

Estimación de polimorfismos del gen de leptina de sementales en el sistema doble proposito bovino, en villaflores, Chiapas, México - Estimation of leptin gene polymorphisms in sire into the dual purpose bovine system, in villaflores, Chiapas, México

Ruíz Sesma, Benigno: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas| **Herrera Haro, José Guadalupe:** Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, México| **Rojas Martínez, Reyna Isabel:** Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, México| **Ruiz Hernández, Horacio:** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas| **Mendoza Nazar, Paula:** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas| **Oliva LLaven, María Angela:** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas| **Gutiérrez Miceli, Federico Antonio:** Instituto Tecnológico Regional de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas| **Aguilar Tipacamu, Gabriela:** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas| **Bautista Trujillo, Gerardo Uriel:** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas| **Ibarra Martínez, Carlos Enrique:** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas|

brsesma: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas. Rancho San Francisco Km. 8 Camino Ejido Emiliano Zapata–Terán. Apdo. Postal No. 392. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas México. CP. 29000. Tel. y Fax 01 (961) 67 1 60-75 y 01 (961) 67 5 7373. Email: brsesma@prodigy.net.mx

Resumen

La estimación del polimorfismos del gen leptina incorporado a los programas de selección asistidas por marcadores puede hacer más eficientes los sistemas de producción animal. La mutación del gen

leptina TT esta asociado con la eficiencia alimenticia y calidad de la carne en bovinos. El estudio se realizó en el municipio de Villaflores, Chiapas, México. El objetivo del estudio fue estimar las frecuencias genotípicas y alélicas del gen leptina en el exon 2. El polimorfismo fue obtenido mediante un análisis molecular con la técnica ARMS-PCR. Se estudiaron 47 sementales en servicio activo en los sistemas de producción bovina de doble propósito. Los resultados mostraron que el 74.5 % de los sementales fueron Suizo Americano, 6.4 % Holstein y el 12.8 % cruza racial. Con respecto al polimorfismo del gen leptina el 19 % de sementales presentaron el genotipo TT, 32 % CC y 49 % TC. Los sementales de las diferentes razas o cruza presentaron mayor frecuencia de CT que de TT y CC (χ^2 , $P>0.05$). Se concluye que la baja frecuencia genotípica TT es debido probablemente a que los productores en este sistema seleccionan sus reproductores basados en su tipo racial, sin considerar caracteres de producción de leche o calidad de la carne que se asocian con la mutación del gen leptina.

Palabras clave: Leptina| polimorfismo| selección asistidas por marcadores| técnica ARMS-PCR

Abstract

Leptin gene polymorphisms incorporated in markers assisted selection programs could to make more efficient the animal production systems. The leptin gene mutation TT is associating to feed efficient and meat quality in cattle. The study was carried out in the municipality of Villaflores, Chiapas. The objective was determinate genotypic and allelic frequencies of the leptin gene in the exon 2. The polymorphism was observed by ARMS-PCR. 47 sires in active service into the dual purpose bovine production system were included in this study. 74.5 % of sires were Brown Swiss, 6.4% Holstein, and 12.8 % crosses of different breeds. The results indicated for sires, 19 % genotype TT, 32 % genotype CC, and 49 % genotype TC. In the group of sires crosses of different breeds had higher CT genotype frequency (χ^2 , $P>0.05$). It was concluded that a low frequency of TT genotype could be associated a bad selection criterion by producers due they select their breeding animals based on racial type. Then, they not are considering milk production or meat quality traits.

Key words: Leptin| polymorphisms| markers assisted selection| ARMS-PCR technique|

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimento y su regulación es un fenómeno biológico complejo influido por múltiples factores que la controlan y/o limitan, especialmente cuando se ingieren alimentos toscos como forrajes como es el caso de los bovinos. Esto resulta de la integración neural de numerosas señales relacionadas con el alimento, el ambiente y el estado fisiológico del animal (Faverdin y col., 1995; Mertens, 1997; Ingvarsen y Andersen, 2000; Dias y col., 2007; Cerón-Muñoz y col., 2009), no siendo un único factor el que la controla. Parte de la confusión que existe sobre la regulación y la predicción de la ingestión proviene de no considerar que el animal y la estrategia de alimentación pueden afectar a la ingestión tanto como las características del alimento, ya que la ingestión es el resultado de la interacción entre uno y otro (Mertens, 1997). Kennedy (1953) propuso la teoría de la regulación lipostática de la ingestión, afirmando que su control a largo plazo es derivado de la regulación hipotalámica de las reservas energéticas corporales. Las reservas corporales envían una señal al hipotálamo, el cual informa sobre el nivel de reservas, para evitar un excesivo engrasamiento del animal y los numerosos inconvenientes de una adiposidad excesiva. Lo anterior a su vez explica, la gran precisión de los mecanismos que regulan la composición corporal a largo plazo; sin embargo, sus resultados experimentales, no le permitieron establecer que factor era el que primero se regulaba, si la ingestión de alimento o el nivel de reservas corporales, o cómo el sistema nervioso central era informado del nivel de reservas corporales.

