

# Uso de la prueba molecular Igenity para seleccionar bovinos mestizos con genes que favorecen la ternera de la carne

Helmut Bethancourt y Ramón Martínez

## Abstract

The tenderness of the meat is one of the qualities most appreciated within the characteristics that promote the quality of beef. The tenderness of beef is due to several factors that include an important genetic component. The genomic profile of Igenity is an informative tool to identify the potential of beef cattle, including tenderness. The objective of this study is to determine the contribution of the Igenity profile as a molecular tool to obtain crossbred cattle (*Bos taurus* x *Bos indicus*) with greater potential to produce high quality meat. A group of crossbred cows (CON) was randomly selected from a crossbreeding system with three breeds (two *Bos taurus* and one *Bos indicus*). Black and red Angus bulls with high potential were used as meat quality improvers based on progeny tests and molecular tests to produce mestizo descendants (SAM) through an artificial insemination program with the Cows CON. The Igenity genomic profile was elaborated with an emphasis on characteristic tenderness to 38 SAM calves and calves and their respective CON mothers. Three groups were separated on the basis of their genomic potential for meat tenderization: less tender (1-5), intermediate (6-7) and more tender (8-10). Among cows with and their offspring SAM 84% and 42% were classified in the less tender group and 16% and 42% in the intermediate group, respectively. 16% of the SAMs were classified in the most tender group, however, none of the NOCs achieved this classification. The results indicate that a system of crosses of three races for tropical climates is not enough to guarantee an optimal frequency of genes associated with tenderness. However, the genomic potential for the characteristic tenderness verified in the SAMs allows us to conclude that a significant advance in genetic improvement can be achieved for this characteristic in a single generation.

Keywords: tenderness, bovines, molecular markers, Igenity.

## Resumen

La ternera de la carne es una de las cualidades más apreciadas dentro de las características que promueven la calidad de la carne bovina. La ternera de la carne de res se debe a varios factores que incluyen un componente genético importante. El perfil genómico de Igenity es una herramienta informativa para identificar el potencial del ganado de carne, incluyendo la ternera. El objetivo de este estudio es determinar el aporte del perfil Igenity como herramienta molecular para obtener bovinos mestizos (*Bos taurus* x *Bos indicus*) con mayor potencial para producir carne con elevada calidad. Se seleccionó al azar un grupo de vacas mestizas (CON) de un sistema de cruzamiento con tres razas (dos *Bos taurus* y una *Bos indicus*). Se utilizaron toros de raza Angus negro y rojo con alto potencial como mejoradores de calidad de carne basado en pruebas de progeñe y pruebas moleculares para producir descendientes mestizos (SAM) mediante un programa de inseminación artificial con las vacas CON. Se realizó el perfil genómico Igenity con énfasis en la característica ternera a 38 becerros y becerras SAM y sus respectivas madres CON. Se separaron 3 grupos en base a su potencial genómico para ternera de la carne: menos tiernos (1-5), intermedios (6-7) y más tiernos (8-10). Entre las vacas CON y sus descendientes SAM el 84% y 42% se clasificaron en el grupo menos tiernos y el 16% y 42% en el grupo intermedio, respectivamente. El 16% de los SAM se clasificó en el grupo más tierno, sin embargo, ninguna de las CON logró esta clasificación. Los resultados indican que un sistema de cruzamientos de tres razas para climas tropicales no es suficiente para garantizar una óptima frecuencia de genes asociados a la ternera. Sin embargo, el potencial genómico para la característica ternera verificado en los SAM permite concluir que se puede lograr un avance significativo en el mejoramiento genético para esta característica en una sola generación.

Palabras clave: ternera, bovinos, marcadores moleculares, Igenity.

## INTRODUCCIÓN

La ternera de la carne es una de las cualidades más apreciadas dentro de las características que promueven la calidad de la carne bovina y uno de los atributos más demandados por los consumidores de carne en todo el mundo, Gitou *et al.* (2011). garantizar la ternera de la carne incrementaría la demanda de la misma (DeVuyst *et al.* 2011).

La ternera de la carne de res se debe a varios factores que incluyen un componente genético importante, Miller *et al.* (2010). Aunque la carne bovina con un alto nivel de grasa intramuscular puede tener mayor ternera (Guelker *et al.*, 2012), el mejoramiento genético para ternera de carne de res ha sido poco explotado debido a que su cuantificación en animales vivos es complicada. Es costoso medir la ternera de la carne, ya que requiere

<sup>1</sup> Investigadores. Universidad Nacional Evangélica (UNEV), Santo Domingo, República Dominicana. Correo electrónico: helmutbio@yahoo.com

que se cocine un corte de carne específico de los animales sacrificados y esto no es práctico a gran escala, Miller *et al.* (2010).

