

# IMPACTO DE LA SELECCIÓN GENÓMICA EN EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL GANADO BOVINO DE LECHE Y CARNE

PROF. DR. JOSÉ BENTO STERMAN FERRAZ

Centro de Pesquisas em Melhoramento Animal Biotecnologia e Transgenesis  
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo,  
Brasil, [jbferraz@usp.br](mailto:jbferraz@usp.br)

EDGAR LENIN AGUIRRE RIOFRIO

Centro de Pesquisas em Melhoramento Animal Biotecnologia e Transgenesis  
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo  
Brasil, [jbferraz@usp.br](mailto:jbferraz@usp.br)

Universidad de Loja, Ecuador

[leninaguirrer@usp.br](mailto:leninaguirrer@usp.br)

## INTRODUCCION

Los aumentos de la productividad en la agricultura y su notorio progreso en los procesos de selección y adaptación de nuevas variedades a los diversos ambientes de la frontera agrícola brasileña, han logrado una mayor rentabilidad de las actividades agrícolas frente a las pecuarias. Esto ha obligado a la producción zootécnica a buscar rápidamente maneras de aumentar la productividad y rentabilidad del sector, que en las últimas décadas ha cedido espacio para la agricultura.

Una forma de conseguir aumentos expresivos y acumulativos de productividad y rentabilidad es el mejoramiento animal, el cual viene siendo realizado desde los principios de la humanidad cuando el hombre comenzó a domesticar los animales y percibió que podía modificar la aptitud de los mismos a lo largo de las generaciones. El mejoramiento animal está compuesto básicamente de dos fases: la selección y los sistemas de cruzamiento.

La selección de reproductores, no es más que el escoger los animales que van a ser los padres de las próximas generaciones y que serán apareados de forma más privilegiada que los demás individuos de la población, este proceso permite que los mismos dejen más descendientes y contribuyan de forma diferenciada con el

patrimonio genético de la próxima generación, dejando más copias de sus genes y alterando la frecuencia genética. Esto es particularmente importante en las especies en las cuales las hembras de reposición provienen del propio rebaño, como es el caso de los bovinos de leche y carne, ovinos, caprinos, etc.

La selección genómica es una metodología que de forma pionera integra las tecnologías genómicas y las herramientas de la genética cuantitativa, propiciando un gran salto cualitativo en los sistemas de evaluación genética. Esta nueva técnica experimental viene rápidamente cambiando los paradigmas del mejoramiento genético de animales domésticos y plantas, causando una verdadera revolución en nuestra capacidad de prever fenotipos y con eso aumentar la precisión en la selección a una edad temprana, maximizando con ello la ganancia genética por unidad de tiempo (Resende et al., 2010). Uno de los principales aspectos de la selección genómica es preseleccionar animales antes de que su desempeño sea medido, minimizando costos y economizando tiempo. El presente documento por lo tanto, pretende abordar no solamente aspectos relacionados a la selección genómica, sino, resaltar algunos conceptos básicos del mejoramiento para un mayor entendimiento de los lectores.

## **SELECCIÓN**

Para entender cómo funciona el proceso de selección y cómo el mejoramiento genético animal puede ser aplicado para mejorar la productividad y rentabilidad, es necesario el conocimiento de algunos conceptos.

### **¿QUÉ ES EL MEJORAMIENTO GENÉTICO ANIMAL?**

Es la ciencia que estudia las acciones de la genética de los individuos y del ambiente en la determinación de las características de interés económico, esta ciencia se divide básicamente en dos acciones: la selección y los sistemas de apareamiento.

La selección consiste en escoger aquellos animales que por la unión de sus gametos formarán la próxima generación. La selección por permitir tasas reproductivas diferenciadas es una de las más poderosas fuerzas de alteración de la frecuencia genética en las poblaciones. Pero ¿cómo escoger los reproductores y hembras de reemplazo de manera adecuada a determinados objetivos con el menor riesgo posible?

Esa es la pregunta que está siempre intrigando a los ganaderos, para responder a la misma es necesario responder a otra pregunta crítica para el agro-negocio del sector pecuario: ¿para qué sirven los reproductores y hembras de reemplazo?