La zona medioventral del hipotálamo se le conoce como la responsable de disminuir el apetito, y constituye un verdadero centro de regulación de la adiposidad (Le Magnen, 1983; Dias y col., 2007). Actualmente se sabe que el factor al que Kennedy (1953) hacía referencia en la teoría lipostática es la hormona leptina, descubierta hace poco tiempo en roedores (Campfield y col., 1995; Bünger y Hill, 1997; Dias y col., 2007) e identificada en los rumiantes (Pomp, 1997; Pomp y col., 2004; Cerón-Muñoz y col., 2009). En el ganado bovino, el gen de la leptina se expresa en el tejido adiposo (Ji y col., 1998) y el de sus receptores en el ovario (Spicer, 2001). La leptina es una hormona proteica producida en el tejido adiposo, y es muy importante en la regulación del apetito (Kline y col., 1997; Houseknecht y col., 1998; Henry y col., 1999; Oprzadek y col., 2003; Münzberg y col., 2005; Dias y col., 2007; Cerón-Muñoz y col., 2009), ganancia de peso vivo (Fiedman y Halaas, 1998), actividad ovarica (Spicer, 2001; Spicer y Francisco, 1998), crecimiento y desarrollo de la glándula mamaria, reparto de nutrientes entre la madre y el feto durante la gestación,

incremento del metabolismo energético y el anabolismo muscular (Levin y col., 1996; Ramsay, 1998). La leptina, es sintetizada principalmente en el adiposito y codificada por el gen LEP. Se han descrito varios polimorfismos (SNP, Single Nucleotide Polymorphism) en este gen. Un SNP en el exón dos, ocasiona efectos fisiológicos al sustituirse la citosina (C) por timina (T), que a su vez conduce a la sustitución de arginina por cisteína en la proteína correspondiente. El alelo T se ha asociado con el mayor contenido de grasa en la canal (Houseknecht y col., 1998; Buchanan y col., 2002; Corva y col., 2004; Motter y col., 2006; Corva y col., 2007; Dias y col., 2007; Cerón-Muñoz y col., 2009). Cuando en el gen que codifica la producción de la proteína está presente la base pirimidica citosina (C) se produce la leptina común; mientras que cuando está presente la timina (T) se produce la leptina modificada. Como el animal recibe un gen del par de cada progenitor, el genotipo puede ser: CC (ambos genes codifican la leptina común); TT (ambos genes codifican la leptina modificada) y CT (cada gen codifica un tipo de leptina). Los animales con genotipo CC son más lentos para engordar, comen menos durante el pico de lactancia y producen menos leche. Los animales con genotipo TT producen más leche de mejor calidad y canales con mayor marmoleo (Houseknecht y col., 1998; Buchanan y col., 2002; Corva y col., 2004; Madeja y col., 2004; Rincker y col., 2006; Corva y col., 2007; Cerón-Muñoz y col., 2009). Finalmente, los animales con genotipo CT pueden producir ambos tipos de leptina y tienen un comportamiento intermedio. Los tres genotipos para la producción de leptinas han sido encontrados en todas las razas bovinas, pero en diferentes proporciones (Houseknecht y col., 1998; Buchanan y col., 2002; Corva y col., 2004, Motter y col., 2006; Corva y col., 2007; Cerón-Muñoz y col., 2009). La identificación del gen leptina es una herramienta para hacer eficiente los sistemas de producción, ya que con esto, es posible predecir cómo un toro, una vaca o una vaquilla (y su progenie) utilizarán la energía y cuál será su potencial productivo. Es decir, se trata de una técnica que permite predecir el potencial productivo de un individuo desde su nacimiento. Conociendo el genotipo es posible agrupar los animales y realizar un manejo nutricional estratégico acorde con su potencial. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue estimar la frecuencia genotípica y alélica del SNP del gen Leptina, de sementales en servicio activo en los sistemas de producción bovinas de doble propósito de los GGAVATT del Municipio de Villaflores, Chiapas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio comprendió el municipio de Villaflores, Chiapas, localizado en los límites de la Depresión Central y de la Sierra Madre del Sur. Geográficamente se sitúa entre los paralelos 15° 35' y 16° 33' de latitud norte y entre los meridianos 92° 12' y 93° 45' de longitud oeste. Limita al norte con los municipios de Suchiapa, Jiquipilas y Ocozocoautla, al este con Chiapa de Corzo y Villa Corzo, al sur con Villa Corzo y Tonalá, al oeste con Jiquipilas y Arriaga. Su extensión territorial es de 1,232.1 km² y su altitud es de 540 msnm. El clima varía de cálido subhúmedo a semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La precipitación y temperatura media anual promedio es de 1,200 mm y 24.9 °C, respectivamente. En el municipio hay nueve Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), integrados por 160 productores, los cuales cuentan con 3,769 cabezas de bovinos, en una superficie de 2,398 ha.

