



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

# ÍNDICES DE SELECCIÓN: economía y genética en perfecta sintonía

Olga Ravagnolo<sup>1</sup>, Juan Manuel Soares de Lima<sup>1,2</sup>,  
María Isabel Pravia<sup>1</sup>, Mario Lema<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Carne y Lana

<sup>2</sup>Unidad de Economía Aplicada

Mediante un trabajo colaborativo, INIA y la Sociedad de Criadores de Hereford han desarrollado dos herramientas para la mejora genética bovina en sistemas ganaderos comerciales: el ÍNDICE DE CICLO COMPLETO y el ÍNDICE DE CRÍA. Ambos índices aportan información objetiva al proceso de toma de decisiones del productor, maximizando el retorno económico de los sistemas ganaderos de nuestro país.

## SELECCIÓN Y MEJORA GENÉTICA ANIMAL EN SISTEMAS COMPLEJOS

Los sistemas de producción de carne son complejos, ya que están determinados por la interacción de múltiples factores, como nutrición, sanidad, genética y manejo. Hay varios aspectos biológicos de los animales que tienen relación directa sobre los ingresos o sobre los costos de producción, ejemplo de ello son: porcentaje de parición, peso al destete, peso de faena, costo de requerimientos alimenticios, sanidad, entre otros.

Cuando un rodeo se encuentra dentro de valores productivos razonables, se pueden lograr mejoras significativas a través del mejoramiento genético. La principal herramienta en esta área de la que disponen actualmente las razas bovinas predominantes son las evaluaciones genéticas. En ellas se estima el mérito genético de los animales para las principales características de interés. Este proceso culmina con la publicación de Diferencias Esperadas en la Progenie (EPD o DEP) para todas las características, herramienta que permite seleccionar los mejores reproductores para cada una de ellas.

Sin embargo, a la hora de seleccionar cuál es el mejor reproductor a ser utilizado como padre, se deben considerar todas las características simultáneamente, por lo que resulta difícil determinar la relevancia de cada una de ellas. A tales efectos es que se construyen los índices de selección.

## ¿QUÉ ES UN ÍNDICE DE SELECCIÓN?

Un Índice de Selección es una herramienta que resume el mérito genético de un reproductor en un único valor económico. Este valor representa el impacto económico que tendrá en el sistema el uso de un determinado reproductor, ya que cada EPD está ponderado por un coeficiente económico. Por esta razón, los índices de selección constituyen la mejor herramienta de selección cuando el objetivo es maximizar el retorno económico.

Se estiman como la sumatoria de los distintos valores genéticos (EPD) de determinado animal, ponderados por un coeficiente que contempla el retorno económico que se puede lograr a través de la mejora por esa característica.

$$\text{Índice} = a_1 EPD_1 + a_2 EPD_2 + a_3 EPD_3 + a_j EPD_j$$

Donde  $a_1, a_2, a_j$  representan los coeficientes de ponderación de cada EPD y son calculados a partir del valor económico de la característica, de la variabilidad genética de la misma y de su correlación genética con las otras características, así como por las veces que la misma se expresa productivamente en el rodeo.

Un Índice de Selección es una herramienta que resume el mérito genético de un reproductor en un único valor económico.

## ¿CÓMO SE CONSTRUYEN LOS ÍNDICES DE SELECCIÓN?

La metodología para construir los índices involucra varias etapas. En primer lugar se define el sistema donde el rodeo va a producir. Dentro de este sistema, se identifican las características biológicas que afectan los ingresos y los costos y que, por tanto, determinan el resultado económico del sistema ganadero con esa orientación (cría o ciclo completo).

Luego se deben estimar los valores económicos de cada característica objetivo de selección (OS) para el sistema definido. Esto se realiza a través de ecuaciones o mediante el uso de modelos de simulación. El valor económico así calculado, representa el ingreso extra obtenido al incrementar una unidad de una determinada característica, manteniendo las otras constantes y descontando los costos incrementales por aumentar dicha unidad. En el cuadro 1 se presentan los OS definidos para ambos sistemas productivos y el valor económico estimado.