Los animales de reproducción en un rebaño, son verdaderas “máquinas” y valen por el número de productos que ellos producen (terneros/as). Si las máquinas valen por sus productos y para producir esos descendientes, machos y hembras contribuyen con partes iguales en la genética nuclear, la cual es transmitida por sus gametos (espermatozoides y óvulos), por lo tanto ambos reproductores valen exactamente el valor medio de sus gametos. Esta respuesta es esencial para que

se sepa dar un valor correcto al material genético que es adquirido en las ganaderías. ¿Pero cómo conocer ese valor?

Lamentablemente no es posible conocer con precisión el valor genético de los animales. El problema es muy simple: el desempeño de los animales, también llamado fenotipo es el resultado del patrimonio genético que el animal posee, llamado genotipo y también de los efectos del medio ambiente, existiendo aun una interacción entre el genotipo y los efectos ambientales, pues algunos animales son superiores a otros en algunos ambientes pero pueden ser inferiores en otros ambientes. La Figura 1, esquematiza los factores que condicionan el desempeño de un animal, desempeño que puede expresarse en características de crecimiento, reproductivas, de calidad de carne.

Para un mejor entendimiento, es posible colocar el diagrama de la Fig. 1, en la forma de un modelo o ecuación simple y simbolizar el fenotipo con F, el genotipo con G y el medio ambiente con E y la interacción genotipo-ambiente con GE. El desempeño de nuestros animales sea cual fuera la característica estudiada (peso al destete, peso al año, producción de leche, circunferencia escrotal, etc.) podrá ser colocada en una ecuación simple:

$$F = G + E + GE$$

Esta ecuación muestra que el fenotipo que medimos en los animales no demuestra sus cualidades o potencialidades genéticas. Esa producción o medida (F) estará siempre influenciada por el ambiente (E) y por la interacción GE.

Para complicar un poco, la fracción G puede ser dividida en tres componentes: valor aditivo de los genes (A) que todo gen tiene el desvío de la acción individual, el desvío debido a la acción de dominancia (D) que dependen del efecto conjunto de los genes contenidos en los gametos que vienen del padre y de la madre y del efecto de interacción entre genes de loci diferentes (I), por tanto la ecuación quedaría:

$$F = (A+D+I) + E +GE$$

El único término que se lo puede predecir de dicha ecuación es el A. La evolución de las metodologías de análisis de datos para estimar el valor de A, ocurrió en el siglo XX y exige el uso de modelos estadísticos bastante complejos, requiriendo para ello un conjunto de observaciones e información del pedigree de los animales. Cuando estimamos el valor de A y lo utilizamos para la selección de los animales que dejaron descendientes, estaremos cerca de obtener la ganancia máxima que la selección puede ofrecer.

## **EVALUACIONES GENETICAS**

El proceso por el cual son estimados los valores genéticos aditivos de los animales, el A de la ecuación anterior, es conocido como evaluación genética. Evaluar la calidad genética de un animal, no es más que estimar su valor genético

aditivo (A). No se puede conocer con precisión el valor que un animal tiene como reproductor, pero, por medio de metodologías diversas es posible estimar ese valor, pero es necesario que las estimativas sean libres de los efectos del medio ambiente y de la interacción genotipo-ambiente.

El valor genético de los animales depende de la acción de los genes involucrados en la determinación de las características, del número de informaciones de los animales evaluados (cuanto mayor es el número, mejor es la estimativa del valor genético), del parentesco entre los individuos evaluados y las fuentes de información (cuanto más próximo el parentesco, mayor importancia la información debe tener), a más de los llamados efectos permanentes del ambiente y de la precisión con que los mismos son identificados.

Por definición el valor genético aditivo esperado (Expected Breeding Value) o EBV de un animal, es el valor que él tendría como reproductor, por tanto, el valor genético aditivo (A) es el que los rebaños seleccionadores (rebaños de “pies de cría”) venden, pues expresa el potencial genético de los animales vendidos. Y este valor muestra cuánto la media de los hijos de un animal se desvía en relación a la media de todos los hijos de los reproductores que están siendo utilizados, en otras palabras, cuánto producirán “a más o a menos” que la media de los hijos de los otros reproductores que han sido usados en la misma población donde estamos estimando los valores genéticos.