VARIABLES EVALUADAS

Para la identificación del polimorfismo del gen leptina, se evaluaron las frecuencias genotípicas CC, CT y TT y alélicas C y T del (SNP, Single Nucleotide Polymorphism) en el exón dos (Buchanan y col., 2002; Corva y col., 2004; Motter y col., 2006; Corva y col., 2007).

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LABORATORIO

Se evaluaron 47 sementales en servicio activo. A cada semental se extrajeron 7 ml de sangre de la arteria coccígea media y se colocaron en tubos de ensayo con anticoagulante (EDTA), a razón de 5 mg de EDTA por cada 2.5 ml de sangre, se giro el tubo 180° mediante un movimiento suave para que hacer la mezcla sin deteriorar los glóbulos rojos; posteriormente los tubos fueron almacenados a 4 °C hasta su procesamiento.

La extracción de ADN se efectuó mediante la metodología descrita por Miller y col., (1988) con las siguientes modificaciones: se colocaron 300 µl de sangre con anticoagulante EDTA en tubos Eppendorf de 1.5 ml; a cada tubo se le añadió 1000 µl de agua destilada fría, se mezcló en vortex (Modelo MS1 Minishaker, Marca IKA®) durante 5 minutos, se centrifugo a 12000 rpm por 5 min. Se decantó quedando únicamente el sedimento, al que se le agregó 1000 µl de agua destilada fría (4 °C), se

mezclo con vortex hasta deshacer la pastilla, se centrifugó (Modelo Spectrafuge 16M, Marca Labnet®) a 12000 rpm por 5 min, nuevamente se decantó, dejando únicamente la parte sólida (este paso se repitió en un máximo de 3 veces, hasta quedar limpia). Se agregaron 1000 µl de solución Lisis (Tris HCl pH 8, NaCl 5 M, EDTA .5 M pH 8, SDS, H₂O), posteriormente se agito con un vortex hasta obtener una completa disolución de la pastilla. A los tubos se les adicionó 3 µl de proteinasa K (50 mg/ml) y se incubaron a 65 °C durante una hora, posteriormente se agitó con un vortex hasta deshacer la pastilla, se adicionó un volumen final de NaCl 2M, se mezclo en vortex durante 15 segundos y se centrifugando a 12000 rpm por 10 min. El sobrenadante se recuperó en un tubo nuevo de 1.5 ml, se precipitó con isopropanol frío (-20 °C) y se dejo reposar durante una hora a -20 °C. Transcurrido el tiempo se centrifugó a 14000 rpm durante 10 min y se decantó el sobrenadante. Con el propósito de obtener la pastilla más limpia, ésta se lavó resuspendiéndola en 300 µl de etanol al 70 % frío (-20 °C), se agitó hasta disolverla, se centrifugó a 14000 rpm por 10 min, el sobrenadante se decantó y la pastilla se dejo secar en la incubadora (Boekel Scientific; BOEKEL®) a 37 °C por 12 h. Finalmente, se resuspendió en 30 µl de agua libre de RNasas y se guardaron a - 20 °C para su uso posterior.

Para la cuantificación del ADN se utilizó el método de absorción de luz ultravioleta, se efectuó a partir de diluciones 1/200 a 1/500 en agua destilada, para determinar la absorción de luz UV a las longitudes de onda 230, 260 y 280 nm en un espectrofotómetro (Mod. Lamda Bio10 Perkin-Elmer ®.) Se calculó el contenido de ADN asumiendo que una unidad de absorbancia a 260 nm equivale a 50 µg/ml de ADN doble cadena. Las frecuencias genótípicas y alélicas se obtuvieron mediante un análisis molecular utilizando la técnica de ARMS-PCR (Amplification Refractory Mutation System-Polymerase Chain Reaction) descrita por Ye y col., (2001). Esta técnica es una modificación de la técnica de amplificación alelo específica ARMS-PCR, en la cual se usaron dos pares de cebadores para amplificar dos alelos distintos en la misma reacción de amplificación, los cuales se pueden discriminar por la diferencia de tamaño de los productos amplificados.

