

# HERRAMIENTAS GENÓMICAS, UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA MEJORAMIENTO GENÉTICO EN BOVINOS DE CARNE EN MAGALLANES

Francisco Sales, Jaime Piñeira, Rodrigo Morales  
fsales@inia.cl

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Informativo N°88

## Introducción

**M**agallanes concentra sobre 100 mil vacunos de razas especializadas en producción de carne, principalmente Hereford y A. Angus. Los cambios de mercado y la necesidad de generar nuevos productos, se ha traducido en una serie de desafíos tecnológicos para el productor. Para poder tomar las mejores decisiones y que éstas les permitan aumentar la productividad y rentabilidad de su explotación, los productores deben considerar una serie de factores, pero al mismo tiempo, deben contar las mejores herramientas de apoyo.

Una de las principales decisiones al cual el productor se encuentra enfrentado, es la elección de la genética con la cual va a trabajar. Lo que el productor busca, habiendo definido sus objetivos productivos, es poder seleccionar los mejores animales de reemplazo, que les permita ir mejorando aquellas características productivas y comerciales de interés. Con el desarrollo de nuevas tecnologías que permiten el análisis y secuenciación del ADN se ha generado una nueva herramienta, denominada “**selección genómica**”, la que abre nuevas alternativas para mejorar el proceso de selección animal y mejora genética.

Este informativo busca entregar algunas nociones de las opciones tradicionales y modernas existentes, para la implementación de un plan de selección animal más eficiente, tanto de machos, como de hembras, basado en un modelo de mejoramiento genético, que asegure el cambio productivo esperado.

## Factores que afectan el progreso genético

Existen cuatro elementos que definen el progreso genético. Estos son: la intensidad de selección, la exactitud, el intervalo generacional y la variación genética.

**Intensidad de selección:** La intensidad de la selección es la proporción de animales de la población que se utilizan como padres de la siguiente generación. La intensidad de selección de los toros es alta debido al reducido número de toros necesarios para producir las cantidades de semen que se necesitan. En cambio, en vacas es baja. Cuanto mayor sea la intensidad de selección más rápida será la mejora genética, siempre que el criterio de selección sea preciso y haya suficiente variabilidad genética.



**Exactitud:** Se refiere a nuestra habilidad para detectar qué animales son realmente superiores genéticamente para el carácter considerado. Si se utilizan índices genéticos calculados con el Modelo Animal, la precisión y el progreso genético serán mucho mayores que si las decisiones de selección se toman sólo en base a las producciones o calificaciones. La precisión de los índices genéticos viene medida por la fiabilidad.

**Intervalo generacional:** Es la edad media de un padre cuando nace la descendencia. El menor intervalo, estaría dado por el tiempo en el que el animal alcance su madurez, quede preñado, geste y tenga sus primeras crías. Mediante selección, las nuevas generaciones deben ser genéticamente mejores que la actual. Cuanto menor sea el intervalo generacional, antes se podrá disponer de mejores combinaciones genéticas y, por lo tanto, se acelerará el progreso genético.

Dado que los valores genéticos se construyen en base a la medición de una característica en sus hijos, se debe esperar poder realizar la evaluación de esa característica. En términos generales, existe un promedio de 4,5 años para poder seleccionar un animal en un programa de inseminación artificial (IA). Por el contrario, al seleccionar en base a la evaluación de ADN, el intervalo generacional podría disminuirse a 1 año, si ese mismo toro se seleccionara para ser usado en inseminación artificial.

**Variación genética:** La variación genética se refiere a las diferencias entre individuos atribuibles a las diferencias en sus genotipos. A mayor variabilidad genética es posible obtener un progreso genético mayor. Si la variabilidad genética es pequeña el progreso genético será pequeño, aunque la intensidad de la selección sea muy alta.