La ganadería de carne en la República Dominicana está influenciada por razas del grupo *Bos indicus*. Estudios comparativos entre carne de ganado bovino revelan que la carne *Bos indicus* y sus cruces es menos tierna que la de los *Bos taurus*, tanto en las mediciones de resistencia al corte como en evaluaciones con panel sensorial (Crouse *et al.* 1989, O'Connor *et al.* 1997). En razas como la Brahman, esto se debe en parte a que tienen menor cantidad de colágeno soluble y mayor cantidad de tejido conjuntivo en los músculos, lo que disminuye la ternura de la carne, Riley *et al.* (2005).

El cruzamiento de vacas con 3/8 *Bos indicus* con toros Angus, produce una alta proporción de descendientes que logra la calificación Choice (76%), mejorando la calidad de la carne en una sola generación, lo que permite tener un incentivo en el pago en Norte América, Brink (2012).

Aun en hatos de ganado *Bos taurus* que procuran ternura de carne, se recomienda que se tenga por lo menos un 25% de contenido genético de razas de origen británico (Angus, Hereford, South Devon o Shorthorn) para garantizar que la carne tenga un nivel de ternura aceptable, Dikeman *et al.* (2001) y Casas *et al.* (2010).

Las enzimas calpaína y calpastatina actúan en forma coordinada para degradar las proteínas de las fibras musculares a partir del momento de la faena, lo que genera el proceso de ternurización "post mortem" de la carne. Se ha identificado, en los genes de las enzimas calpaína y calpastatina, mutaciones o variantes genéticas (SNPs) asociadas a mayor y a menor ternura. Dichas mutaciones se denominan marcadores moleculares de ternura. Los marcadores más utilizados son: calpastatina 2959, calpastatina UoG, calpaína 316 y calpaína 4751, Gitou *et al.* (2011).

La información del ADN añade gran valor cuando se incluye en las predicciones de estimación genética de animales jóvenes y puede mejorar la certeza de las estimaciones genéticas, Spangler y Van Eenennaam (2010). Se trabaja en el desarrollo de paneles que incluya múltiples genes para su desarrollo y se prevé que en el futuro habrá paneles muy amplios para evaluar cientos de miles de marcadores a la vez, Miller *et al.* (2010). Sin embargo, estos pueden estar limitados a razas específicas de una región, McClure *et al.* (2012).

El perfil genómico de Igenity es una herramienta informativa para identificar el potencial del ganado de carne, incluyendo los del tipo *Bos indicus* y la misma se reporta del 1 al 10 dependiendo de la combinación de genes que contiene el animal. Está validado por el Consorcio Nacional de Evaluación de Ganado de Carne (NBCEC), y su panel de marcadores para la prueba de ternura

Igenity se tienen tres marcadores, estos son: CAPN 316, CAPN 4751 y UoG-CAST, Van Eenennaam *et al.* (2007).

En estudios de validación independiente de las pruebas moleculares para ternura, se comprobó que al utilizar la prueba Igenity para ternura en la carne entre los genotipos con resultado 10 hubo 1.04 kg menos de esfuerzo de corte en la prueba Warner-Bratzler comparado con la carne de los genotipos con resultado 1, Qaas *et al.* (2005). Autores particulares han corroborado la efectividad del uso de la prueba Igenity para seleccionar animales con mejor calidad de carne incluyendo grasa intramuscular y ternura, Brink (2012) y McEvers *et al.* (2012).

El objetivo de este estudio es determinar el posible aporte del perfil Igenity como herramienta molecular para obtener bovinos mestizos (*Bos taurus* x *Bos indicus*) con mayor potencial para producir carne con elevada calidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un grupo de vacas mestizas de la Hacienda La Perseverancia, localizada en La Isabelita del municipio Pedro Sánchez, provincia El Seibo, República Dominicana. En esta finca se utiliza un sistema de cruzamiento rotacional no estricto con toros de razas puras Charolais, Simmental y Brahman blanco. El uso de este sistema de cruzamiento rotacional ha generado vacas que contienen entre 25% y 75% de raza Brahman blanco en su genotipo.