Los valores económicos calculados son corregidos posteriormente por la variabilidad genética de cada característica, las correlaciones genéticas entre las características involucradas, por las expresiones en el tiempo y por el número de veces que esta característica se expresa en el rodeo. Algunas características como el peso al destete se manifiestan temprano en la vida del animal o en otras palabras, poco tiempo después de utilizar el reproductor y en toda la progenie (machos y hembras). Por el contrario, caracteres como el peso adulto de la vaca o la facilidad de parto sólo se expresan pasados varios años y en una fracción menor de la progenie (hembras de reemplazo).

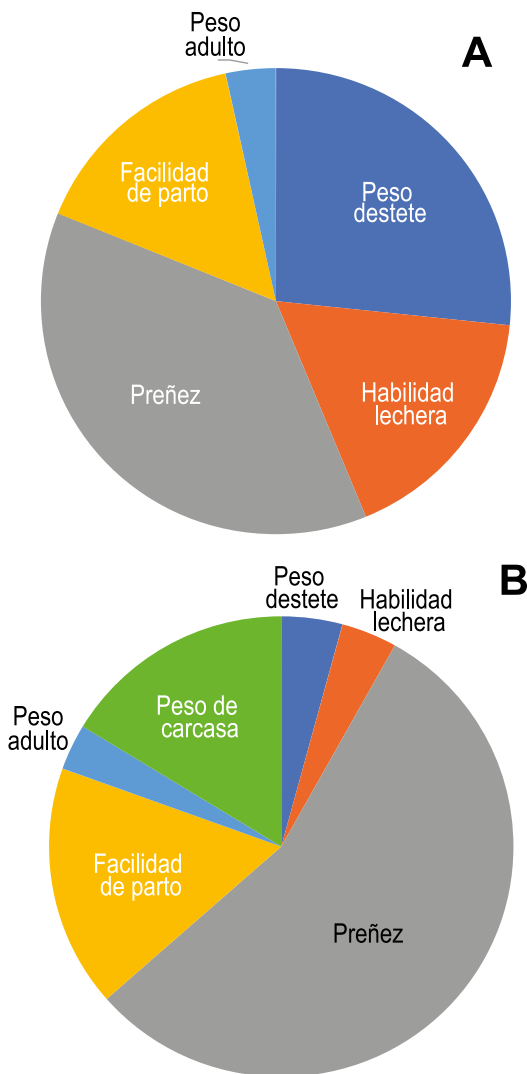
Partiendo de los valores económicos, corregidos por los factores mencionados y considerando la tasa de interés del dinero (considera el tiempo necesario para "cobrar" el producto logrado) se estima un valor o ponderador ( $a_1, a_2, \dots, a_j$ ) que multiplica cada EPD para generar el Índice de Selección.

**Cuadro 1** - Valores económicos (U\$S/incremento en 1 unidad de la característica) estimados para las características objetivo de selección

Característica	Ciclo Completo (U\$S/unidad)	Cría (U\$S/unidad)
Peso destete (kg)	-8	43
Habilidad lechera (kg)	-6	21
Preñez (%)	155	93
Facilidad de parto (%)	31	25
Peso carcasa (kg)	74	-
Peso adulto (mantenimiento vaca) (kg)	-14	-9
Peso adulto (vaquillona) (kg)	-4	-5
Peso adulto (vaca refugio) (kg)	58	21

## ¿POR QUÉ DOS ÍNDICES?

Como se observa en el cuadro 1, la importancia económica de cada característica, depende del sistema de producción en el cual el reproductor la exprese. Por esta razón, buscando establecer la dirección de mejora más eficiente para la raza Hereford en el país, se desarrollaron dos índices de selección, uno para sistemas criadores y otro para sistemas de ciclo completo.



**Figura 1** - Importancia económica relativa de los distintos rasgos en el Índice de Cría (A) y Ciclo Completo (B).

Se desarrollaron dos Índices de Selección para la raza Hereford, uno para sistemas criadores y otro para sistemas de ciclo completo.

## ÍNDICE DE CRÍA

El Índice de Cría fue publicado en 2012 para ser utilizado en sistemas criadores, donde los principales ingresos provienen de la venta de terneros al destete y de vacas (gordas o de invernada). Las características más relevantes son las reproductivas, el peso al destete, peso al nacer y habilidad lechera.