## Bases de un programa tradicional de mejoramiento y selección

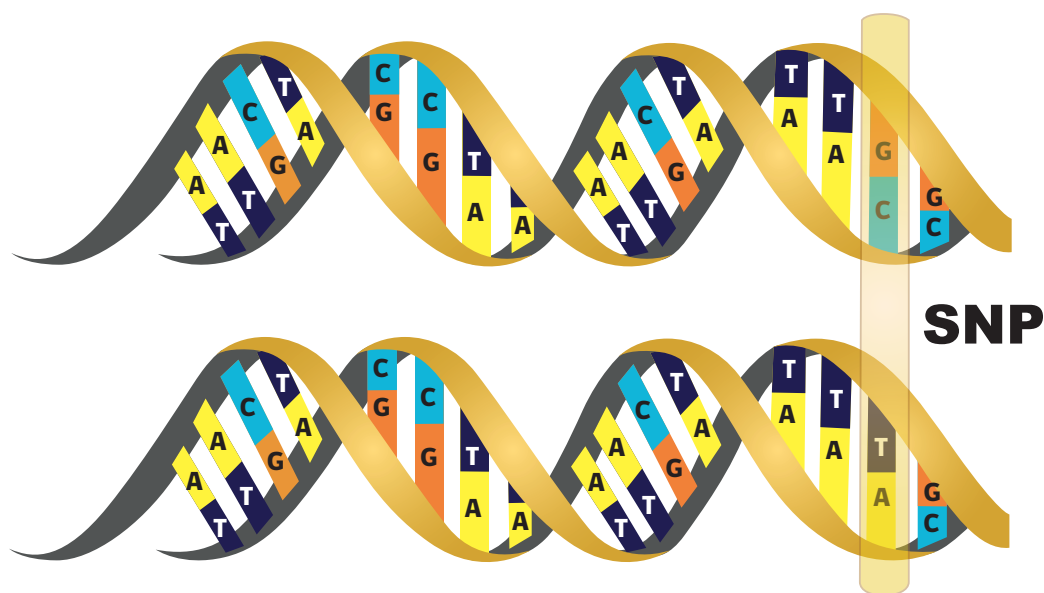
Los programas de mejoramiento genético se basan en la determinación de valores estimados de cría o EBV por su sigla en inglés (Estimated Breeding Values). Su estimación se realiza mediante modelos matemáticos como el BLUP, que considera valores fenotípicos (Ej. Peso al parto, destete, etc.) y utiliza la información de animales con algún grado de parentesco. Este valor genético, corresponderá a la suma de todos los efectos de sus genes y, como solo la mitad de los genes se traspasan desde el macho o la hembra a su descendencia, en la mayoría de los programas de selección, se utiliza lo que se denomina en inglés el EPD (expected progeny differences) o diferencia esperada de la progenie, que será la mitad del valor genético estimado

para el animal ( $EPD = 1/2 EBV$ ). Animales con mejores EPD para una característica debieran ser seleccionados, para de esta forma ir logrando el objetivo de producción. Aunque resulta imposible conocer el valor exacto, a medida que se aumenta el volumen de información, la exactitud va aumentando y eso se ve reflejado al observar el “accuracy” del dato, el que debe tender a 1.0, siendo este valor máximo de EPD, el que representaría el verdadero mérito genético del animal.

Para establecer un programa de mejoramiento genético, se deberá entonces generar la información tanto de pedigrí como la obtención de medidas objetivas. El primer paso definir cuáles van a ser las características que se quieren mejorar, las que deben traducirse en un mayor retorno económico para la explotación. Dado que pueden existir intereses diferentes para cada predio, estas características pueden ser distintas. En este sentido, predios que venden terneros al destete, deberían tratar de mejorar la variable por la cual van a ser pagados sus animales, como es el peso al destete. Por el contrario, predios que venden novillos, pueden buscar mejorar la ganancia de peso al año de edad o bien, si se quiere mejorar los atributos de calidad de la carne, tratar de mejorar el depósito de músculos de mayor valor o depósito de grasa. Un segundo paso, es el poder medir las variables elegidas. Se deben establecer protocolos para poder determinar en forma anual como se modifican los valores y de esta forma, determinar si ha existido o no una mejora. Por último, se deben seleccionar los mejores animales año a año, los que deberían ser superiores a sus padres.

