



ANEXO XI. NUEVA FORMULA DEL ICO Y NUEVOS INDICES ECONOMICOS PARA LA RAZA FRISONA ESPAÑOLA

N. Charfeddine¹ y Ma Ángeles Pérez-Cabal²

¹Dpto. técnico de CONAFE

²Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid

El estudio económico (presentado en el número anterior de la revista frisona española) fue la base de la propuesta técnica establecida por el departamento técnico para ajustar la fórmula del ICO a las nuevas circunstancias de producción y situaciones de mercado y para definir 4 nuevos índices de mérito económico total que se ajustan a diferentes sistemas de producción. La Junta de Gobierno de CONAFE, basándose en dicha propuesta técnica ha aprobado unos nuevos pesos para ser aplicados en el índice combinado ICO a partir de la evaluación de junio 2019, conjuntamente con un cambio en los índices compuestos de tipo y la publicación de 4 nuevos índices de mérito económico total: $IM\epsilon T_{Leche}$, $IM\epsilon T_{ECO}$, $IM\epsilon T_{PASTO}$, e $IM\epsilon T_{QUESO}$. En este artículo se presentan los cambios previstos y se comenta su magnitud y su significado.

Cambio en los índices compuestos de Tipo

Caracteres de óptimo intermedio: Vista lateral de patas, colocación de pezones anteriores, colocación de pezones posteriores y longitud de pezones

Estos caracteres de tipo son en realidad de óptimo intermedio, donde el valor deseado no es el valor máximo. Cuando se usan de forma individual se puede dirigir la selección hacia al extremo deseado. Sin embargo a la hora de combinarlos en un índice compuesto, se favorece a los animales con índice genético alto que no es necesariamente el más deseado. Con el fin de subsanar dicha anomalía se va aplicar una transformación previa al uso de estos caracteres en un índice compuesto de tal forma que se penalizan cada uno de los dos extremos. La transformación se hace siguiendo la siguiente formula:

$$CAR_{TR} = \frac{-Abs(CAR) - Media}{Desviación Típica}$$

CAR_{TR} : el carácter transformado; CAR : el carácter en su escala original; Abs : Valor absoluto

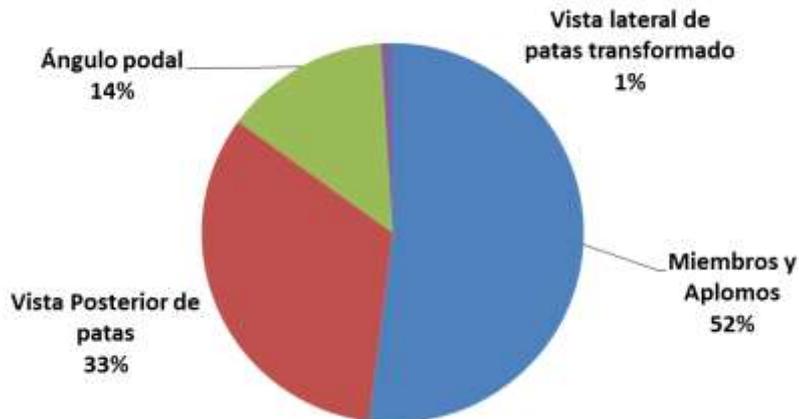
Nuevo Índice de Patas y Pies: IPP

El nuevo índice de patas y pies se ha definido maximizando **la respuesta genética en longevidad funcional** e incorporando el pseudo-carácter vista lateral de patas después de transformarlo (como se ha descrito anteriormente) en un carácter donde el valor máximo corresponde a patas intermedias, no muy rectas ni muy curvas. En el nuevo IPP, baja el peso relativo de vista lateral y sube ligeramente el de miembros y aplomos y vista posterior de patas (Gráfico 1).



PROGRAMA DE CRIA DE LA RAZA FRISONA

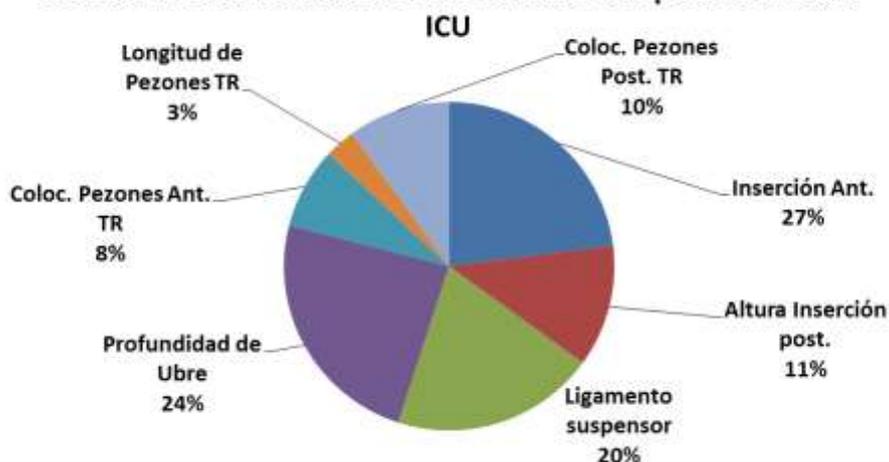
Gráfico 1. Pesos relativos del nuevo índice de patas y pies IPP