El valor del Índice de Cría expresa la superioridad (en valores relativos) de un reproductor en términos del ingreso generado por su progenie respecto a la de otro toro de índice inferior, en un sistema de producción orientado a la cría. Su beneficio económico proviene principalmente del incremento en los kilos de terneros destetados, indicador que se deriva tanto de la mejora en el desempeño de los terneros como en las mayores tasas reproductivas de las hijas que se incorporaran al rodeo.

## ÍNDICE DE CICLO COMPLETO

Este año, INIA y la Sociedad de Criadores de Hereford publican un nuevo índice con el objetivo de facilitar la selección de reproductores para predios ganaderos que hacen ciclo completo y que contempla otras características que lo diferencian de un sistema criador.

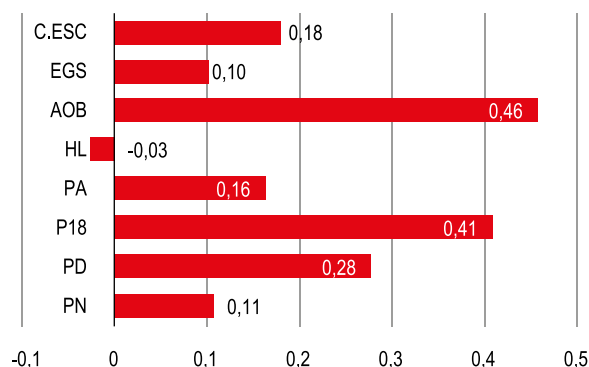
El Índice de Ciclo Completo está diseñado para ser utilizado en sistemas donde los ingresos provienen principalmente de la venta de novillos gordos, seguido por la venta de vacas gordas y con menor relevancia la venta de terneras al destete. Las características más relevantes en el Índice de Ciclo Completo son las reproductivas y el peso de canal.

El Índice de Ciclo Completo refleja la superioridad (en valores relativos) de un reproductor en términos del ingreso generado por su progenie respecto a otro toro de índice inferior, en un sistema de producción orientado a la venta de novillos (ciclo completo). Su beneficio económico proviene fundamentalmente de la venta de novillos, con menor relevancia relativa en el sistema, del desempeño reproductivo y productivo de las hijas que se van incorporando al rodeo.

## RESPUESTAS A LA SELECCIÓN POR EL USO DE ÍNDICES

La selección mediante el índice apuntará a avanzar genéticamente en los diferentes caracteres en una intensidad tal, para cada uno de ellos, que le permita alcanzar

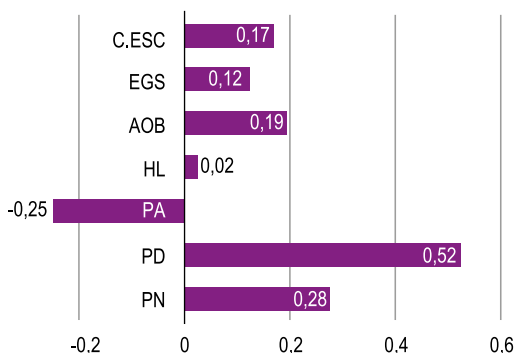
el objetivo planteado para todo índice económico, es decir, el de maximizar el ingreso en un establecimiento. En la figura 2 se representa las respuestas obtenidos en los distintos EPD por el uso del Índice de Ciclo Completo en un período de 10 años de selección. Como las unidades de las características involucradas son diferentes (% de preñez, kilos, etc.) se utiliza el desvío estándar, que es una medida estadística de la dispersión de una variable y a la vez que permite la comparación entre ellas.



**Figura 2** - Respuesta genética a la selección tras el uso del índice de ciclo completo durante 10 años (expresado como desvío estándar).

Los principales avances derivados del uso del Índice de Ciclo Completo, lo constituyen el incremento entre 0,4 y 0,5 desvíos en peso a los 18 meses y el área de ojo de bife (figura 2).

Esto es coherente con los objetivos de un sistema productivo donde la venta de novillos es la principal fuente de ingresos. En segundo nivel en el grado de avance se encuentra el peso al destete, variable que si bien tiene un valor económico negativo por no ser producto de venta en el sistema, está afectada por las fuertes correlaciones con otras características de crecimiento deseadas, como el P18.