Se seleccionaron al azar 38 vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) con diferentes niveles de razas *Bos taurus*. Estas vacas (CON) representan el sistema convencional de cruzamientos en el que se incorpora razas de clima templado, (por ejemplo, Charolais y Simmental) con el fin de mejorar la calidad de la carne, pero manteniendo un grado de genética cebuina (*Bos indicus*) con la raza Brahman blanco que aporta resistencia a clima tropical y a parásitos.

Mediante un programa de inseminación artificial, se produjeron descendientes F1 de las vacas CON y toros de raza Angus negro y Angus rojo, los cuales habían obtenido resultados 9 y 10 en el análisis de ternura Igenity, siendo 10 la valoración más alta.

Los becerros F1 (macho y hembra) nacieron entre febrero de 2015 y marzo de 2016. Estos animales tienen 50% de Angus negro o rojo, y proporciones variables de las razas Charolais, Simmental y Brahman. Se estima que su nivel de Brahman está entre 12.5% y 37.5%. Debido a que los toros fueron seleccionados en base a la prueba molecular Igenity, se considera que los becerros resultantes (SAM) son fruto de un proceso de selección asistida por marcadores moleculares.

Se tomaron muestras de pelo de la cola o de la cabeza de los becerros y becerras antes del destete y el mismo día se tomó muestras de las vacas madres. Dichas muestras fueron enviadas al laboratorio de Neogen Genomics (Lincoln, NE) utilizando tarjetas provistas por dicho laboratorio para muestras de pelo. Se realizó el perfil genómico Igenity, el cual incluye el análisis sobre terneza de carne.

Para el análisis de los datos se realizaron pruebas t para observaciones pareadas y sorteadas. Se realizó un análisis de correlación de Spearman para las variables evaluadas. El análisis realizado estuvo acorde a la naturaleza de los datos y la distribución de las variables analizadas. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa InfoStat versión 2016, Di Rienzo *et al.* (2016).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El reporte de los resultados del perfil Igenity para la característica terneza se reporta del 1 al 10 siendo 10 el más favorable. Las vacas CON obtuvieron resultados con un rango de 1 hasta 7, siendo el promedio 3.66. Los descendientes SAM obtuvieron resultados con un rango de 4 hasta 9, siendo el promedio 6.24, Figura 1.

Los resultados del análisis estadístico muestran diferencias significativas marcadas en los resultados reportados para la característica terneza del perfil Igenity entre la descendencia, independientemente del sexo, con relación a sus madres, las cuales fueron cruzadas con toros de alta valoración reportada para la misma característica, Tabla 1.

El análisis de correlación realizado a las madres y sus descendencias, independientemente del sexo, mostró una asociación positiva y significativa en los resultados para la característica terneza del perfil Igenity ( $R = 0.66$  y una probabilidad  $> R = 0.0008 < \alpha = 0.05$ ). El coeficiente de correlación entre las madres y las hijas fue mayor que el que resultó entre madres e hijos.

Tabla 1. Prueba de T para muestras pareadas relacionando la variabilidad de los resultados de la prueba Igenity para la característica Terneza entre las vacas cruzadas con toros con alto potencial para terneza de carne y su descendencia.

T (muestras apareadas)						
Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	DE(dif)	T	p(Unilateral D)
Tend_H	Tend_M	38	2.58	1.29	12.35	<0.0001