Nuevo Índice Compuesto de Ubre: ICU

El nuevo índice compuesto de ubre (Gráfico 2) se ha definido **maximizando la respuesta genética en longevidad funcional y minimizando el recuento celular y la incidencia de mamitis**. Se han incorporado al índice los tres rasgos descriptivos de los pezones (colocación de pezones anteriores, colocación de pezones posteriores y longitud de pezones) después de transformarlos en rasgos de óptimo máximo donde el valor más alto corresponde al valor más deseado. Se ha reducido ligeramente el peso relativo de la inserción anterior y el del ligamento suspensor, mientras el peso relativo de la profundidad de ubre se ha incrementado a 24%. En esta nueva definición del ICU se da más importancia a la morfología de los pezones, de forma que entre los tres rasgos suman una importancia relativa de 21%. Esto favorece la selección de animales que transmiten pezones centrados debajo de los cuarterones y de longitud intermedia mientras que penalizan animales que transmiten pezones que se desvían del centro del cuarterón hacia fuera o hacia dentro, o/y pezones muy cortos o muy largos. Estas son características morfológicas de creciente importancia dado el incremento en la implementación de nuevos sistemas de ordeño con robot en nuestras ganaderías.

Gráfico 2. Pesos relativos del nuevo índice compuesto de Ubre





PROGRAMA DE CRIA DE LA RAZA FRISONA

Nuevo Índice General de Tipo: IGT

La actual fórmula del índice general de tipo fue establecida en el año 2000. Desde entonces, la definición de la vaca funcional ha ido cambiando y se han incorporado nuevos rasgos descriptivos como rasgos esenciales, como son por ejemplo movilidad y colocación de pezones posteriores. La mejora genética ha hecho que los animales sean cada vez más altos y más grandes, lo que ha forzado un cambio en las medidas estándares de las instalaciones y en los equipos de ordeño. Además, cada vez hay más necesidad de buscar animales no tan grandes y que precisen menos energía de mantenimiento, y por lo tanto, animales más eficientes. Por todo ello, se ha definido un nuevo IGT, con el **objetivo de maximizar la respuesta genética en una morfología funcional**. En el nuevo IGT se ha eliminado la estatura y se ha incluido la movilidad y la colocación de pezones posteriores (Gráfico 3).



Nuevo índice combinado: ICO

En el Gráfico 4 se muestran los nuevos pesos del nuevo ICO-2019 a partir de la evaluación para aplicar desde junio 2019. Como se observa, el peso de la producción representa el 49% en el nuevo índice, donde los Kg. de Proteína siguen siendo el carácter que más información aporta con una ligera ventaja sobre los Kg. de Grasa. Los mercados han mostrado una gran demanda de mantequilla en los dos últimos años, una demanda que se ha trasladado a las bonificaciones por grasa en los sistemas de pago de la leche. Se espera que dicho incremento en las bonificaciones se mantenga al menos a medio plazo, por eso el peso relativo de la grasa en la nueva fórmula del ICO se incrementa del 4 al 17%.



PROGRAMA DE CRIA DE LA RAZA FRISONA



La funcionalidad aporta el 51% de la información del nuevo ICO, dos puntos más porcentuales que en el ICO establecido en 2015 e incluye un nuevo componente que es el índice de salud podal. Las tres medidas directas de funcionalidad como son el recuento celular, los días abiertos y la longevidad representan el 27%, mientras que las medidas indirectas como son los dos índices compuestos de tipo, IPP e ICU representan el 20%, y el nuevo componente de salud podal, ISP se incorpora con un peso del 4%. El peso relativo de los índices compuestos de tipo, se definió en función de la correlación genética que hay entre los dos índices y la longevidad funcional.