Se utilizaron dos cebadores externos que amplifican los dos alelos y dos cebadores internos, cada uno específico de uno de los alelos, que amplifica junto con uno de los cebadores externos, para obtener un producto determinado alelo específico (Corva y col., 2004; Motter y col., 2006; Corva y col., 2007). Los cebadores utilizados fueron los siguientes.

Cebador interno forward para el alelo T: 5´- TGT CTT ACG TGG AGG CTG TGC CCA GCT -3´ cebador interno reverse para el alelo C: 5´- AGG GTT TTG GTG TCA TCC TGG ACC TTT CG -3´ cebador externo forward: 5´- GAC GAT GTG CCA CGT GTG GTT TCT TCT GT -3´ cebador externo reverse: 5´- CGG TTC TAC CTC GTC TCC CAG TCC CTC C -3´ (Corva y col., 2004, Motter y col., 2006; Corva y col., 2007).

Para la amplificación genotípica y alélica se utilizaron 25 µl de reacción preparado con MgCl₂ (30 mM): 1.25 µl, Buffer (Biogenica 10 X. "100 mM Tris-HCl pH 8.4; 500 mM KCl; 100 µg/ml gelatina, 1.5 mg/ml BSA; 1% Tritón X100"): 2.5 µl, dNTPs (Biogenica): 1 µl (200 mM de cada uno), Cebador interno Forward para el alelo T: 5 µl (10 pmol/µl), Cebador interno Reverse para el alelo C: 5 µl (10 pmol/µl), Cebador externo Forward: 1 µl (10 pmol/µl), Cebador externo Reverse: 1 µl (10 pmol/µl), Taq ADN polimerasa (Biogenica 5 unidades/µl) 0.2 µl, ADN 4 µl y agua 4.05 µl.

Las condiciones del ciclo térmico fueron las siguientes; desnaturalización a 94 °C por 3 min, seguido de 6 ciclos de 94 °C por 15 seg, 76 °C por 45 seg y 72 °C por 1 min (en el paso dos de este ciclo se baja un grado centígrado en cada ciclo hasta llegar a los 70 °C) seguido por 27 ciclos de de 94 °C por 15 seg, 76 °C por 45 seg y 72 °C por 1 min y terminando con una extensión de 72 °C por 5 min (Corva y col., 2004, Motter y col., 2006; Corva y col., 2007).

Los productos de digestión de la PCR fueron CC 239 y 164 pb, CT 239, 164 y 131 pb y TT 239 y 131 pb (Corva y col., 2004, Motter y col., 2006; Corva y col., 2007). Por otro lado, se procedió a verificar el producto de la PCR de las muestras, en gel de agarosa al 2% (0.60 g de agarosa y 30 ml de buffer TBE 1X (Tris Borato-EDTA), por medio de una electroforesis, utilizando una cámara modelo horizon 58 (Life Technologies®). En cada pozo se depositó un volumen final de 10 µl (3 µl de colorante Naranja G y 7 µl de producto de PRC), usando como buffer de corrida TBE 1 X. Las condiciones de la electroforesis fueron de 60 minutos a 86 voltios. Transcurrido dicho tiempo los geles se tiñeron con bromuro de etidio a una concentración final de (1 µg/ml) durante 30 minutos. Los resultados fueron evaluados en el fotodocumentador (Modelo Gel Doc 2000, Marca Bio Rad) de luz ultravioleta (UV) y se capturaron las imágenes por computadora en el programa Quantityone, para la evaluación de frecuencias genotípicas y alélicas.

Análisis de datos

Para la caracterización genotípica y alélicas del gen leptina, se determinaron las frecuencias alélicas CC, CT y TT y genotípicas C y T. Cada muestra fue verificada visualmente con el fin de eliminar falsos positivos. Después de asignar el genotipo de cada uno de los animales, se estimó el equilibrio de Hardy-Weinberg para las frecuencias genotípicas y alélicas, comparándose mediante la prueba de Chi Cuadrada.

RESULTADOS

De los sementales evaluados, la principal raza fue Suizo Americano con 74.5 %, seguido por cruza racial (*Bos taurus* con *Bos indicus*) y Holstein con 12.8 % y 6.4 %, respectivamente. Las razas Simbrah, Simmental y Suizo Europeo constituyeron el 6.4 % restante. Las frecuencias genotípicas generales registraron un 19 % de sementales con el genotipo TT, 32 % genotipo CC y un 49 % de individuos heterocigotos TC (Figura 1). El genotipo CT presentó el mayor porcentaje en los sementales de raza Suizo Americano, cruza y Holstein (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencias genotípicas del gen leptina de sementales activos en el municipio de Villaflores, Chiapas.