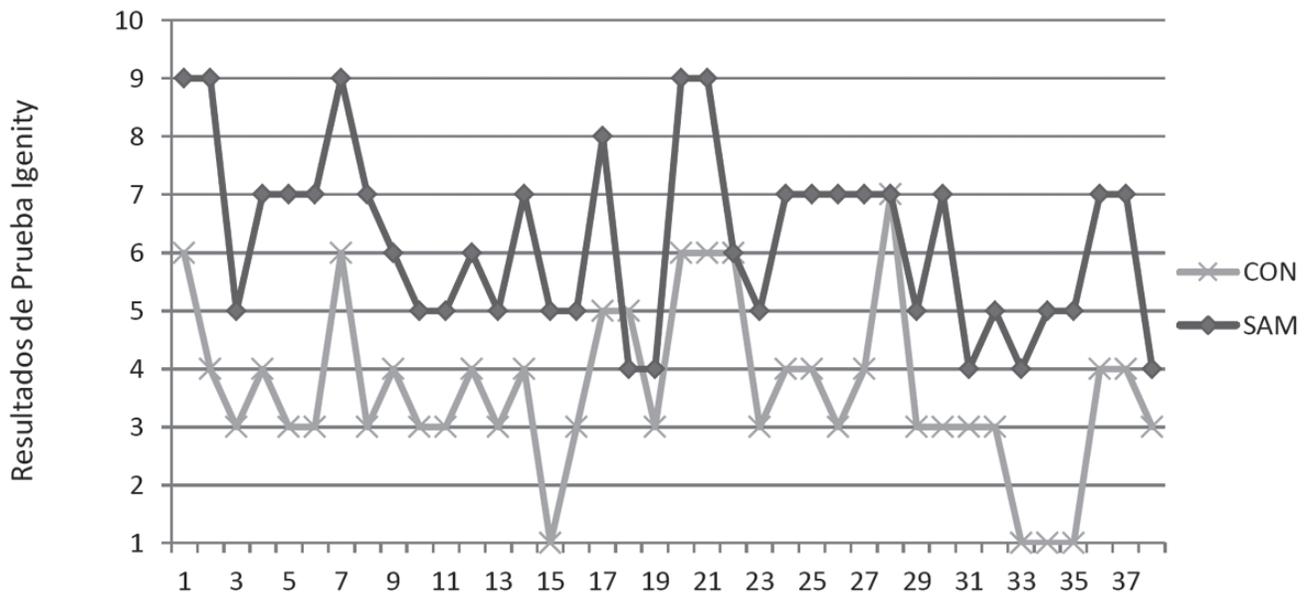


Figura 1. Reporte para la característica terneza de la prueba Igenity para vacas y sus respectivos descendientes luego de cruce con toros Angus negro y rojo con alto potencial genético para terneza de la carne.

Estudios sobre la relación entre la resistencia al corte (prueba Warner-Bratzler) y la valoración de la característica ternera del perfil Igenity han permitido clasificar los animales en tres grupos: los menos tiernos (1-5), el grupo intermedio (6-7) y los más tiernos (8-10), McEvers *et al.* (2012), esta muestra los resultados de un cruce rotacional no estricto con dos razas que aportan calidad de carne como Charollais y Simmental y la raza Brahman blanco en las vacas seleccionadas al azar mostró como más alto una valoración de 7. Solo un 16% de las vacas estuvo en rango intermedio de potencial para ternera de carne (6 y 7), mientras que el 84% se queda en el grupo con menos potencial para ternera de carne (1 al 4), Figura 2.

El cruzamiento rotacional con tres razas se ha utilizado en fincas productoras de carne bovina en la República Dominicana. Se atribuye la baja valoración de las CON al contenido de *Bos indicus* (ej. raza Brahman) y la selección de toros Charollais y Simmental, en base a su pedigrí y desempeño individual (ganancia de peso) sin información suficiente sobre su potencial para calidad de carne.

Al utilizar toros que obtuvieron 9 y 10 para la característica ternera en la prueba Igenity, hubo un salto significativo en el potencial genético de la descendencia. Un 16% de los SAM tuvieron una valoración de 8 y 9 correspondiente al grupo más tierno, mientras que 42% estuvo en el rango intermedio con valoración 6 y 7. Esto sugiere que cuando se seleccionan los toros con una

herramienta molecular como Igenity se puede lograr un salto en el potencial genético para ternera de carne en una sola generación (58% comparado con 16% en nivel intermedio o más tierno) en animales mestizos. Estos resultados concuerdan con los reportados en estudios realizados para mejoramiento de calidad de carne con animales mestizos *Bos taurus* x *Bos indicus*, y con novillos mestizos de razas británicas y continentales (*Bos taurus*), Brink (2012) y McEvers *et al.* (2012).

El perfil Igenity actualmente tiene un costo de 40 dólares por animal, sin incluir los gastos de toma de muestra y envío al laboratorio de Neogen Genomics. Aunque el perfil completo incluye marcadores moleculares para 13 características, es importante tener información sobre la validación de los mismos para animales mestizos y las distintas razas involucradas. Esto garantiza la eficiencia del uso de estos marcadores en las condiciones de manejo local, Parra-Bacramonte *et al.* (2011).

Los marcadores moleculares para la característica ternera fueron validados de forma independiente para distintas razas por la NBCEC, Van Eenennaam *et al.* (2007). La información sobre el potencial genómico proporciona criterios de selección objetivos y representa un valor agregado en la oferta de toros para reproducción, Guitou *et al.* (2011) y Van Eeneman *et al.* (2011), por lo que es razonable incluir los costos de estos análisis en el precio de venta de toros seleccionados con asistencia de marcadores moleculares.