El Cuadro 1 muestra una comparación de los pesos aplicados en el ICO desde que se implementó en 1992 hasta la actualización de 2019. Como se observa, el peso de los caracteres de producción se ha ido reduciendo en cada actualización, de un 74,9% en 1992 a un 49% en el índice nuevo. Sin embargo, la funcionalidad ha ido ganando más peso, de 25,1% en 1992 a un 51%, eso quiere decir que pasado de un cociente 1:3 con respecto a la productividad en su debut a un cociente superior a 1 en la nueva actualización. En eso, nuestro programa ha seguido la tendencia general en las dos últimas décadas en todos los programas punteros de mejora genética a nivel mundial. Los caracteres funcionales propiamente dichos se han incorporado al ICO en España desde el 2003. Sus pesos relativos se han visto aumentados en cada actualización, desde un 6% en 2003 a un 31% en la actualización actual, mientras que el peso relativo de los índices de tipo, que vienen a ser una selección indirecta por funcionalidad, se han ido reduciendo de un 35% a un 20%. La nueva fórmula del ICO incorpora un componente de salud, que es la salud podal, gracias a la reciente evaluación de salud podal que se implementó en noviembre 2018. La salud de los animales se ha ido incorporando a los objetivos de selección en los países de nuestro entorno desde que comenzó la era genómica. Nuestro programa no quedara atrás y habrá mayor apuesta en las próximas revisiones donde se irán incorporando más caracteres de salud evaluados.



PROGRAMA DE CRIA DE LA RAZA FRISONA

Cuadro 1: Evolución de los pesos relativos aplicados en el ICO desde su implementación.

	ICO 1992	ICO 1995	ICO 2001	ICO 2003	ICO 2010	ICO 2015	ICO 2019
Producción	74,9	66	66	59	57	51	49
Kg Leche	8,25	-	-	12	22	23	11
Kg Grasa	8,25	10	10	12	4	4	17
Kg Proteína	41,7	51	51	32	30	24	21
% Grasa	-	-	-	-	-	-	-
% Proteína	16,7	5	5	3	-	-	-
Tipo	25,1	34	34	35	29	23	20
Índice de Patas y Pies (IPP)	7,2	4	8,16	10	11	9	8
Índice Compuesto de Ubre (ICU)	7,2	15	17	16	18	14	12
Estructura y capacidad	3,5	-	-	-	-	-	-
Índice Global de Tipo (IGT)	7,2	15	8,84	9	-	-	-
Funcionalidad	-	-	-	6	14	26	31
Días abiertos	-	-	-	-	3	8	8
Recuento de células somáticas	-	-	-	3	3	8	8
Longevidad	-	-	-	3	8	10	11
Índice de salud podal (ISP)	-	-	-	-	-	-	4

Correlaciones entre los índices actuales y los nuevos índices. Cambios en el ranking

En la evaluación genética de junio 2019 se aplicarán las nuevas fórmulas del IPP, ICU, IGT e ICO y se incorporan los nuevos IM€T. Los listados de mejores toros y vacas se establecerán en base a los nuevos índices. Para ver cómo afectará a los valores genéticos de toros y al ranking en los listados, se **aplicaron los nuevos índices sobre el catálogo de la evaluación de marzo 2019**.

El Cuadro 2 muestra las correlaciones entre los índices actuales y los nuevos y la correlación entre los rankings según cada uno de ellos, tanto en el catálogo total como en la lista de los 200 mejores toros por cada índice.

La correlación entre el nuevo IPP y el índice actual es del 99,6%. Eso significa que los cambios en los valores del índice con respecto a los actuales van a ser mínimos. De hecho, el ranking de los toros por IPP tanto en el catálogo total como en la lista de los 200 mejores toros por patas cambia muy poco.

La correlación entre el nuevo ICU y el actual es de 97,2 %. Los valores del ICU cambian algo más que el IPP. La correlación entre el nuevo índice general de tipo IGT y el actual es de 97,7%. Los rankings de los 200 mejores toros por ICU e IGT muestran bastante más cambio que el caso del IPP.



PROGRAMA DE CRIA DE LA RAZA FRISONA

El nuevo ICO 2019 supondrá ciertos cambios tanto en la magnitud de los valores como en el ranking de los animales. La correlación entre los valores del ICO actual y el nuevo es del 98,9%. La correlación en el ranking de los animales en todo el catálogo es 98,7%, mientras que el ranking de los 200 mejores toros cambia de forma más significativa, mostrando una correlación de 82,4%. El cambio medio en las posiciones de los 200 mejores toros es de 32 posiciones, con un mínimo de 0 y un máximo de 188 posiciones. Si miramos los 200 mejores toros ordenados por el ICO actual encontramos que 173 de ellos siguen estando entre los 200 mejores al ordenarlos con el nuevo ICO 2019.

Cuadro 2: Correlaciones entre los índices actuales y los índices nuevos.