Las DEPs (Diferencias Esperadas en la Progenie) son por definición la fracción de superioridad de la progenie debido a los efectos de los genes del reproductor y corresponden a la mitad del valor genético aditivo. Este concepto de DEP es usado por los criadores de ganado de carne, en tanto que en ganado de leche se utilizan dos términos, PTA (Predicted Transmitting Ability) o habilidad predicha de transmisión, TA (Transmitting Ability) o habilidad de transmisión, o también PD (Predicted Difference) o SC (Sire Comparison), comparación entre reproductores. En esencia todos estos términos estiman la mitad del valor genético de un reproductor.

Las DEPs son una potente herramienta para auxiliar en las decisiones de selección a los criadores y valerse de esta herramienta en el momento de seleccionar cuál toro o semen a utilizar, va aumentar de manera acentuada el progreso genético de los rebaños.

Las estimaciones de parámetros genéticos y el estudio de correlaciones genéticas entre características de carcasa y desempeño ponderal son parte importante de un estudio amplio que busca la determinación de los criterios de selección, permitiendo predecir los efectos de la selección para una característica sobre otras de interés económico. En este contexto el coeficiente de heredabilidad es un parámetro indispensable en la predicción del mérito genético de los animales y en la estimación de la respuesta a la selección, este parámetro es característico de determinada población y puede sufrir alteraciones a lo largo del tiempo como consecuencia de la selección y decisiones de manejo. El coeficiente de correlación también es un parámetro genético importante, pues establece la fuerza de asociación de una característica en relación a otra, informando si determinada

característica puede o no ser influenciada por las decisiones de selección en la otra.

Además de la predicción del valor genético de los animales, es importante también la precisión asociada a este valor que depende de la calidad y cantidad de información disponible. En general cuanto mayor es el número de informaciones del desempeño de los animales y más próximo el parentesco entre ellos, mayor es la precisión de la estimación del valor genético.

Los Criadores Brasileños hacen uso intenso de las evaluaciones genéticas en sus decisiones de adquisición de reproductores con grandes ganancias de productividad. Una manera de evaluar el estado de un rebaño son las ganancias genéticas por generación o mejor todavía, las ganancias genéticas por año, que reflejan la media del patrimonio genético expresado en valor genético aditivo (A) de los animales nacidos cada año.

Estas metodologías han sido aplicadas a todos los vegetales y animales involucrados en la alimentación, compañía, trabajo y bienestar del hombre. Las especies que más se beneficiaron de este avance tecnológico fueron el maíz, en la década de 1930-1940 las aves de postura, a partir de la década de 1940 los pollos de carne, a partir de 1950 en adelante los suinos y bovinos lecheros, más tarde por la década de 1980 y 1990 fue el turno para los bovinos de carne, en el caso de los ovinos, metodologías modernas han sido aplicadas en el inicio de la primera década del siglo XXI.

En todas estas especies de interés zootécnico, el hombre dejó de escoger animales para reproducción tan sólo por la evaluación visual y pasó a utilizar informaciones para estimar cuál sería el valor de los individuos como reproductores, siendo el avance de la productividad en estas especies enorme. En el caso de los bovinos de carne aún continúan muchos criadores a comprar toros jóvenes y novillas de remplazo tan sólo por la evaluación visual o por la información del pedigree de los animales.

La enorme valoración de machos y hembras campeones de exposición de ganado de carne, con precios de venta incompatibles con el mercado comercial, muchas veces se basa en la selección visual asociada a la selección por el pedigree, métodos poco precisos de evaluación. La transferencia de embriones realizada muchas veces en hembras que tuvieron problemas reproductivos e inclusive que nunca parieron y por tanto no tienen evaluaciones de ningún tipo, han sido realizadas como forma de obtener embriones de alto precio. Estos dos mecanismos de supervalorar los animales y embriones, tiene como consecuencia no el mejoramiento de la raza, pero sí resultados impredecibles que muchas veces llevan a un trabajo de selección contrario a los reales objetivos de la ganadería, por tanto los procesos de selección deben estar orientados por los valores genéticos de los individuos y dependiendo del nivel de riesgo que se puede asumir por la precisión de las evaluaciones.

TABLA 1. Relación entre la exactitud en la estimación del valor genético de un animal y el riesgo de utilizar o no el mismo como reproductor en la propiedad.