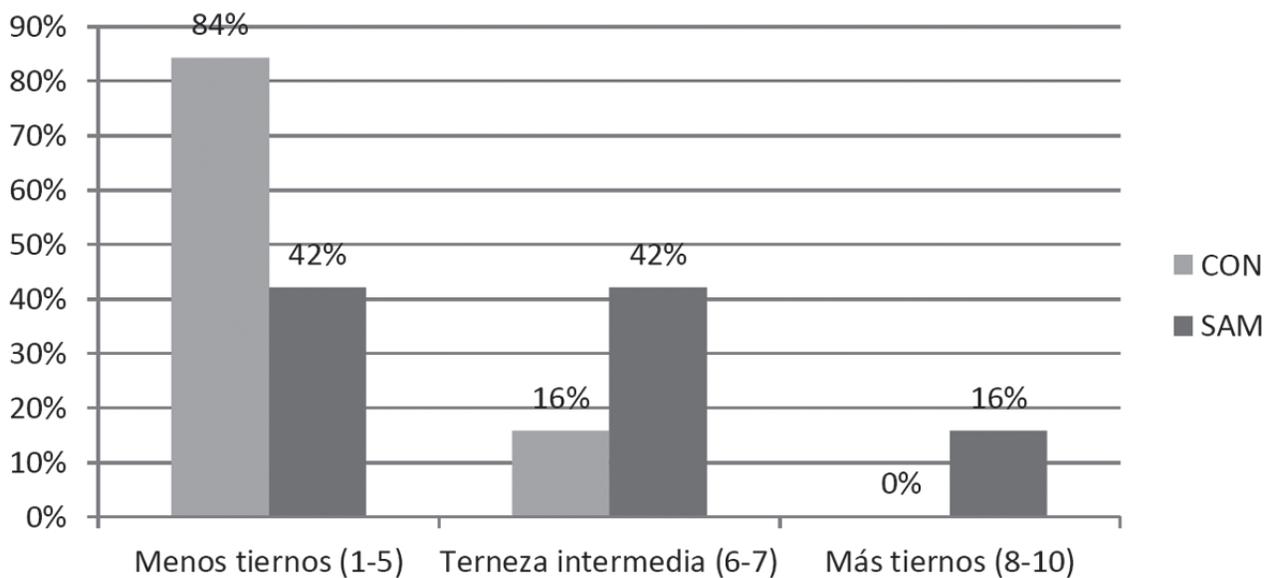


Figura 2. Reporte de perfil genómico Igenity para la característica ternera en vacas mestizas (CON) y sus descendientes (SAM) luego de cruce con toros de elevado potencial genético para ternera de carne.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que hacer un sistema de cruzamientos de tres razas (dos *Bos taurus* y una *Bos indicus*) no es suficiente para garantizar una óptima frecuencia de genes asociados a la terneza en bovinos mestizos.

Se verificó el potencial genómico para la característica terneza de becerros y becerras descendientes de toros con alto potencial como mejoradores de terneza. Por lo que se concluye que se puede lograr un avance significativo en el mejoramiento genético para esta característica en una sola generación.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo recibido del Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (Mescyt), mediante el aporte de recursos a través del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondocyt), para la realización de esta investigación. También, agradecemos la colaboración del señor Enrique de Castro.