	Correlación entre los valores del índice actual y el índice nuevo	Correlación en el ranking calculada sobre todos los toros del catálogo	Correlación en el ranking calculada sobre los 200 mejores toros según cada índice
IPP	0,996	0,996	0,902
ICU	0,972	0,973	0,387
IGT	0,977	0,980	0,539
ICO	0,989	0,987	0,824

Respuestas genéticas esperadas por el nuevo ICO 2019

Las respuestas genéticas esperadas en cada carácter al seleccionar con el nuevo ICO tienen relación con sus correlaciones con el nuevo índice que con sus pesos relativos. Por ello, se han calculado las correlaciones entre las pruebas para los distintos caracteres y el nuevo ICO (Cuadro 3). Teniendo en cuenta dichas correlaciones y considerando los toros que tienen una fiabilidad igual o superior a 80% en producción y tipo teniendo además prueba en el resto de caracteres, se han calculado las respuestas genéticas en los caracteres que forman parte del ICO.

Las respuestas esperadas son positivas en todos los caracteres, indicando que el nuevo ICO generara una mejora en todos los caracteres.

Cuadro 3. Respuestas genéticas esperadas para cada carácter al seleccionar con el nuevo ICO.

	Correlación con el nuevo ICO 2019	Respuestas genéticas esperadas por generación
Kg. Leche	0,82	+408 kg
Kg. Grasa	0,84	+10,5 kg
Kg. Proteína	0,88	+10,6kg
IPP	0,68	+0,19
ICU	0,80	+0,32
Longevidad Combinada	0,62	+8,03
Recuento de Células Somáticas	0,46	+3,30
Días Abiertos	-0,01	+1,94
Índice de salud podal (ISP)	0,50	+5,20

Nuevos índices de mérito económico total: IM€T

Un índice de mérito económico total (IM€T) es un índice genético que simplifica el proceso de selección de toros para un determinado sistema de producción basado en el mérito genético para cada carácter y combinando los caracteres según sus importancias económicas estimadas para específicos sistema de producción y condición de mercado. Dado que la combinación de caracteres se hace basándose en el beneficio económico generado debido a la mejora de cada carácter, el valor del índice se expresa en euros (€/año) e indica el beneficio medio de la hijas a lo largo de cada año de su vida productiva.



PROGRAMA DE CRIA DE LA RAZA FRISONA

Se han identificado 4 sistemas de producción que precisan tener un objetivo de selección diferente expresado a través de un índice de mérito económico total diferente:

Índice de Merito total Leche: **IMCT_{LECHE}**

Es un índice establecido para una ganadería media de CONAFE, que produce principalmente leche.

Índice de Merito total Ecológico: **IMCT_{ECO}**

Es un índice establecido para una ganadería en ecológico que produce bajo una normativa de leche ecológica definida por un consejo regulador y cuyo sistema de pago de la leche le hace que sea un producto diferente.

Índice de Merito total Pastoreo: **IMCT_{PASTO}**

Es un índice establecido para una ganadería en pastoreo, donde los animales salen al pasto durante largas temporadas a lo largo del año (como mínimo durante 6 meses). Es un sistema de producción basado en alimentar las vacas a base de forraje, lo que hace que los costes de producción son más bajos que en el resto de ganaderías y el aporte energético de las raciones es limitado. El sistema de pago de la leche en pastoreo es ligeramente superior al sistema de pago normal pero netamente inferior al sistema de pago en ecológico. La combinación del sistema de pago con la restricción energética hace que el peso relativo de los kilos de leche sea negativo.

Índice de Merito total Queso: **IMCT_{QUESO}**

Es un índice establecido para una ganadería ligada a una quesería, donde el sistema de pago premia netamente el contenido en grasa y proteína, lo que hace que el volumen de producción tenga un peso relativo negativo.

Cuadro 4: Pesos relativos de los caracteres en los índices nuevos índices de mérito económico total.

Caracteres	IMCT _{LECH} E	IMCT _{ECO}	IMCT _{PASTO}	IMCT _{QUESO}
Producción				
Kg. Leche	11	9	-14	-8
Kg. de Grasa	19	16	16	30
Kg. de Proteína	25	31	20	30
Índices compuestos de tipo				
Índice de Patas y Pies (IPP)	5	4	4	3
Índice Compuesto de Ubre (ICU)	7	6	6	4
Índice de capacidad corporal (ICAP)	-4	-4	-4	-2
Funcionales				
Días Abiertos	5	7	7	8
Recuento celular	3	3	9	3
Longevidad	12	11	11	7
Velocidad de ordeño	3	3	3	1
Índice salud podal (ISP)	4	4	4	2
Facilidad al parto efecto directo (DCE)	3	2	2	2