Exactitud (accuracy)	Razón	Riesgo
0,10 a 0,30 (Baja)	Animal joven con poca información ⇒ exactitud baja, disminuye el intervalo entre generaciones	Alto
0,31 a 0,70 (Media)	Número razonable de informaciones, reproductor joven, con 10 a 20 hijos evaluados (en bovinos de leche, 10 a 20 hijas) ⇒ exactitud	Medio
> 0,7 (Alta)	Número suficiente de informaciones, animal con más de 20 hijos o hijas evaluadas ⇒ exactitud alta, aumenta mucho el intervalo entre generaciones	Baja

## PRECISION DE LAS EVALUACIONES

La precisión (accuracy) también conocida como “repetitividad” o “confiabilidad” de una característica, es una medida de la correlación entre el valor estimado y los valores de las fuentes de información, mide cuánto de la estimativa que obtuvimos está relacionada con el valor real del parámetro, en otras palabras, ella nos informa cuánto del valor estimado es “próximo” del valor real y nos da la confiabilidad de aquella estimativa o valor. Si el valor genético es estimado sólo por el desempeño del propio animal (en peso al año por ejemplo), el valor de la repetitividad será de 0,50 (para heredabilidad de 0,25), pero si la estimativa se basó en 18 hijos (progenie) de un toro con una muestra aleatoria (al azar) de vacas, la repetitividad subirá a 0,74. Mientras más información de un reproductor y sus parientes esté disponible, más precisa y confiable será la estimación. Así, es común que toros con menor número de hijos frente a otros, tengan repetitividades mayores, debido

justamente a un mayor número de parientes en la estimación de su valor genético.

Este concepto de accuracy es muy importante para las decisiones de un criador, pues indica el “riesgo” de la decisión. Si el criador tuviera un pequeño rebaño de alto valor genético, resultaría problemático utilizar un reproductor cuyo valor genético aditivo (DEP) tenga baja confiabilidad (accuracy), pues conforme aumente la información del mismo en la próxima evaluación o en el próximo año, aquel valor genético podrá disminuir y aquel criador va a tener hijos de un reproductor inferior al que él aspiraba tener. Pero aquel valor también podría subir y entonces el criador tendría hijos de un buen toro. La accuracy por último nos informa de la “seguridad” que tenemos de que aquel valor estimado va a cambiar o no.

Pero, si el criador tiene un gran rebaño y gusta de correr riesgos (y tener mayores ingresos), él podrá invertir adquiriendo toros jóvenes (o semen) con altos valores estimados y baja repetitividad, que en general son más baratos, y usar este material genético en una parte de su rebaño. Si el toro confirma su alto potencial y tuviera mayor accuracy en la próxima evaluación, este criador haría un buen negocio, pero, si tuviera un menor desempeño, sólo parte de sus productos será originario de reproductores “inferiores”.

Altas repetitividades son sólo conseguidas a partir de muchas informaciones del animal que está siendo evaluado, obtenidas a partir de muchos hijo(a)s y eso significa más tiempo entre el nacimiento y su uso en el rebaño, aumentando con ello el intervalo entre generaciones y disminuyendo la ganancia genética por año. Por lo tanto, usar animales jóvenes con baja accuracy, puede aumentar el riesgo, pero, si la evaluación estuviera siendo bien realizada, el mérito genético del rebaño como un todo crece más rápidamente de que utilizar toros probados con altas repetitividades. La decisión es estrictamente técnica y debe ser tomada caso a caso, la Tabla 1 nos da una idea aproximada de ese riesgo.

## **GWAS (GENOME WIDE ASSOCIATION STUDIES) Y GS (GENOME SELECTION)**

La posibilidad de predecir de manera confiable el mérito de los individuos basado en sus genotipos analizados por paneles densos de polimorfismo de base única (SPS), en un proceso conocido por selección genómica, fue propuesto por Nejati-Javaremi et al. (1997) y por Meuwissen et al. (2001). Esta innovadora metodología fue sugerida como una forma de aumentar la eficiencia y acelerar el mejoramiento genético. Los estudios de asociación del genoma amplio (GWAS), enfatizan la predicción simultánea (sin el uso de test de significancia para marcas individuales) de los efectos genéticos de millares de marcadores genéticos de DNA (SNP, DArT, microsátélites)

dispersos en todo el genoma de un organismo, de forma a capturar los efectos de todos los loci (tanto de pequeño cuanto de gran efecto) y explicar toda la variación genética de un carácter cuantitativo.

