada en la progenie (DEP o EPD de su sigla en inglés), que estima el desempeño promedio esperado de los hijos de un determinado reproductor en relación a una base de comparación (promedio de la raza o promedio de la cabaña). Los EPDs se expresan como desvíos positivos o negativos en relación a esta base y se obtienen de procedimientos conocidos como evaluaciones genéticas poblacionales. A tales efectos, las sociedades de criadores con la colaboración de INIA y la Universidad de la República realizan esfuerzos importantes en proveer evaluaciones genéticas que brinden esta información. En bovinos para carne el país cuenta en la actualidad con las evaluaciones genéticas poblacionales para las razas Aberdeen Angus, Braford y Hereford. En tanto la raza Limousin se encuentra en etapa de recolección de datos que le permita contar próximamente con una evaluación genética poblacional.

En este proceso es importante reconocer la fortaleza de las sociedades de criadores nacionales en haber promovido en forma consistente la existencia de una sola evaluación

genética por raza, evitando así confusión en la información disponible de los reproductores nacionales.

CAPTURA DE REGISTROS

La materia prima de las evaluaciones genéticas son los registros, entendiéndose por registros la información de identificación individual, genealógica y productiva de los animales. En esta etapa se define la calidad potencial de las evaluaciones genéticas, siendo necesario contar con información completa y precisa para obtener resultados confiables.

Los registros de genealogía son recabados rutinariamente por la Asociación Rural del Uruguay, registrando información de nacimientos, servicios y genealogía de animales pedigree y puro controlado así como de las importaciones realizadas (semen, embriones, animales en pie).

La información productiva es capturada por el Servicio de Reproductores de INIA La Estanzuela, llevándose en forma rutinaria registros de características de crecimiento (peso al nacer, peso al destete, peso a los 15 meses, peso a los 18 meses y peso adulto de la vaca), mediciones de ultrasonografía y de circunferencia escrotal.

Desde 2010 se está realizando en forma no obligatoria, la recolección de datos de reproducción con el objetivo de generar una base de datos que permita obtener una evaluación genética para características reproductivas de hembras, hoy muy pobremente representadas por la circunferencia escrotal. La ausencia de mejores estimadores de la habilidad reproductiva genética de los rodeos se debe a dos factores principales, el primero de ellos es la dificultad de recabar la información necesaria para realizar las evaluaciones genéticas de estas características y en segundo lugar la baja heredabilidad de las características reproductivas, y consecuen-

temente al poner énfasis en la selección de las mismas se obtiene un progreso genético lento. No obstante, dada la relevancia productiva y económica de estas características es necesaria su inclusión en los programas de mejora genética.

A pesar de las limitantes planteadas, las cabañas participantes de las evaluaciones genéticas están enviando información de servicios y de pariciones al Servicio de Reproductores de INIA La Estanzuela. Para facilitar y asegurar la calidad y consistencia de esta información, INIA en conjunto con las sociedades de criadores ha desarrollado un software de registro.

SRGen: UN SOFTWARE PARA FACILITAR EL REGISTRO DE LOS EVENTOS DEL RODEO

El SRGen es un programa desarrollado por INIA que está siendo actualmente usado para el registro de la información reproductiva enviada por los cabañeros hasta la fecha. El mismo se está comenzando a utilizar directamente por los cabañeros este año. Su diseño ha contemplado los diferentes sistemas desarrollados a nivel internacional (BIF, BIOS, Breedplan, ICAR).

Este sistema se basa en un seguimiento de todos los eventos productivos y reproductivos de las vacas a lo largo de su vida, independientemente que la vaca se preñe o no, y donde es importante el registro de los motivos por los que una vaca no se encuentra en el rodeo en determinado momento. Para el cumplimiento del objetivo, es importante también poder distinguir entre un descarte de una vaca por problemas reproductivos o por una oportunidad de venta, u otras razones.