El Cuadro 4 resume los pesos relativos de cada carácter en los cuatro índices. Las desviaciones típicas de IMCT_{LECHE}, IMCT_{ECO}, IMCT_{PASTO}, IMCT_{QUESO}, son 120, 101, 55 y 152€, respectivamente. Las diferencias en las desviaciones típicas hacen que la variabilidad de los valores dentro de cada índice sea distinta. Por eso, **a la hora de comparar los animales conviene usar valores del mismo índice.**



PROGRAMA DE CRIA DE LA RAZA FRISONA

En los nuevos índices de mérito económico se han incorporado más caracteres que en el ICO, porque el objetivo es expresar el beneficio con todos aquellos caracteres que intervienen en la cuenta de resultados. El índice de capacidad corporal se incluye en los 4 índices con un peso relativo negativo. El ICAP expresa el tamaño de los animales, una característica que suele generar bastante debate, aunque el creciente coste de la alimentación en los últimos años ha hecho que el coste de mantenimiento de los animales de gran capacidad corporal reduce su eficiencia. La incorporación del ICAP con un peso negativo no implica una selección de animales pequeños sino una ligera penalización para aquellos animales muy grandes.

Los ganaderos deberían optar por utilizar **un índice específico que se adapte bien a su sistema de producción y su condición de mercado** como su índice de referencia para seleccionar los padres de la siguiente generación de animales en su granja, tanto machos como hembras. Si su ganadería no es una ganadería en ecológico, en pastoreo o ligada a una quesería con un pago diferenciado por contenidos, su índice económico es el $IMET_{LECHE}$ que es el índice establecido para la mayoría de las ganaderías. El índice que se adapte a su sistema de producción es el que mejor ordenará los animales por rentabilidad dentro de su rebaño.

El cuadro 5 muestra las correlaciones entre el actual y el nuevo ICO y los 4 nuevos índices de mérito económico total. Las correlaciones en general son altas. Se ve que el nuevo ICO está más correlacionado con los nuevos $IMET$ que el actual ICO y el $IMET_{LECHE}$ es el más correlacionado con el nuevo ICO. El $IMET_{PASTO}$ es el que se diferencia claramente del resto de índices, dado que expresa un objetivo de selección para un sistema donde hay una restricción energética y unos costes de producción netamente diferentes.

Cuadro 5. Correlaciones entre el actual y el nuevo ICO y los 4 nuevos índices de mérito económico total.

	ICO Actual	ICO 2019	$IMET_{LECHE}$	$IMET_{ECO}$	$IMET_{PASTO}$	$IMET_{QUESO}$
ICO Actual	1	0,988	0,979	0,978	0,870	0,933
ICO 2019		1	0,989	0,987	0,927	0,966
$IMET_{LECHE}$			1	0,999	0,912	0,980
$IMET_{ECO}$				1	0,913	0,980
$IMET_{PASTO}$					1	0,928
$IMET_{QUESO}$						1

Conclusiones

El nuevo ICO 2019 se ha establecido teniendo en cuenta los próximos desafíos que esperan la ganadería española en los próximos 4 años. En el nuevo ICO 2019 se apuesta por un incremento en la intensidad de selección sobre la grasa dado el cambio registrado en el mercado de la manteca en los últimos años. Con los nuevos pesos, **augmenta la aportación de los caracteres funcionales y se incluye la salud podal**. Por otro lado, sigue **reservando una gran importancia a la morfología**, dado que aporta mucha información sobre la funcionalidad de los animales y además representa uno de los sellos de identidad de la genética española.

Los nuevos índices de mérito económico total ($IMET$) permiten a los ganaderos elegir índices puramente económicos que se adaptan más a su sistema de producción para seleccionar los padres de las siguientes generaciones en sus ganaderías. En los próximos años, estos índices se irán ajustando a las condiciones de mercado con cierta frecuencia, especialmente a medida que vayamos teniendo más información sobre nuevos caracteres, como por ejemplo los caracteres de salud. El aumento de la fiabilidad de los caracteres de salud gracias a la



PROGRAMA DE CRIA DE LA RAZA FRISONA

incorporación de nuevos datos, a la mejora de los métodos de evaluación genética y a la información aportada por el genotipado de los animales, hará que la incorporación de estos caracteres a los índices de selección sea posible.

Agradecimientos: Los autores agradecen a CONAFE la financiación del convenio con referencia 4156558 entre la Universidad Complutense de Madrid y CONAFE, que ha hecho que todos los trabajos relacionados con la nueva actualización del ICO y la definición de nuevos índices de mérito económico total sean posibles.