## Genómica como una nueva herramienta al alcance de los productores

La selección genómica (SG) se basa en el estudio de los SNP (single nucleotide polymorphisms), los que sirven como marcadores para poder definir de manera indirecta, a través de un mapeo de secciones del cromosoma, los QTL adyacentes a los SNPs (Imagen 1). Lo que se busca es una variación en la secuencia de ADN que afecta a una sola base y se determina como se asocia ese cambio en esa base con una característica fenotípica, que fue estimada en una gran población de animales. La selección genómica es un proceso en dos etapas. En la primera se hace el genotipado de una población, donde se estiman los efectos de los marcadores (>50,000) y en la que se han medido las características de interés. En la segunda etapa, se predicen los valores en la población de prueba y por último, una vez validados los valores, se puede inferir en una población nueva, cuál es la condición genómica para las características de interés (Imagen 2).



**Imagen 1.** Polimorfismo nucleotídico simple o único (SNP). Se puede apreciar el cambio en las dos secuencias de un nucleótido Guanina (G) por una Timina (T) y una Citosina (C) por una adenina (A) en la misma región de otro individuo (Fuente: <http://www.mdsupport.org>).

Como cada gen contribuye a la expresión de una característica productiva de interés, se realiza a través de la medición de genes llamados “candidatos”. Por ejemplo, el gen que regula a la hormona de crecimiento, se ha asociado al peso al destete o a la tasa de crecimiento de un animal. Una vez que se elige un gen candidato, se evalúa como se expresa ese gen en un gran número de animales, donde se verá si el alelo presente produce un crecimiento lento y otro alelo producirá un crecimiento rápido. Por lo tanto, al tener una población con datos tanto fenotípicos como genotípicos, la SG permite predecir los Valores Genéticos de Cría (GEBV; genomic estimated breeding values) de animales de los cuales no existe información fenotípica.

Para el caso de animales de producción de carne, se han identificado una serie de genes, que son de utilidad para la selección por características de interés productivo. Para el caso de la terneza, se ha identificado los genes para calpaína y calpastatina. Para características de canal, rendimiento y de calidad de carne, se ha identificado el gen de leptina. Otro gen es el de tiroglobulina, que se ha asociado al marmóreo. En la medida que existe un mayor número de animales en la población de referencia, se podrán identificar un mayor número de genes de importancia productiva.

Una de las principales ventajas se la SG, es que la información de un animal se puede obtener muy temprano en su vida, lo que permitiría aumentar la exactitud del EPD de animales que aún no tiene descendencia. La SG permite predecir, por lo tanto, cual es el valor genético de un animal, desde el momento del nacimiento, con un grado

de confianza de cerca del %70. La exactitud de los GEBV dependerá, al igual que la selección que busca estimar los EPD, del tamaño de la población de referencia que se ha usado para poder estimar los modelos de predicción, la heredabilidad de la característica, y cuán relacionados estén los animales que se quieren evaluar, de la población que se usa como referencia. Hay que tener presente que la SG no reemplaza la obtención de datos de pedigrí y fenotípicos para una característica.

## Aspectos prácticos de la SG

Para realizar la evaluación de ADN de los animales, se han desarrollado chips que permiten la evaluación simultánea de miles de SNPs (marcador molecular), de manera confiable y que a la vez permiten identificar un mayor número de QTLs. Estos chips, que se diferencian en relación al número de SNPs que pueden evaluar, se clasifican en baja, alta y muy alta densidad. Actualmente existe en el mercado un chip de alta densidad, de 50K SNPs de Illumina® (Foto 1). Para poder realizar el estudio, se requiere obtener una muestra de sangre o pelo del animal, para poder extraer el ADN. La empresa representante, generalmente envía un vial para la obtención de la muestra, junto con una tenaza, lo que facilita la obtención de la muestra de tejido desde la oreja del animal (Foto 2). El ADN es bastante resistente a las condiciones del medio, por lo que se puede mantener bajo condiciones ambientales, sin que se degrade. La medición se demora entre 45 a 60 días y con la información, se puede seleccionar los animales de interés.