Raza o Cruzas		Frecuencia Genotípica			Frecuencia Racial
		CC	CT	TT	
Suizo Americano	n	10	17	8	35
	*	0.29	0.49	0.22	74.5 %
Cruzas Raciales	n	2	3	1	6
	*	0.33	0.50	0.17	12.8 %
Holstein	n	1	2	0	3
	*	0.33	0.67	0.00	6.4 %
Otros	n	2	1	0	3
	*	0.67	0.33	0.00	6.4 %
Total	n	15	23	9	47
	*	0.32	0.49	0.19	100 %

* Equilibrio Hardy-Weinberg. (χ^2 , $P > 0.05$)

Las frecuencias del alelo T (Cuadro 2), fueron similares en las razas Suizo Americano y cruza. Para la frecuencia genotípica y alélicas esperada y observada no se encontró diferencia significativa a un nivel de confianza de 0.05 para χ^2 .

Cuadro 2. Frecuencias alélicas del gen leptina de sementales activos en el municipio de Villaflores, Chiapas.

Raza o Cruzas	Frecuencia Alélicas (%)	
	C	T
Suizo Americano	0.53	0.47
Cruzas Raciales	0.58	0.42
Holstein	0.67	0.33
Otros	0.83	0.17
Total	0.56	0.44

Equilibrio Hardy-Weinberg. ($X^2 P > 0.05$)

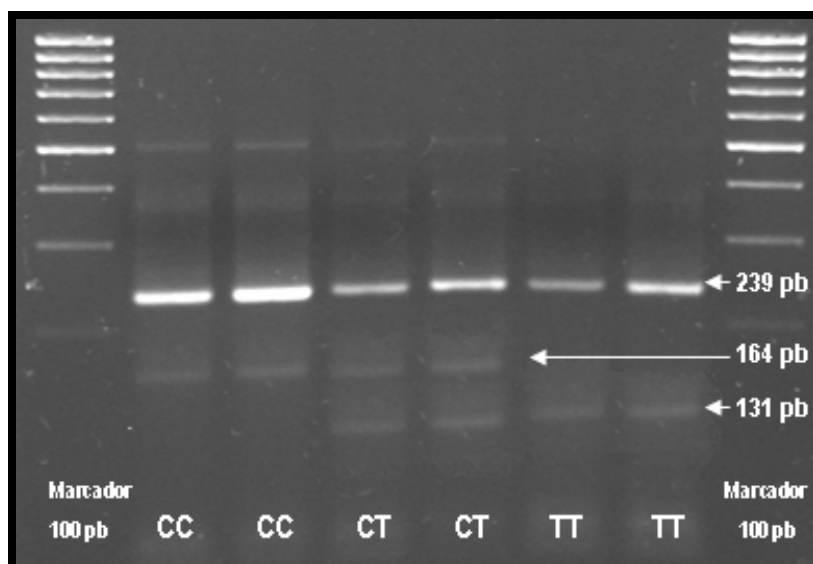


Figura 1. Gel de agarosa al 2 % mostrando el resultado de la ARMS-PCR para gen leptina. CC Leptina común (239 y 164 pb), CT Leptina heterocigoto (239, 164 y 131 pb) y TT Leptina modificada o mutada (239 y 131 pb), Marcador de 100 pb.

DISCUSIÓN

La raza de origen europeo Suizo Americano es una de las de mayor antigüedad, se explota en México desde fines del siglo XIX y su mayor frecuencia en el área de estudio se debe a que es la raza mas utilizada en los sistemas doble propósito del país. En el sureste mexicano son muy populares sus cruzas con el ganado Cebú en distintas proporciones genotípicas. Los ganaderos la prefieren debido a su resistencia y

adaptabilidad al sistema de producción, aunado a su calidad de carne y rendimiento lechero. Al respecto Cerutti, (2008) menciona que el sistema doble propósito usa técnicas de producción rudimentarias basadas en animales producto de la cruce entre razas lecheras *Bos taurus* como el Suizo Americano, y razas de carne de tipo *Bos indicus*, como las cebuinas. Por su parte Cerón, (2005) menciona que la raza Suizo Americano es de las más puras del mundo, considerada de doble propósito, con amplia adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas, con buena producción de leche y carne y resistente a las enfermedades. Por su habilidad materna y fertilidad, es de las más eficientes entre todas las razas, así como por su rusticidad y capacidad de empadre de los sementales.