El SRGen se divide en 6 módulos:

Módulo de stock del rodeo. Se definen todas las hembras que están en el rodeo, terneras, vaquillonas, vacas. Es importante en esta instancia detectar los animales que ya no están y declarar el motivo por el cual no se encuentran en el rodeo (venta, muerte, refugio, etc.).

Módulo de padres. Aquí se declaran los toros que van a ser usados en la estación de servicio que se va a comenzar, su nombre, registro genealógico y la información que se tenga de los mismos.

Módulo de servicios. En este módulo se asignan las vacas en stock a ser entoradas en la estación de cría, a los diferentes lotes de entore. Se registra si es entore por monta natural o inseminación y se registran fechas y si hay tratamiento hormonal. Es aquí donde se asigna el toro utilizado con cada vaca y si el servicio cuenta con repaso o no.

Módulo de pariciones. Aquí se registran los nacimientos e identificación de los terneros, se identifica la fecha y dificultad del parto, el sexo y el peso al nacer. Los nacimientos que no tienen servicio/entore correspondiente registrado, podrán ser agregados en esta instancia. Sin embargo, la calidad de dicha información no será considerada igual a la registrada en el módulo 3. Se deberá especificar motivo por el cual vacas con servicio registrado no tienen parto.

Módulo de destete. En este módulo se registran las pesadas al destete de los terneros y de sus madres junto con su condición corporal. Aquí es relevante mantener una estricta identificación de códigos y lote de manejo ya que la definición de grupo contemporáneo para esta característica se definirá aquí. Se debe recordar la necesidad de contar en el mismo grupo contemporáneo de hijos de por lo menos dos toros sujetos al mismo manejo y en el mismo lote, evitando que tengan más de 90 días de diferencia de edad.

Módulo pesadas pos destete y circunferencia escrotal. Aquí se registrarán las pesadas de los 15 y 18 meses así como la circunferencia escrotal. Al igual que en el módulo anterior es necesario una correcta identificación de manejo y lote para poder asignar los grupos contemporáneos adecuadamente.

Otras aplicaciones que dispondrá el software son un módulo de diagnóstico de gestación, la generación a partir de los listados de servicios y nacimientos de las declaraciones juradas de servicios así como el re-

gistro de nacimientos para ARU, así como reportes que resuman los manejos realizados en el rodeo.

El SRGen permitirá registrar la información actualmente utilizada en las evaluaciones genéticas así como la información reproductiva a incorporar. A medida que se disponga de una base de datos completa con información de varios años, se podrán analizar nuevas características como preñez en vaquillonas, capacidad de permanencia de los vientres en el rodeo, longevidad, u otras. A partir de ellas será posible generar nuevos índices que optimicen el retorno económico de las decisiones de selección.

EVALUACIONES GENÉTICAS

Desde el inicio del proceso de evaluaciones genéticas se verifica un crecimiento sostenido en el número de cabañas y de animales que participan de las mismas. Considerando el período 1990-2010 las cabañas que participaron de evaluaciones genéticas se multiplicaron por 3,5 y los animales se triplicaron. Si bien las características evaluadas no son las mismas para las tres razas evaluadas (Cuadro 1), de forma general se ha cumplido o se desarrollará un proceso similar entre ellas. En etapas iniciales las

evaluaciones genéticas nacionales en bovinos para carne proporcionaron DEP para peso al destete, a los 15 y 18 meses y habilidad lechera. En etapas posteriores fueron incorporados los DEPs para el peso al nacer, la circunferencia escrotal, y más cercanas en el tiempo se generó información para características asociadas a calidad de canal, medidas por ultrasonografía tales como el área del ojo de bife, el espesor de grasa subcutánea y en último término la grasa intramuscular del bife. El pasado año fue publicado el EPD de peso adulto para la vaca de cría para la raza Hereford y adicionalmente para esta raza se ha desarrollado e incorporado un índice de selección para rodeos de cría con internada de vacas (INDICE CRIA). El peso adulto es una característica que está siendo analizada en la raza Aberdeen Angus.