La condición fundamental para eso es que haya desequilibrio de ligación a nivel poblacional, entre alelos de los marcadores y alelos de los genes que controlan el carácter. La predicción de los efectos genéticos es realizada con base en datos genotípicos y fenotípicos de individuos pertenecientes a una muestra de la población de selección (Resende et al. 2010). El uso de estas modernas técnicas que incorpora informaciones moleculares a las informaciones fenotípicas, han causado enorme impacto en las evaluaciones genéticas, pero, lo que realmente cambió con la evolución de los métodos de evaluación fue la precisión de las estimaciones. Con el aumento de dicha precisión del valor genético aditivo, los criadores pueden fallar mucho menos en la selección de reproductores y consecuentemente aumentar la velocidad de los procesos de ganancia genética.

El raciocinio que da soporte a la selección genómica en la producción animal, es que dada una densidad de marcadores suficientemente alta para cubrir el genoma dentro de un organismo, la mayoría de QTL (quantitative trait loci), que son las regiones del genoma que codifican características importantes, serán cubiertas y ligadas a algunos de esos marcadores en un fenómeno conocido como desequilibrio de ligación (linkage disequilibrium). Por lo tanto la suma de los efectos de todos los marcadores del tipo SNP, sería un buen indicador del mérito genético para selección de los candidatos para reproductores, permitiendo con ello tomar decisiones de selección tan pronto como las informaciones genómicas estén disponibles (Hayes et al. 2009; Neves et al. 2014). El uso de estas tecnologías para seleccionar los animales que serán utilizados como hembras de reemplazo y/o reproductores es conocido como selección genómica (GS).

## **¿POR QUÉ UTILIZAR MARCADORES MOLECULARES?**

El uso de marcadores moleculares sirve para ayudar al criador a identificar machos y hembras para la reproducción aun en la edad joven y que tienen potencial para transmitir genes favorables para el mejoramiento de los rebaños. Con su uso serán alteradas las frecuencias de esos genes en detrimento de otros menos favorables o hasta desfavorables que existen en la población. Los marcadores son poderosas herramientas auxiliares de los procesos de selección (Ferraz et al. 2008) y en conjunto con las DEP serán de gran importancia para:

- Adquisición de toros, hembras, animales de reposición y hasta mismo lotes para engorda;



- Selección de animales que deberán ser utilizados con mayor intensidad, sea como donadores de semen o de ovocitos;
- Selección de toros con habilidades especiales y sexo específicas que pueden servir como donadores de semen sexado, por ejemplo toros con PTA altos para producción de leche, proteína, grasa o bajo para CCS;
- Selección de hembras que produzcan mayor sobrevivencia embrionaria y que tengan mayor producción de preñeces en las transferencias de embriones;
- Orientar apareamientos de manera más objetiva;
- Clasificación de animales en grupos de mejor desempeño con alimentación, medicación o vacunación diferenciada, son las nuevas ciencias que están naciendo: nutrigenómica, farmacogenómica, vacigenómica, etc.;
- Identificación de reproductores a ser utilizados en mayor escala para producir carne de alta calidad, con mayor ternura y marmoleo para mercados cada vez más exigentes;
- Orientar la compra de novillas de reposición y material genético como semen y embriones;
- Anticiparse en el tiempo en la toma de decisiones, descartándose precozmente animales de menor productividad;
- Selección por el color, por la presencia o no de cuernos en los descendientes;
- Acortamientos del progreso genético por la selección de animales con evaluaciones genéticas (DEP o PTA) interesantes, jóvenes, sin progenie, pero con confiabilidad.

Pero, es necesario considerar que el uso de paneles y marcadores desarrollados en Bos Taurus y en sistemas de producción diferentes de los brasileños, puede generar resultados deficientes, pues una parte significativa de esos marcadores puede no mostrar asociación con la producción de nuestros cebuinos, tan diferentes y distantes genéticamente de los bovinos taurinos.