**Foto 1.** Chip Illumina de alta densidad.  
Fuente: [www.illumina.com](http://www.illumina.com)



**Foto 2.** Obtención de muestra para genotipado.

Los resultados que entrega el laboratorio respecto a cada uno de los animales será (obtenido de Zoetis):

**Predicción del Valor Molecular (MVP por sus siglas en Inglés):** Las predicciones de valor moleculares de los animales, son valores de cría basados en la suma de los efectos asociados de los marcadores, expresados en las unidades de medida del rasgo. Similar a la Diferencia Esperada en la Progenie (DEPs), los MVPs clasifican a los animales por mérito genético y es expresado en desviaciones del desempeño con respecto a la base de referencia establecida para el rasgo. La mitad del valor de la diferencia genómica es transmitida a la descendencia.

**Clasificación en Percentiles (%):**

La clasificación en percentiles se basa en los MVP del animal para cada rasgo relativo a la población de Angus negro y colorado en la base global de datos. Los valores de percentiles indican las posiciones de los animales en la población donde valores bajos indican un mérito genético más alto y favorable para la mayoría de los rasgos. Rasgos de excepción incluyen habilidad materna, altura al año y de la vaca adulta, peso de la vaca adulta y espesor de la grasa, donde los valores de rango más bajos indican mérito genético para niveles más altos de producción de leche y mayor tamaño, y requerimientos alimentarios asociados más elevados, y potencialmente menor adaptabilidad materna (capacidad carnífera) respectivamente.

**Confiabilidad (%):** Los valores de confiabilidad son medidas del poder predictivo del MVP para cada rasgo, y estos son estimados como las correlaciones entre MVP y los valores de cría reales (DEPs) si se conociera toda la información. La confiabilidad va de cero a cien donde los valores altos indican alta correlación entre los valores genéticos predichos y los reales. El cuadrado de los valores de confiabilidad representa el porcentaje predicho de variación aditiva explicada por los MVPs.

Luego, se entrega el valor de MVP para cada característica evaluada. La Tabla 1 resume todas las características que hasta la fecha, incorpora el análisis del HD50K. Con esta información, se pueden construir índices de selección, en conjunto con los valores fenotípicos para cada una de las características de interés.



**Tabla 1.** Características que son informadas a través del chip HD50K de Illumina®

Rasgo & Acrónimo	Unidad	Descripción
Facilidad de Parto Directa (FPD)	%	Describe las diferencias de mérito genético para la probabilidad de partos no asistidos en vaquillonas, expresados como un rasgo de la progenie. Altos valores de MVP y bajos percentiles son preferidos, especialmente cuando se seleccionan toros para el uso en vaquillonas.
Peso al Nacer (PN)	Libras	Cuantifica diferencias genéticas del peso al nacimiento, con valores de MVP bajos o moderados y percentiles bajos generalmente preferibles por su correlación con facilidad de parto.
Peso al Destete (PD)	Libras	Mide la diferencia en mérito genético entre animales para el peso al destete ajustado a 205 días, con altos MVP y percentiles más bajos, indican un potencial genético para destetes más pesados.
Peso al Año (PA)	Libras	Indican diferencias en mérito genético para el peso al año ajustado a 365 días de edad, con altos MVP y bajos percentiles que equivalen a mayor potencial genético para pesos al año más altos.
Altura al Año (AA)	Pulgadas	Describe diferencias genéticas en la altura de la grupa ajustado a 365 días de edad, con valores altos de MVP y bajos percentiles se traduce en la genética de animales más altos.
Peso Vaca Adulta (PVA)	Libras	Cuantifica las diferencias de mérito genético para el peso de la vaca adulta a una condición corporal constante. Valores de MVP altos y percentiles bajos, indican genética para vacas más pesadas, las cuales generalmente tienen mayores requerimientos nutricionales y costos asociados pero mayor valor al descarte.
Altura Vaca Adulta (AVA)	Pulgadas	Mide la variación genética en la altura de la vaca adulta, con valores altos de MVPs y percentiles bajos indican genética para vacas adultas de mayor estatura.
Consumo de Materia Seca (CMS)	Libras de Alimento (Materia Seca) Consumido Por Día	Cuantifica las diferencias genéticas entre animales para el consumo de materia seca en raciones a corral. los MVP y percentiles para CMS deben ser evaluados en relación al mérito genético de otros rasgos, incluyendo los MVP y percentiles para peso al año y peso de canal (PA y PC).
Consumo Neto de Alimento (CNA)	Libras de Alimento (Materia Seca) Consumido Por Día comparado con el consumo esperado	Describe la variación genética en la eficiencia de alimentación medida como el peso de la materia seca consumida por día, comparado al consumo esperado por ese animal basado en su peso corporal y tasa de crecimiento. Valores bajos de MVP y percentiles son preferibles e identifican genéticamente animales con menor consumo de alimento para la misma ganancia de peso.
Facilidad de Parto Materna (FPM)	%	Indica diferencias en el mérito genético para la probabilidad de partos no asistidos en vaquillonas de primer parto expresados como rasgo de la vaquillona. Valores altos de MVP y percentiles bajos son deseados, e indican facilidad de parto para vaquillonas.
Habilidad Materna (HM)	Libras de Peso al Destete (PD)	Evalúan las diferencias en el mérito genético del componente materno en el peso al destete, predominantemente debido a la habilidad materna de la madre. El potencial genético para la habilidad materna debe ser contemplado considerando la disponibilidad forrajera, lo que implica que valores intermedios de MVP y de percentiles son probablemente óptimos para varios sistemas de producción.