Para Braford, de más reciente incorporación a la evaluación genética poblacional, las acciones se concentraron en las características de crecimiento y en el presente año se comenzó a tomar registros de ultrasonido para generar DEPs para área del ojo de bife y espesor de grasa subcutánea. Como fuera mencionado la raza Limousin ha comenzado a coleccionar información pensando que en un futuro cercano que por esta le permita realizar la evaluación genética de sus animales.

Cuadro 1. Características consideradas y publicadas en el año 2012 en las evaluaciones genéticas poblacionales en bovinos para carne para las razas Hereford, Aberdeen Angus y Braford

Característica	Hereford	Aberdeen Angus	Braford
Peso al Nacer	✓	✓	✓
Peso al Destete	✓	✓	✓
Habilidad Lechera	✓	✓	✓
Peso a los 15 meses	✓		✓
Peso a los 18 meses	✓	✓	✓
Circunferencia Escrotal	✓	✓	
Área de ojo del Bife	✓	✓	
Espesor de Grasa Subcutánea	✓	✓	
Grasa intramuscular		✓	
Peso Adulto	✓		
Índices de Selección	Índice de Cría		

La existencia de nuevos EPD/DEP publicados, permite seleccionar animales superiores mediante nuevas pautas y con mayor flexibilidad. Hasta ahora, la selección de reproductores únicamente por el DEP de peso a 18 meses determinaba necesariamente un incremento en el tamaño de las vacas. Esto si bien puede ser deseable hasta cierto punto, tiene como contraparte un aumento de los requerimientos nutricionales del rodeo. La inclusión del EPD de Peso Adulto en la evaluación genética, hace posible la selección de animales de alto crecimiento sin incrementar los requerimientos de las vacas de cría en nuestros sistemas pastoriles (Figura 1).

Como ejemplo se puede observar en la Figura 1, que dentro de los animales que tienen un determinado EPD para peso a 18 meses (flecha azul), existen animales con EPD altos para peso adulto de la vaca y animales con EPD bajos para esta característica (flecha roja). De esta manera, la incorporación del EPD para peso adulto de la vaca, permite incrementar la capacidad de crecimiento de nuestros rodeos sin aumentar el peso de los vientres.

Es importante remarcar que el EPD Peso Adulto de la vaca es una predicción del peso adulto de la vaca. Para este EPD se utiliza

la primera pesada disponible de la vaca como madre al momento del destete de su ternero. Este peso se corrige, llevándolo al equivalente de una vaca de 5 años de edad. Estudios preliminares a nivel nacional han mostrado que el peso de las vacas sigue aumentando luego de los 5 años de edad. Sin embargo, como hay una correlación genética entre el peso de la vaca a lo largo de su vida, su primer pesada es suficiente para esta predicción.

DIRECCIÓN DE LA MEJORA GENÉTICA

Como fuera mencionado existe abundante información sobre DEP/EPD para varias características de diferentes aspectos productivos al mismo tiempo. Sin embargo la mayor cantidad de información puede generar cierta confusión a la hora de elegir reproductores para su uso en un rodeo en particular, ya que implica un proceso de priorización entre las distintas características disponibles. Es clave definir cuál es la mejor combinación de DEPs de acuerdo a los objetivos productivos y comerciales de cada productor, lo cual lleva implícito una ponderación de cada una de las características. Para facilitar este proceso se ha gene-