La baja frecuencia del alelo T encontrada en el presente estudio podría ser el resultado del criterio de los ganaderos al adquirir a sus reproductores con base al fenotipo del animal, sin considerar información de los registros genealógicos y productivos. Considerando que la leptina es una hormona sintetizada principalmente en el adiposito y codificada por el gen LEP, y que está involucrada en el control del apetito, balance energético y composición corporal, y tomando en cuenta que uno de los polimorfismos (SNP, Single Nucleotide Polymorphism) en este gen en el exón 2 (alelos C y T) provoca la sustitución de arginina por cisteína en la proteína, asociando al alelo T con mayor contenido de grasa corporal, se considera que los sementales que poseen el genotipo TT son los deseables para mejorar los sistemas de producción. En las razas europeas de producción de carne se ha realizado mayor selección para eficiencia alimenticia y ganancia de peso, por esta razón la frecuencia del alelo T es mayor al encontrado en este estudio. Al respecto, Buchanan y col., (2002) encontraron una frecuencia del alelo T de 0.58 y 0.55 para la raza Angus y Hereford, respectivamente; por su parte Corva y col., (2004) reportan frecuencias para el alelo T de 0.61 y 0.66 en las razas Angus y Hereford, respectivamente y Schenkel y col., (2005) encontraron resultados similares con 51.2, 51.7, 54.6 y 65.4 para las razas Angus, Limousin, Charolais y Simmental. Sin embargo, los resultados encontrados para la frecuencia del alelo T en el área de estudio, coincide con lo registrado por Buchanan y col., (2003), quienes reportan frecuencias alélicas T de 0.46, 0.45, 0.11, 0.06 y 0.53 para las razas Holstein, Suizo americano, canadiense, Guernesey y Jersey, respectivamente.

La alta frecuencia del genotipo CT y CC en sementales del área de estudio, produce la diseminación de genes no deseables en los sistemas de producción, ocasionando que sean menos eficientes. El genotipo TT presenta superioridad con respecto a los genotipos CC y CT, en el

apetito, composición de la carne en canal, espesor de grasa de cobertura, marmoleo y porcentaje de grasa en costilla (Hale y col., 1998; Hossner, 1998; Delavaud y col., 2000; Wegner y col., 2001; Blevins *et al.*, 2002; Buchanan *et al.*, 2002; Margetic *et al.*, 2002; Geary *et al.*, 2003; Blum y col., 2005; Chilliard y col., 2005; Dias y col., 2007; Cerón-Muñoz y col., 2009), por lo tanto, la baja frecuencia de este genotipo en sementales en el área de estudio afecta al mejoramiento genético de las unidades de producción. Las frecuencias genotípicas TT encontradas en este estudio, son inferiores a los reportados por Corva y col., (2004) con frecuencias para el genotipo TT de 0.37 y 0.41 para la raza Angus y Hereford, respectivamente. Estos mismos investigadores registraron una frecuencia genotípica promedio de 0.10 para cruza raciales (*Bos taurus* con *Bos indicus*), valor inferior a lo encontrado en el área de estudio para cruza raciales (*Bos taurus* con *Bos indicus*) y Suizo Americano.

CONCLUSIONES

La proporción encontrada de sementales de raza Suizo Americano se debe a que en la región el sistema predominante es doble propósito y esta raza es que la que mejor se adapta al sistema de producción. La baja frecuencia del alelo T se debe a el criterio del productor para la selección de los sementales, ya que se basan en el tipo racial del animal sin considerar la información de los registros genealógicos y productivos relacionados con la producción de leche y calidad de carne. La alta frecuencia del genotipo CT y CC de los sementales, ocasiona que las unidades de producción sean menos eficientes.

BIBLIOGRAFIA

- Blevins, J. E., Schwartz, M.W., Baskin, D.G. Peptide signals regulating food intake and energy homeostasis. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 2002, vol. 80, nº 5, p. 396–406.
- Blum, J.W., Zbinden, Y., Hammon, H.M., Chilliard, Y. Plasma leptin status in young calves: effects of pre-term birth, age, glucocorticoid status, suckling, and feeding with and automatic feeder or by bucket. *Dom Anim Endocrinol.* 2005, vol. 28, p. 119-133.
- Buchanan, F.C., Fitzsimmons, C.J., Van Kessel, A.G., Thue, T.D., Windkelman-Sim, D.C., Schmutz, S.M. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genet. Sci. Evol.* 2002, vol. 34, p. 105-116.
- Buchanan, F.C., Van Kessel, A.G., Waldner, C., Christensen, D.A. Hot Topic: An Association Between a Leptin Single Nucleotide