También es necesario resaltar que el hecho de que un reproductor tenga altos scores, no garantiza que los hijos vayan a tener desempeños superiores en aquellas características, pues el ambiente ofrecido a los animales debe ser considerado, especialmente el aspecto sanitario, alimentación, nutrición, manejo e instalaciones (Fig. 1). La optimización de esos factores ambientales es necesaria para garantizar el aumento de la productividad y que el potencial genético identificado en las evaluaciones y en los marcadores genéticos ofrece.

Otro aspecto de gran importancia es que los marcadores moleculares en conjunto explican una parte, normalmente de 10 a 30% de variación genética

y ésta a su vez explica entre el 20 y 30% de variación fenotípica. Por lo tanto es muy común una evaluación molecular llamada valor genético molecular (VGM), el cual es muy diferente en magnitud e incluso hasta de señal contraria al valor genético aditivo estimado en las evaluaciones genéticas (DEP o PTA).

Los grandes impactos del uso de marcadores moleculares en los procesos de selección de ganado de leche y carne son tratados en los siguientes tópicos, a más de ser discutidos por Ferraz et al. 2008; Montaldo et al. 2012 y Resende et al. 2010.

## **IDENTIFICACIÓN DE PATERNIDAD**

Una de las más grandes contribuciones de la tecnología de marcadores de ADN para la ganadería, particularmente en ganado de carne, es sin duda el reconocimiento de paternidad de animales hijos de reproductores múltiples, pues, los buenos programas de selección existentes en el país utilizan este sistema, usando los mejores toros de cada lote como padres de la próxima generación. Cuando la paternidad de un candidato a reproductor o madre es reconocida, las ligaciones de ese animal con el pedigree verdadero proporcionan una evaluación genética más próxima de la realidad, aumentando de manera considerable la confianza (accuracy) de las estimaciones del valor genético aditivo. Varios laboratorios brasileños prestan este servicio de paternidad utilizando varias metodologías, desde las más antiguas (tipo sanguíneo), pasando por los microsatélites de ADN, hasta las más modernas que usan los marcadores tipo SNP. Importante revisión sobre el asunto puede ser encontrado en Silva et al. (2014).

## **IDENTIFICACIÓN PRECOZ DE ANIMALES QUE TIENEN POTENCIAL DE TRANSMISIÓN DE GENES FAVORABLES**

Con el avance de las tecnologías y con una mayor cobertura del genoma con marcadores tipo SNP, se volvió posible identificar precozmente, tan pronto como el genotipaje esté disponible, animales con mayor potencial de pasar sus genes a la próxima generación (Hayes et al. 2009; Neves et al. 2014). Esto causa una enorme economía de recursos financieros y tiempo, especialmente en ganado lechero, pues animales potencialmente de alto valor genético pueden ya ser identificados al nacimiento y ser seleccionados para los test de progenie.

El mejor ejemplo de este uso es dado por la empresa CRV, Holand Genetics (<https://global.crv4all.com/aboutus/breedingprogram/>), esta empresa

genotipa 1050 becerros de alto PTA, provenientes de criadores de Holanda y de la transferencia de embriones de su núcleo Delta y otros 1050 becerros también con alto PTA, provenientes de países europeos socios (Alemania, España, Francia, entre otros) y, de esos 2100 potenciales toros, seleccionan 6.7% (1 por cada 15), para ser sometidos a test de progenie y de las lactaciones de sus hijas serán obtenidas las informaciones que confirmarán que el potencial de transmitir sus genes fue efectivo. Esto hizo que los costos de test de progenie se reduzcan notablemente. En Holanda son genotipados rutinariamente por semana 150 animales entre machos y hembras, en un trabajo conjunto con la Universidad de Liege, Bélgica, retornando los resultados a los criadores semanalmente y cada tres semanas las ecuaciones de predicción son reestimadas, garantizando con ello que los resultados sean cada vez más próximos de la realidad.

En la Fig. 2, se muestra con claridad la confiabilidad adicional obtenida con el uso de informaciones genómicas en el programa de la CRV.

El uso de la genómica aplicada al ganado de leche fue ampliamente discutida por Silva et al. (2014), que destaca el intenso y exitoso uso de la selección genómica en los Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y otros países, estos autores también presentan una óptima revisión de las metodologías y una comparación entre la selección asistida por marcadores y la selección genómica, así también resaltan las impresionantes ganancias genéticas de hasta 50% obtenidas por la Livestock Improvement Corporation de Nueva Zelanda y las manifestadas por investigadores holandeses que observaron aumentos de accuracy entre 15 y 43%.