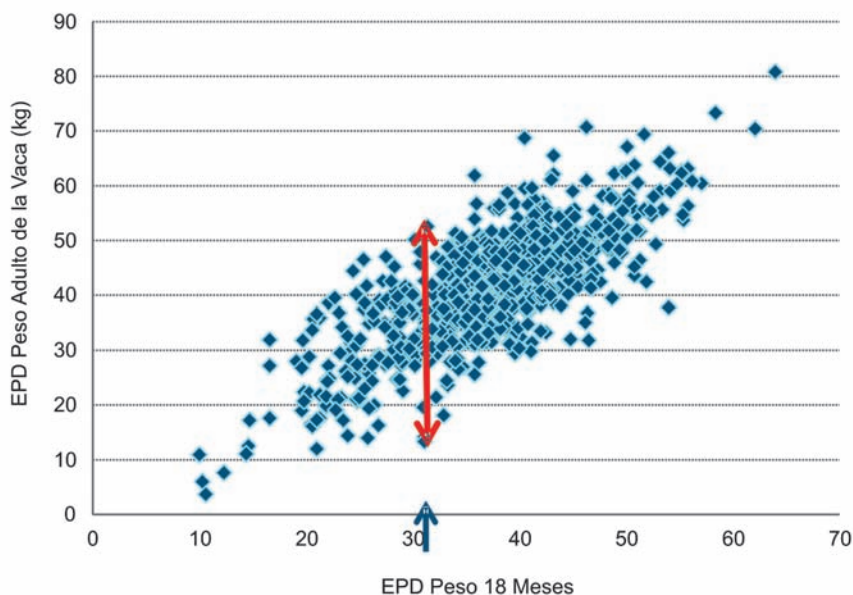


Figura 1. Correlación genética entre el EPD del peso a los 18 meses y el peso adulto de la vaca para la raza Hereford.

rado una herramienta llamada «índice de selección». Los índices permiten sintetizar en un solo valor, el impacto económico de una combinación dada de características biológicas en el sistema de producción. Para elaborar estos índices se predice el efecto económico que tendrá el uso de determinado reproductor con ciertas aptitudes en nuestro sistema a través de su descendencia, por sus efectos sobre los ingresos (ej.: producción de carne) y sobre los costos (ej.: costos de mantenimiento).

En Uruguay el proceso de desarrollo de índices de selección comenzó en la década del 90 con una consultoría realizada por el Dr. Raúl Ponzoni e impulsada por la Facultad de Agronomía, seguida posteriormente por una serie de trabajos de investigación (Urioste *et al.*, 1998, Soares de Lima 2009, Pravia 2010). Todas estas contribuciones generaron los conocimientos y aportes necesarios para que el Uruguay pudiera disponer del primer índice de selección en ganadería para carne y que tuvieran una aplicación comercial.

El equipo técnico del INIA junto a productores e integrantes de la comisión de mejoramiento genético de la Sociedad de Criadores Hereford del Uruguay definió en esta primera instancia el desarrollo de un Índice de Selección para un sistema de cría con invernada de vacas. Para ello fue necesario definir el escenario productivo y de mercado donde estimar los valores económicos de las características de interés definidas como objetivos de selección. En el sistema propuesto se comercializan terneros machos al destete y las terneras excedentes, mientras que las vacas que salen del rodeo por edad o por detectarse vacías al diagnóstico de gestación, se terminan sobre pasturas mejoradas y se venden como vacas gordas. Esta decisión responde a la consideración económica de que los altos precios históricos de esta categoría (vaca gorda) respecto al precio del ternero (en relación a otros países), determinan condiciones atractivas para el negocio de invernada de vacas en nuestro país.

Las características biológicas y económicamente relevantes para este sistema fueron en orden decreciente: porcentaje de preñez, peso al destete, habilidad lechera, faci-

lidad de parto y peso adulto de la vaca. El índice de cría se construyó a partir de los EPDs disponibles maximizando la correlación genética entre la combinación de estas características y el índice resultante.

El índice de cría Hereford está expresado en base 100, siendo 100 el valor promedio de los animales Hereford nacidos en el período de 5 años desde 2007 y 2011. En este contexto, un animal índice 140 generará 40% más de ingresos que un animal índice 100.