- Polymorphism and Milk and Protein Yield. *J. Dairy Sci.* 2003, vol. 86, p.3164–3166
- Bünger, L., Hill WG. Effects of leptin administration on long-term selected fat mice. *Genetics Research.* 1997, vol. 69, p. 215-225
- Campfield, L.A., Smith, F.J., Guisez, Y., Devos, R., Burn, P. Recombinant mouse ob protein: evidence for a peripheral signal linking adiposity and central neural networks. *Science.*1995,vol. 269: 546-549.
- Cerón, R.A., Corvisón, M.A., Guevara, Y.E. Comportamiento reproductivo de la raza Brown Swiss. *Producción animal.* 2005, vol. 17 n°1, p. 1-8
- Cerón-Muñoz, M.F., Montoya-Atehortua, A.E., Trujillo-Bravo, E.R., Ramírez-Toro, E.J., Monsalve-Fonnegra Z.I. Marcadores del gen leptina en bovinos cruzados con angus, cebú, romosinuano y blanco orejinegro. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 2009. Vol. XIX, N° 4, p. 371-381.
- Cerutti, F. Un programa de mejoramiento genético para la producción de leche en ambiente tropical: Resultados de los primeros cuatro años. En: *Utilización de Razas y Tipos Bovinos Creados y Desarrollados en Latinoamérica y el Caribe.* ALPA. 2008, p. 37-53
- Chilliard, Y., Delavaud, C., Bonnet. M. Leptin expression in ruminants: Nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. *Dom Anim Endocrinol* 2005, vol. 29, p. 3-22.
- Corva, P.M., Fernández, M.G., Motter, M., Soria, L., Villarreal, E.L., Schor, A., Mezzadra, C., Melucci, L.M., Miquel, M.C. Efecto de polimorfismos en el gen de leptina sobre aptitudes carniceras de novillos correspondientes a biotipos europeos y cebuinos. *Revista Argentina de Producción Animal.* 2007, vol. 27, supl. 1. p. 243-244
- Corva, P.M., Melucci, L.M., Ganovelli, M.B., Masa, G., Norero, N., Mezzadra, C., Grave, M. Efectos de un polimorfismo en el gen de leptina en toros de razas carniceras en condiciones de pastoreo. 27 Congreso Argentino de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal.* 2004, GM6, p.1-6
- Delavaud, C., Bocquier, F., Chilliard, Y., Keisler, D.H., Gertler, A. Plasma leptin determination in ruminants: effect of nutritional status and body fatness on plasma leptin concentration assessed by a specific RIA in sheep. *J Endocrinol.* 2000, vol.165, p. 519-526.
- Dias, S.A.K., Bernal, C.R., Giachetto, P.F. Gene da Leptina em Ruminantes. REDVET. 2007, Vol. VIII N° 12, p. 1-13.
- Faverdin, P., Baumont, R., Ingvarstsen, K.L. Control and prediction of feed intake in ruminants. In: *Recent developments in the nutrition*

- of herbivores (ed. M. Journet, E. Grenet, M. H. Farce, M. Theriez y C. Demarquilly), INRA, Paris, France. 1995, p. 95-120.
- Friedman, J.M., Halaas, J.L. Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature*. 1998, vol. 395, p. 763–770.
- Geary, T.W., McFadin, E.L., MacNeil, M.D., Grings, E.E., Short, R.E., Funston, R.N., Keisler, D.H. Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 2003, vol. 81 p. 1-8.
- Hale, C.S., Herring, W.O., Johnson, G.S., Shibuya, H., Lubahn, D.B., Keisler, D.H. Evaluation of the leptin gene as a possible marker of carcass traits in Angus cattle. UMC Animal Sciences Departmental Report. 1998, p. 25-27.
- Henry, B.A., Goding, J.W., Alexander, W.S., Tilbrook, A.J., Canny, B.J., Dunshea, F., Rao, A., Mansell, A., Clarke, I.J. Central administration of leptin to ovariectomized ewes inhibits food intake without affecting the secretion of hormones from the pituitary gland: evidence for a dissociation of effects on appetite and neuroendocrine function. *Endocrinology*. 1999, vol.140. p.1175–1182.
- Hossner, K.L. Cellular, molecular and physiological aspects of leptin: Potential application in animal production. *Can. J. Anim. Sci.* 1998, vol. 78, p. 463-472.
- Houseknecht, K.L., Baile, C.A., Matteri, R.L., Spurlock, M.E. The biology of leptin: a review. *Journal of Animal Science*. 1998, vol. 76 p. 1405–1420.
- Ingvartsen, K.L., Andersen, J.B. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *J. Dairy Sci.* 2000, vol. 83 p. 1573-1597.
- Ji, S., Willis, G.M., Scott, R.R., Spurlock, M.E. Partial cloning and expression of the bovine leptin gene. *Animal Biotechnology*. 1998, vol. 9 n° 1, p. 1-14.
- Kennedy, G.C. The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in rats. *Proc. R. Soc. London Ser. B*, 1953, p. 140-578.
- Kline, A.D., Becker, G.W., Churgay, L.M., Landen, B.E., Marin, D.K., Muth, W.L., Rathnachalam, T., Richardson, J.M., Schoner, B., Ulmer, M., Hale, J.E. Leptin is a four-helix bundle: Secondary structure by NMR. *FEBS Lett.* 1997, vol. p. 239-242.
- Le M.J. Body energy balance and food intake: a neuroendocrine regulatory mechanism. *Physiol Rev.* 1983, vol. 63 n° 1, p. 314–386.
- Levin, N., Nelson, C., Gurney, A., Vadlen, R., de Sauvage, F.J. Decreased food intake does not completely account for adiposity reduction after ob protein infusion. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1996, vol. 93, p. 1726-1730.