Rasgo & Acrónimo	Unidad	Descripción
Circunferencia Escrotal (CE)	Centímetros	Describe las diferencias genéticas en la edad a la pubertad basado en la circunferencia escrotal al año de vida. Valores altos de MVP y bajos percentiles son deseados y equivalen a una genética para edad a la pubertad precoz tanto en vaquillonas como en toros.
Docilidad (DOC)	%	Cuantifica las diferencias genéticas en la probabilidad de tener un temperamento aceptable (calmo) versus un temperamento no aceptable (salvaje). Valores altos de MVP y valores de percentiles bajos significan mayor probabilidad de tener animales más fáciles de manejar.
Peso de la Canal (PC)	Libras	Miden las diferencias en el mérito genético para el peso de la canal en libras a una edad constante. Valores altos de MVP y menores percentiles indican genética para pesos altos de la canal, que generalmente son deseados, a excepción de pesos demasiado pesados que pueden resultar en descuentos.
Espesor de Grasa (EG)	Pulgadas	Indica las diferencias genéticas del espesor de grasa medida adyacente al espacio intercostal entre la costilla 12 y 13, a una edad constante. Valores altos de MVP y percentiles indican una genética para canales engrasadas y un impacto adverso en el rendimiento de estas. Sin embargo, este engrasamiento puede ser deseable en la condición corporal de hembras en apareamiento.
Área Ojo Bife (AOB)	Pulgadas	Describe la variación genética de la muscularidad de la canal medida en el área de ojo de bife adyacente al espacio intercostal entre la costilla 12 y 13 a una edad constante. Valores altos de MVP y bajos percentiles para el área de ojo de bife tienen impactos positivos en la muscularidad de la canal.
Score de Marmóreo (SM)	USDA Score Unidades	Cuantifica las diferencias genéticas en las puntuaciones de marmoreo a una edad constante. Valores altos de MVP y percentiles bajos indican mayores niveles de marmóreo y generalmente grados de calidad y canal deseables.
Terneza (TN)	Fuerza de Corte en Libras	Evalúa las diferencias en el mérito genético para terneza basados en la cantidad de fuerza necesaria para cortar muestras de carne cocida. Valores bajos de MVP y percentiles son preferidos e indican menor fuerza transversal requerida para cortar muestras de carne, por ende una mayor terneza de la carne.
Índice de Feedlot (\$MVPFL)	US Dólares	Predice el retorno neto obtenido al combinar el mérito genético para ganancia de engorde (FL), consumo de materia seca y peso de canal, como así también rasgos de calidad y producción del USDA (marmoleado, área del ojo de bife y espesor de grasa). El índice asume aproximadamente un encierre de 160 días con raciones de concentrados y valores de canal derivados de una grilla Certificada de Carne de Angus (CAB por sus siglas en inglés). Valores altos de MVP y bajos percentiles indican una combinación de mérito genético más deseable.