Si bien el ÍNDICE CRÍA es un avance significativo en cuanto a disponer de una indicación clara de la dirección de selección, es necesario llegar a disponer de uno o varios índices de forma de contemplar toda la cadena de producción, específicamente la etapa de engorde, la cual no está cubierta por el ÍNDICE CRÍA.

Este camino ya ha sido iniciado también por la Sociedad de Criadores Aberdeen Angus a través de un proyecto liderado por la Facultad de Agronomía en la generación de un programa que permita modelar diferentes escenarios y visualizar los distintos índices resultantes. Esto servirá de insumo para la sociedad, el equipo de Facultad y al equipo de INIA para llegar a generar el o los índices de selección a usarse por la raza.

VELOCIDAD DE LA MEJORA GENÉTICA

En la medida que las herramientas de selección son utilizadas en forma intensiva, se podrán ver las tendencias genéticas resultantes de dichas decisiones de selección. A continuación se presentan las tendencias genéticas de la raza Aberdeen Angus para peso a los 18 meses y peso al nacer, que muestra la capacidad de incrementar el peso a los 18 meses manteniendo estable el peso al nacer (Figura 2).

Tendencias similares se observan para la raza Hereford para éstas dos características. En esta última raza se dispone del Índice de Cría el cual permite contar con la tendencia genética para resultado económico de establecimientos criadores con invernada de vacas (Figura 3).

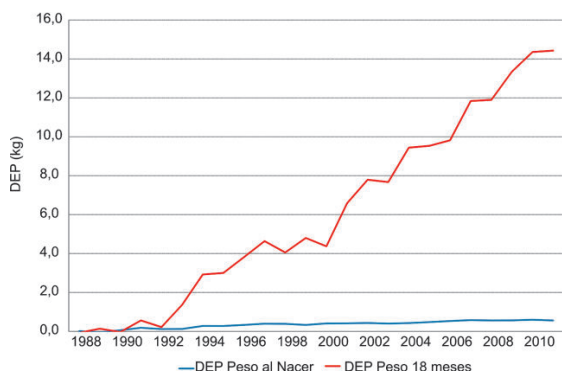


Figura 2. Tendencia genética para peso al nacer y peso a los 18 meses de la raza Aberdeen Angus.

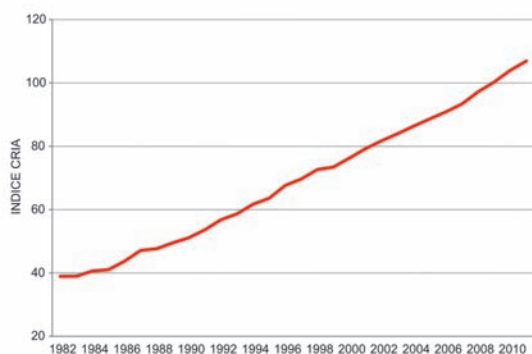


Figura 3. Tendencia genética para Índice Cría para la raza Hereford.

INCORPORACIÓN DE INFORMACIÓN GENÓMICA A LAS EVALUACIONES GENÉTICAS

En la última década se han dado avances significativos en el uso de la información genómica de los animales. Es así que en varios países ya se dispone de DEPS/EPDs Mejorados (Improved EPD). Estos son una combinación entre el EPD tradicional hoy disponible para las diferentes razas en el Uruguay y el EPD genómico. Para la obtención de este último se requiere de dos componentes, el primero disponer de la información genómica del animal. Es necesario entonces genotipar cada animal con uno de los chips disponibles en plaza. Hoy por un costo aproximado de 100 u\$ se puede obtener genotipados de 6.000, 50.000 y hasta 770.000 SNPs. Para poder traducir ese ge-

notipado en un EPD genómico es necesario disponer de las ecuaciones de predicción, que nos informan cuanto aporta cada genotipo a cada una de las características evaluadas. Estas ecuaciones de predicción se calculan a partir de las llamadas poblaciones de entrenamiento, debiendo disponer de poblaciones de entrenamiento para cada raza y para cada país, siendo relevante el tamaño y conformación de las mismas. En este contexto, quienes aportan mayor información a dichas poblaciones son los padres más utilizados de la raza, ya que los mismos tienen precisiones altas. También es importante que los animales estén bien conectados con la población total en evaluación genética, es decir es importante que ambas poblaciones estén lo más emparentadas posible.