- Madeja, Z., Adamowicz, T., Chmurzynska, A., Jankowski, T., Melonek, J., Switonski, M., Strabel, T. Short Communication: Effect of Leptin Gene Polymorphisms on Breeding Value for Milk Production Traits. *J. Dairy Sci.* 2004, vol. 87, p. 3925–3927
- Margetic, S., Gazzola, C., Pegg, G.G., Hill, R.A. Leptin: a review of its peripheral actions and interactions. *Inter. J. Obes.* 2002, vol. 26, p. 1407-1433.
- Mertens, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1997, vol. 80, p. 1463-1481.
- Miller, S.A., Dykes, D.D., Poletsky, H.F. A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucl Acids Res* 1988, vol. 16 p. 1215.
- Motter, M., Corva, P.M., Soria, L., Villarreal, E.L., Schor, A., Cervini, M.L., Mezzadra, C., Melucci, L.M., Paván, E., Depetris, G., Santini, F.J., Grigera Naón, J.J. Efecto de un SNP del gen de la leptina sobre aptitudes carniceras de novillos. 29 Congreso Argentino de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal.* 2006, GM5, p. 1
- Münzberg, H., Björnholm, M., Bates, S.H., Myers, M.G. Leptin receptor action and mechanisms of leptin resistance. *Cellular and Molecular Life Sciences.* 2005, Vol. 62, p. 642-652
- Oprzadek, J., Flisikowski, K., Zwierzchowski, L., Dymnicki, E. Polymorphisms at loci of leptin (LEP), Pit1 and STAT5A and their association with growth, feed conversion and carcass quality in Black-and-White bulls. *Animal Science Papers and Reports.* 2003, vol. 21, p. 135-145
- Pomp D, Allan MF, Wesolowski SR. (2004). Quantitative genomics: Exploring the genetic architecture of complex trait predisposition. *J. Anim. Sci.* 82:300-312
- Pomp, D. Genetic dissection of obesity in polygenic animal models. *Behav. Genet.* 1997 vol. 27, p. 285–306
- Ramsay, T.G., Yan, X., Morrison, C. The Obesity Gene in Swine: Sequence and Expression of Porcine Leptin. *J. Anim. Sci.* 1998, vol. 76, p. 484-90.
- Rincker, C.B., Pyatt, N.A., Berger, L.L., Faulkner, D.B. Relationship among GeneSTAR marbling marker, intramuscular fat deposition, and expected progeny differences in early weaned Simmental steers. *J. Anim. Sci.* 2006, vol. 84, p. 686–693
- Schenkel, F.S., Miller, S.P., Ye, X., Moore, S.S., Nkrumah, J.D., Li, C., Yu, J., Mandell, I.B., Wilton, J.W., Williams, J.L. Association of single nucleotide polymorphisms in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *J Anim Sci.* 2005, vol. 83, p. 2009-2020.

- Spicer, L.J. Leptin: a possible metabolic signal affecting reproduction. *Domestic Animal Endocrinology*. 2001, vol. 21 nº 4, p. 251-270
- Spicer, L.J., Francisco, C.C. Adipose Obese Gene Product, Leptin, Inhibits Bovine Ovarian Thecal Cell Steroidogenesis, *Biology of Reproduction*. 1998, vol. 58, p. 207-212
- Wegner, J., Huff, P., Xie, C.P., Schneider, F., Teuscher, F., Mire, P.S., Mir, Z., Kazala, E.C., Weselake, R.J., Ender, K. Relationship of plasma leptin concentration to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 2001, vol. 81, p. 451-457.
- Ye, S., Dhillon, S., Ke, X., Collins, A.R., Day, I.N. An efficient procedure for genotyping single nucleotide polymorphisms. *Nucleic Acids Res.* 2001 vol. 29, nº 88, p. 1-8.

REDVET: 2009 Vol. 10, Nº 12

Recibido 13.03.09 - Ref. prov. M030915B - Revisado 10.08.09 - Aceptado 14.11.09
Ref. def. 120901_REDVET - Publicado 15.12.09

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111109.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121209/120901.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) <http://www.veterinaria.org> y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://revista.veterinaria.org>