## Beneficios de la SG

Existen una serie de beneficios asociados a la SG, lo que corresponden a:

1. Dado que se puede obtener la muestra al momento del parto del animal, se puede conocer tempranamente el potencial genético de un animal.
2. La Selección genómica es una herramienta que permitiría la reducción del intervalo generacional, acelerando el progreso genético.
3. Permite aumentar la exactitud de la información, en espacial de aquellas características de baja heredabilidad, como variables reproductivas, de consumo, y otras que tendrán relevancia a corto plazo, como son la producción de metano, con un enfoque de cambio climático.
4. Se puede hacer un mejor manejo de la consanguinidad, aunque se debe prestar especial atención a este punto y, al seleccionar en base a información genética, de podría incrementar la variabilidad genética de un rebaño
5. El efecto de la precisión puede ser importante para aquellas características de difícil medición:

### Elementos a considerar al momento de implementar la SG

Es necesario realizar estudios previos que ratifiquen una correlación entre el mérito genético predicho y el resultado final, es decir sobre la manifestación fenotípica de las predicciones. Esto debido a dos motivos: a) la mayoría de los productos comerciales han sido evaluados únicamente en razas internacionales transfronterizas, es decir no son aplicables en otras razas. b) los genes suelen manifestarse de forma diferente dependiendo del ambiente en el que se encuentren. Dicho fenómeno se denomina Norma de Reacción. Dicho de otra manera, genes que en Europa pueden estar asociados a una característica determinada en una raza determinada, puede que no reaccionen de misma manera, en Magallanes, en la misma raza.

La proporción de las variantes alélicas que se encuentran asociadas a características de interés productivo, poseen bajas frecuencias en relación a los alelos silvestres (3-5%). Es decir, en un rebaño de 100 animales, entre 3 y 5 serán portadores de algunas de estas variables alélicas. Esta realidad indica a que probablemente los animales seleccionados como reproductores sean parientes muy cercanos. Como consecuencia, una SG que omita la gestión genética tradicional basada en registros genealógicos y productivos puede derivar en un aumento muy significativo en la consanguinidad, pérdida de variabilidad genética y la

consecuencia disminución de los progresos genéticos o peor aún, pérdida de respuesta a la selección.

En todo programa de mejora genética es necesario determinar el costo y el beneficio de la selección pues es la lógica de todo negocio. En términos generales, un programa de selección tradicional tiene un costo entre \$800 y \$1000 por animal, mientras que el valor de un estudio de ADN, bordea los \$30.000 por animal.

## Trabajos en INIA Kampenaike

En INIA Kampenaike se ha ejecutado por años un programa de mejoramiento genético, donde para las vaquillas que se encastan a los 14-15 meses de edad, se selecciona semen de toros que presenten **facilidad de parto** y un valor de EPD alto para el **peso al destete**, además de tener una baja altura, con el fin de generar una línea con un frame moderado a bajo (Frame 5 a 6). Al mismo tiempo, la selección de toros para ser utilizados en los rebaños, se ha realizado en base a mérito propio, considerando un índice que incorpora peso al parto y peso corregido a los 205 días de edad. Con el fin de poder establecer la situación del rebaño, se realizó el estudio genómico a todos los terneros machos de la raza Angus, para lo cual se utilizó el chip HD50K (Zoetis®).

La muestra de ADN se obtiene fácilmente y es enviada para su análisis a laboratorio de la empresa fabricante y lo que se genera como información, es la predicción del valor molecular genómico (MVPs), lo que permite clasificar a los animales según su mérito genético para cada característica. Cada una de las características se expresan en las unidades propias (Ej, libras) y como desviaciones respecto a la población de referencia utilizada. Dado que la comparación se hace con datos que se manejan en Estados Unidos, los resultados están expresados en sistema imperial y no métrico, lo que debe tenerse en consideración.