El Uruguay ha avanzado en este sentido, a través de esfuerzos realizados por la Sociedad de Criadores Hereford del Uruguay con el INIA en almacenar en el Banco de ADN de INIA Las Brujas, ADN de más de 1300 animales Hereford, de los cuales 630 ya están genotipados con el chip de 50.000 SNP.

Una vez que se disponga de una población de entrenamiento nacional, se podrá contar en el futuro con un EPD genómico que podrá ser incorporado al EPD tradicional dando lugar al EPD mejorado. Se prevé que esta herramienta podrá incrementar la precisión de las estimaciones genéticas en animales que aún no han tenido hijos y así mejorar aún más las tendencias genéticas observadas y que abra el camino para ser más eficientes en la incorporación de características que no se pueden medir a nivel de las cabañas que alimentan las bases de datos.

El mayor conocimiento genómico de los animales y su relación con los datos productivos nos ha enseñado la importancia de mantener y fortalecer los sistemas de recolección de información fenotípica, ya sea obtenidas a nivel de cabañas o a nivel de estaciones especialmente diseñadas para recolección de información como ser eficiencia de conversión, calidad de carne, etc. Esto es debido a que la gran mayoría de las relaciones que se encuentran entre los genotipados y las características productivas cambian a medida que va cambiando la

población por lo que deben ser vueltas a estimar cada cierto intervalo de tiempo.

CONSIDERACIONES FINALES

Actualmente existen sistemas de registros y programas de evaluaciones genéticas para diferentes razas bovinas del Uruguay, que brindan información al criador para ayudarlo a tomar las decisiones de selección. El objetivo final del uso de éstas herramientas es lograr tener un impacto directo sobre la producción y eficiencia de los rodeos, lo que se traducirá en mayores retornos económicos del sistema productivo.

No obstante, hay que seguir profundizando en el análisis y discusión de las metas, definiendo las características económicamente relevantes, para los sistemas de producción nacionales. Cada raza deberá definir si quiere uno o varios índices de selección, así como el marco del sistema donde producirán.

El estudio más detenido en estos modelos permitirá detectar la relevancia de las características por lo que seguramente traerá aparejado la inclusión de nuevas características a los actuales programas de mejoramiento genético, con la adecuación de los sistemas de recolección de información; así como de los procedimientos aplicados en la evaluación genética. Si bien en los últimos años se ha incrementado en forma importante el número de características evaluadas,

por las mismas son aún incompletas y seguramente cambiarán en el futuro con condiciones de producción y de mercado diferentes a los actuales.

Disponer de valores genéticos (EPDs, DEPs) no asegurará que se esté logrando cambios genéticos en nuestras poblaciones; el uso de los mismos, preferentemente a través de un INDICE en la selección de los reproductores, será la herramienta con la cual sí se podrá lograr los cambios genéticos buscados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

URIOSTE, J.I.; PONZONI, R.W.; AGUIRREZABALA, M.; ROVERE, G.; SAAVEDRA, D. 1998. Breeding objectives for pasture fed Uruguayan beef cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 115: 357-373.

SOAREZ DE LIMA, J.M. 2009. Modelo bioeconómico para la evaluación del impacto de la genética y otras variables sobre la cadena cárnica vacuna en Uruguay. Tesis de doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. 240 p.

PRAVIA, M.I. 2010. Definición de un objetivo e índice de selección para un sistema de producción ganadero característico del Uruguay. M.Sc. Thesis. Montevideo: UDELAR - Facultad de Agronomía. 132 p.