Las investigaciones realizadas con genómica aplicada al ganado lechero en Brasil se concentran especialmente en EMBRAPA Gado de Leite, con algunos trabajos desarrollándose en la Universidad Estadual Paulista (Unesp) de Jaboticabal, especialmente en búfalos.

En ganado de carne tanto en Brasil cuanto en el exterior se ha realizado bastante, así tenemos que en

Brasil los grupos de investigación de la Unesp (Araçatuba, Jaboticabal y Botucatu); EMBRAPA Pecuaria Sul, Pecuaria Sudeste y Gado de Corte; USP (FMVZ, Sao Paulo, FZEA, Pirassununga). Todos ellos han realizado muchos trabajos utilizando pocos marcadores o con el uso de paneles de baja densidad de marcadores tipo SNP, analizando características ligadas a la calidad de carne y eficiencia alimentaria, a más de características reproductivas y de crecimiento (Marson et al. 2005; Marson et al. 2008; Ferraz et al. 2009; Rezende, 2009; Pinto et al. 2010; Pinto et al. 2011; Rezende, 2012; Rezende et al. 2012; Gomes et al. 2013).

El tema de la selección genómica es tan actual que la revista Livestock Science (Elsevier, Holanda), lanzó en el 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, que se realizó en Vancouver en Agosto

2014, un número especial con 25 artículos sobre genómica aplicada a la producción animal. En este número especial los lectores encontrarán artículos desde la historia en el uso de la genómica, pasando por el desenvolvimiento de las metodologías, aplicaciones en las diferentes especies y el futuro de la misma, con un enorme potencial para continuar causando importantes impactos en la producción animal (Ferraz et al. 2014).

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Los procesos selectivos son la parte de mayor importancia para el mejoramiento genético animal, la correcta definición de los objetivos y de los criterios de selección, así como también la utilización adecuada de los métodos más modernos de estimación de los valores genéticos aditivos y el uso de los mismos como criterios de selección, son esenciales para maximizar u optimizar la velocidad de ganancia genética y aumentar la productividad de los rebaños, siempre tomando en cuenta la adaptación de los mismos a los sistemas de producción.

Los criadores deben conocer y creer en los programas de evaluación genética, aprender y definir sus criterios de selección y aparear sus animales de la forma más adecuada posible, para obtener resultados de producción y de retorno económico más rápido.

Los marcadores moleculares llegaron para aumentar la confianza de las estimaciones de los valores genéticos y vinieron para quedarse. Ellos forman un conjunto de herramientas de enorme valor para que el criador pueda aumentar la velocidad de ganancia, pues con su uso, el responsable de la selección de animales conseguirá escoger con mayor precisión aquellos que servirán para reproductores, transmitiendo con ello los genes más interesantes para las próximas generaciones.

Los marcadores moleculares se volvieron rápidamente en importante fuente de apoyo al manejo, ya sea por la identificación de paternidad, ya sea por la identificación de animales más adecuados a los diferentes tipos de manejo, permitiendo con ello uniformizar los lotes.

Las evaluaciones genéticas expresadas en DEP en conjunto con los marcadores moleculares o genéticos, pueden ser utilizados en una gran variedad de nuevas aplicaciones que añadan valor al producto, permitiendo con ello causar un gran impacto en la pecuaria brasileña, colocándola a nivel de productividad y calidad semejantes al de los principales países productores de carne bovina, facilitando con ello la conquista y mantenimiento de mercados.

Finalizando, el uso de cruzamientos para mejorar la productividad del rebaño es una herramienta bastante eficaz, pero sofisticada, que puede traer resultados excelentes cuando es bien manejada, pero desastrosos si es

utilizada de manera inadecuada. El mejoramiento genético animal exige conocimiento, pero, es una de las más eficientes maneras de aumentar de manera sustentable la productividad.

#### **REFERENCIAS**

Fuente.

<https://bmeditores.mx/ganaderia/impacto-de-la-seleccion-genomica-en-el-mejoramiento-productivo-del-ganado-bovino-de-leche-y-carne-2382/>

**Clic Fuente**



**MÁS ARTÍCULOS**