Si se analiza la información obtenida (ver Tabla 2), se aprecia claramente la selección de animales utilizando los objetivos de producción antes descritos, se ha traducido en animales que se encuentran dentro del promedio para cada MVP de la raza para la característica, pero en general presentan una menor dispersión. Para **Peso al nacimiento (PN)**, el promedio para la raza es de 0 libras, mientras que para INIA el promedio es de -0.2 libras (-0.09 kg), sin embargo, el valor máximo de INIA es de 2.6 libras (1.7 kg), mientras que para la población base es de 9.1 libras (4.1 kg). Por su parte, para el **Peso al destete (PD)** el valor mínimo de la población base es de -37 libras (-16.7 kg) lo que contrasta con el valor mínimo de INIA que es de 24 libras (10.8 kg), lo que indica que la selección por esta característica ha permitido generar



una población que permite obtener buenos pesos al destete. Sin embargo, existen parámetros en los cuales se debe trabajar aún más. Estos guardan relación con parámetros de calidad como infiltración grasa o **Marmoreo (SM)** que en sistemas pastoriles es uno de los factores que presenta mayor complejidad para aumentarlo. Sin embargo, se debe tener presente que este parámetro está fuertemente ligado

al mercado y a las preferencias de los consumidores, por lo que se debe tener especial cuidado al querer mejorar características de este tipo. Destaca la **Terneza (TN)** de los animales, la que posee valores por debajo del promedio de la población base, lo que es un atributo que ya ha sido destacado en estudios previos de INIA de caracterización de la carne producida en Magallanes.

**Tabla 2.** Valores de MVP para población base y datos obtenidos para animales machos de INIA Kampenaike para el año 2019.

	Facilidad de Parto		Crecimiento & tamaño Adulto					Eficiencia		Material & Temperamento				Canal			Calidad	
	FPD	PN	PD	PA	AA	PVA	AVA	CMS	CNA	FPM	HM	CE	DOC	PC	EG	AOB	SM	TN
Global Mínimo	-30	-8.9	-37	-63	-2.1	-161	-2.3	-5.24	-2.9	-17	-26	-2.4	-44	-25	-0.11	-0.8	-0.6	-1.02
Global Promedio	5.5	0	45	70	0	32	0.4	-0.22	-0.1	3	20	0.4	9	31	0	0.33	0.41	-0.39
Global Máximo	22.9	.1	107	173	1.5	167	2.5	4.3	2.75	17.5	49	3.16	59	81	0.12	1.54	1.73	1.09
INIA Mínimo	-2.6	-3.3	24	20	-0.3	-11	0	-2.39	-1	-2.5	5	-0.2	-4	9	-0.02	-0.1	-0	-0.58
INIA Promedio	4.8	-0.2	45	62	0	30	0.3	-0.57	-0.2	3.7	16	0.47	6	27	0	0.2	0.26	-0.33
INIA Máximo	15.3	2.6	80	129	0.5	71	0.8	1.31	0.9	9.8	30	1.94	23	57	0.03	0.87	0.74	-0.12
Confiabilidad Promedio %	53	53	62	63	67	50	65	30	28	50	59	58	65	56	57	56	61	51

## Comentarios finales

- Se debe definir claramente que se va a producir.
- Una vez definidas las variables a mejorar, establecer un protocolo de mediciones y de selección animal, que se base en registros objetivos y en la evaluación genómica de los animales.
- Seleccione sus vientres de reemplazo, toros y semen de acuerdo a los objetivos planteados previamente y que sean mejoradores para esas características, con el objeto que las crías sean cada año superior a sus padres.
- INIA tiene un programa de mejoramiento genético a nivel nacional. Los productores están invitados a participar de este programa.
- Recuerde que la selección genómica permite mejorar los datos obtenidos a través de los modelos tradicionales de selección y no reemplaza un buen programa de mejoramiento genético.
- Es necesario seguir trabajando en modelos que apliquen este tipo de información, para poder hacer los ajustes necesarios que permitan maximizar su impacto.

Permitida la reproducción del contenido de esta publicación citando fuente y el autor.

Comité Editor: Claudio Pérez y Raúl Lira

**INIA KAMPENAIKE**

Angamos 1056 - C.C. 277 - Teléfono (56) 612242322 - Punta Arenas, Chile

Facebook: [www.facebook.com/iniakampenaike](http://www.facebook.com/iniakampenaike)

Twitter: @inia\_kampenaike

[www.inia.cl](http://www.inia.cl)

**Año 2019**  
**INFORMATIVO Nº 88**

Junio de 2019