**Figura 3** - Respuesta genética a la selección tras el uso del índice de cría durante 10 años.

El uso del Índice de Cría promueve un avance importante en peso al destete, característica que constituye uno de los principales motores del sistema junto con las variables reproductivas (Figura 3).



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

**Figura 4** - El Índice de Ciclo completo responde a los objetivos de un sistema productivo donde la venta de novillos es la principal fuente de ingresos.

El uso del Índice de Ciclo Completo promueve un avance importante en peso a los 18 meses y área de ojo de bife, mientras que el índice de cría capitaliza principalmente peso al destete.

## ¿CÓMO SE INTERPRETAN Y UTILIZAN LOS ÍNDICES DE CRÍA Y DE CICLO COMPLETO?

- Los Índices de selección buscan maximizar el retorno económico para un sistema de producción.
- Ambos índices se expresan en base 100 y deben ser utilizados en términos comparativos con otro reproductor.

**Cuadro 2** - Comparación de Índice de Cría e Índice de Ciclo Completo para tres toros

TORO	FPdir	NAC	DEST	18 MESES	PA_V	LECHE	AOBc	GRASAc	C.ESC	EfC	Índice Cría	Índice C. Compl.
A	3.9	1.7	24.9	41.2	33.7	9.7	4.13	-0.28	1.1	112.8	150	123
B	6.4	0.8	26.4	53.5	45.5	13	4.13	-0.03	1	102.9	160	150
C	-0.2	1.6	23	44.3	35.5	7	1.16	0.23	0.6	S/D	125	150



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

**Figura 5** - El Índice de Cría responde a un sistema donde los principales ingresos provienen de la venta de terneros al destete y de vacas (gordas o de invernada).

• Los índices de selección permiten visualizar como dos reproductores pueden generar el mismo retorno económico a partir de diferentes cualidades. Hay toros que tienen valores del índice similares pero una diferente combinación de EPD. En este caso el criador podrá acompañar la selección considerando EPD de individual de la característica que crea de mayor relevancia para su sistema

Tomando como ejemplo los tres toros del cuadro 2, podemos ver que el toro B supera al A, ya sea en el Índice de Cría como el del Ciclo Completo. En el caso del índice cría el B generaría un ingreso superior de 10 unidades respecto al toro A, mientras que su uso en un sistema de ciclo completo implicaría una diferencia de 27 unidades.

Los toros B y C son similares en cuanto al Índice de Ciclo Completo, sin embargo difieren en los EPD de las características individuales. Esto debe verse como una ventaja, ya que alcanzan el mismo beneficio económico por distintas vías. El toro B tiene un mayor crecimiento reflejado en mayores EPD de 18 m, así como AOB, respecto al C pero tiene un EPD de HL superior lo que implica mayor costo de producción en el caso del ciclo completo donde solo se venden las terneras que no van a reemplazo.

**RECOMENDACIONES PARA EL USO DE ÍNDICES**

- Cada productor debe tomar en cuenta fundamentalmente el índice que más se asemeje a su sistema productivo: Cría o Ciclo Completo.
- Mediante el uso de los EPD es posible considerar criterios de selección específicos atendiendo a las necesidades y oportunidades de cada rodeo en particular. Una vez establecido un rango aceptable para una característica determinada, es posible seleccionar los animales con mayor índice y maximizar la complementación en el uso de EPD e índice.
- En la práctica, cuando se seleccionan toros para vaquillonas se debe prestar especial atención al peso al nacer y facilidad de parto. Se recomienda crear una “ventana” aceptable de peso al nacer y luego seleccionar los animales con mayor índice dentro de ese rango de peso al nacimiento.

Índice de Cría y el Índice de Ciclo Completo son herramientas genéticas que se agregan a los actuales EPD, contribuyendo a la selección de reproductores para la mejora del beneficio económico de los productores ganaderos del Uruguay.

Obtenga más información sobre los índices en: [www.geneticabovina.com.uy/](http://www.geneticabovina.com.uy/)



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

**Figura 6** - Cada productor debe tomar en cuenta fundamentalmente el Índice que más se asemeje a su sistema productivo: Cría o Ciclo Completo.