## LITERATURA CITADA

- Brink, T. 2012. Southern Carcass Improvement Project Review. Gardiner Angus Ranch, 2009-2012. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: [http://www.cabpartners.com/articles/news/2502/SCIP\\_White\\_Paper-2%20JTBrink.pdf](http://www.cabpartners.com/articles/news/2502/SCIP_White_Paper-2%20JTBrink.pdf)
- Casas, E.; Thallman, R.; Kuehn, I.; Cundiff, L. 2010. Postweaning growth and carcass traits in crossbred cattle from Hereford, Angus, Brangus, Beefmaster, Bonsmara, and Romosinuano maternal grandsires. *Journal of animal science* 88(1):102-108.
- Crouse, J.; Cundiff, L.; Koch, R.; Koochmaraie, M.; Seideman, S. 1989. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J. Anim. Sci.* 67:2661-2668.
- DeVuyst, E.; Biermacher, J.; Lusk, J.; Mateescu, R.; Blanton, J.; Swigert, J.; Cook, B.; Reuter, R. 2011. Relationships between fed cattle traits and Igenity panel scores. *J. Anim. Sci.* 89:1260-1269.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2016. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- Dikeman, M.; Green, R.; Wulf, D. 2001. Effects of Genetics vs Management on Beef Tenderness. BifFactsheet. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en [http://www.beefimprovement.org/BIFfact\\_tenderness.html](http://www.beefimprovement.org/BIFfact_tenderness.html)
- Guelker, M.; Haneklaus, A.; Brooks, J.; Carr, C.; Delmore, R.; Griffin, D.; Hale, D.; Harris, K.; Mafi, G.; Johnson, D.; Lorenzen, C.; Maddock, R.; Martin, J.; Miller, R.; Raines, C.; VanOverbeke, D.; Vedral, L.; Wasser, B.; Savell, J. 2012. National Beef Tenderness Survey – 2010: Warner-Bratzler shear-force values and sensory-panel ratings for beef steaks from United States retail and foodservice establishments. *J Anim Sci* 2012-5785
- Guitou, H.; Monti, A.; Baluk, M.; Ellinger A.; Bustillo A.; Fernández, M.; Matilla, S.; Sáez, G.; Pérez, J.; Herrmann, P.; Schijman, A. 2011. Calidad de carne: Angus. Terneza. Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAM). Marcadores Moleculares de Terneza, Cuadernillo Técnico No. 11. IPCVA. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: <http://www.ipcva.com.ar/files/ct11.pdf>
- McClure, M.; Ramey, H.; Rolf, M.; McKay, S.; Decker, J.; Chapple, R.; Kim, J.; Taxis, T.; Weaber, R.; Schnabel, R.; Taylor, J. 2012. Genome-wide association analysis for quantitative trait loci influencing Warner-Bratzler shear force in five taurine cattle breeds. *Anim Genet.* 43(6): 662-673.
- McEvers, T.; Nichols, W.; Hucheson, J.; Edmonds, M.; Lawrence, T. 2012. Feeding Performance, carcass characteristics, and tenderness attributes of steers sorted by the Igenity panel and fed zilpaterol hydrochloride. *J. Anim. Sci.* 90:4140-4147.
- Miller, S.; Moore, S.; Plastow, G.; Wang, Z.; Li, C.; Basarab, J.; Mandell, I.; Squires, J.; Aalhus, J.; Bruce, H.; Stothard, P. 2010. Genomic testing for tenderness in Canadian beef. *Genome Alberta.*
- O'Connor, S.; Tatum, J.; Wulf, D.; Green, R.; Smith, G. 1997. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. *J Anim Sci.* 75(7):1822-30.
- Parra-Bracamonte, G.; Sifuentes, A.; De la Rosa, X.; Arellano, W. 2011. Avances y perspectivas de la biotecnología genómica aplicada a la ganadería en México. *Tropical and subtropical agroecosystems* 14(3): 1025-1037.
- Quaas, R.; Li, J.; Thallman, R.; Van Eenennaam, A.; Fernando, R.; Gill, C. 2006. Validation of Commercial DNA Tests for Quantitative Beef Traits. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, MG, Brasil. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: <http://www.nbcec.org/research/QuantitativeBeefTraitsArticle.pdf>
- Riley, D.; Johnson, D.; Chase, C.; West, R.; Coleman, S.; Olson, T.; Hammond, A. 2005. Factors influencing tenderness in steaks from brahman cattle. *Meat Science.* 70: 347-356.
- Spangler, M.; Van Eenennaam, A. 2010. Utilizing Molecular Information in Beef Cattle Selection. *Beef Sire Selection Manual*, 2da edición. NBCEC. (En línea). Revisado el 15 de junio 2017. Disponible en: [http://www.nbcec.org/producers/sire\\_selection/chapter1.pdf](http://www.nbcec.org/producers/sire_selection/chapter1.pdf)
- Van Eenennaam, A.; Li, J.; Thallman, R.; Quaas, R.; Dikeman, M.; Gill, C.; Franke, D.; Thomas, M. 2007. Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits, *Journal of Animal Science* 85 (4): 891-900.
- Van Eenennaam, A.; Van der Werf, J.; Goddard, M. 2011. The value of using DNA markers for beef bull selection in the seedstock sector. *J. Anim. Sci.* 89:307-320..

