

AVANCE EN EL CONOCIMIENTO DEL BOVINO CRIOLLO LECHERO TROPICAL DE MÉXICO

Advance in the knowledge of the tropical milking criollo bovine of Mexico

¹Adalberto Rosendo-Ponce, ^{2*}Carlos Miguel Becerril-Pérez

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.

^{2*}Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carr. Fed. México-Texcoco, km 36.5, CP. 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

*color@colpos.mx

Artículo de revisión **recibido:** 03 de junio de 2013, **aceptado:** 05 de septiembre 2014

RESUMEN. Se presentan resultados diversos del programa de mejora del ganado Criollo Lechero Tropical (CLT). Con 1 377 registros se estimó la producción total de leche de $1\,174 \pm 11.4$ kg, con alimentación en pastoreo, un ordeño al día y estación de sequía. Los servicios por concepción fueron 1.6 ± 0.03 . Con 15 377 registros se realizó una evaluación genética con modelos de regresión aleatoria. El índice de herencia para producción total de leche fue 0.24. El progreso genético anual fue 11.04 ± 0.71 kg. La curva de lactancia no mostró ascenso inicial característico de climas templados. Se utilizaron 64 muestras de leche para determinar las variantes genéticas de la β -lactoglobulina que influyen en la producción y composición de la leche. Las frecuencias genotípicas para AA, AB y BB fueron 0.14, 0.33 y 0.53. El fenotipo de la β -lactoglobulina afectó la composición química de la leche. Los porcentajes de grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales fueron mayores ($p \leq 0.05$) en el fenotipo BB. La suplementación moderada los primeros 120 d de lactación produjo un aumento en el rendimiento de leche de 1.250 kg d^{-1} . Se determinó la infestación parasitaria contando las garrapatas saturadas en el cuerpo de 28 vaquillas y 16 toretes. Las especies identificadas fueron *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus*. La media corporal de garrapatas fue 14.5 ± 1.15 , con un tercio de bovinos con conteos menores de 10. Se investiga en biotecnologías reproductivas, variantes genéticas de componentes de la leche y cruzamientos con razas europeas para continuar la mejora genética y productiva del ganado CLT.

Palabras clave: Bovino criollo, lechería tropical, climas cálidos.

ABSTRACT. Results of the improvement program of the Tropical Milking Criollo cattle (CLT) are presented. Total milk production of $1\,174 \pm 11.4$ kg was estimated from 1 377 records of grazing, one milking a day and dry season. The services per conception were 1.6 ± 0.03 . A genetic evaluation was made with 15 377 records with random regression models. The heritability for total milk production was 0.24. The annual genetic progress was 11.04 ± 0.71 kg. The lactation curve did not show an initial raise which is characteristic in temperate climates. Sixty four milk samples were used to determine the genetic variants of β -lactoglobulin that influence the production and composition of milk. The genotype frequencies for AA, AB and BB were 0.14, 0.33 and 0.53. The β -lactoglobulin phenotype affected the chemical composition of milk. The percentages of fat, protein, nonfat solids and total solids were higher ($p \leq 0.05$) in the BB phenotype. Moderate supplementation the first 120 d of lactation produced an increase in milk yield of 1.250 kg d^{-1} . Parasitic infestation was determined by counting the saturated ticks in the body of 28 heifers and 16 young bulls. The species identified were *Amblyomma cajennense* and *Boophilus microplus*. The body mean of ticks was 14.5 ± 1.15 , with one third of the bovines with counts under 10. Reproductive biotechnologies, genetic variants of milk components and crosses with European breeds are studied to continue the genetic and productive improvement of the CLT cattle.

Key words: Criollo cattle, tropical dairy, hot climates.

ANTECEDENTES

El ganado Criollo Lechero Tropical (CLT) comprende razas y estirpes *Bos taurus* productoras de leche, que descienden del ganado traído de la Península Ibérica al Continente Americano por los conquistadores a partir del siglo XV (de Alba 1980; 2011). Los principales núcleos de ganado CLT incluyen el Reyna de Rivas Nicaragua, el CLT de la vertiente del Golfo de México, tres razas colombianas: Costeño con Cuernos de la planicie del bajo río Magdalena, Hartón del Valle del Cauca y el Chino Santandereano; el Criollo Limonero de Zulia, Venezuela, y los hatos criollos lecheros de la República Dominicana y Saavedra, Bolivia, entre los más notables (de Alba 2011).

El ganado CLT, al igual que otros genotipos criollos, ha estado sujeto a aislamiento geográfico y a un proceso de selección natural por más de 500 años, y en su caso, bajo condiciones de climas cálidos tropicales caracterizados por radiación solar y temperatura altas; precipitación y humedad relativa altas o medianas, con estacionalidad definida fuerte o moderada (García 1988) y altura sobre el nivel del mar inferior a 100 m, factores que se relacionan a condiciones bióticas que frecuentemente resultan en disponibilidad de recursos forrajeros muy variable, con altos contenidos de fibra y bajos de energía y proteína (Hansen 1973; Stobbs y Thompson 1975), y alta incidencia de parásitos internos y externos (de Alba 1981a; 2011).

El CLT de México se formó en 1965 a partir de 17 vacas provenientes de la ganadería "La Flor" de Rivas, Nicaragua, propiedad de Doña María del Socorro Cordón Martínez (viuda de Don Joaquín Reyna Gutiérrez) y dos toros provenientes del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Al grupo inicial se anexaron vacas provenientes de Oaxaca y Colima de la vertiente del Océano Pacífico (de Alba 2011). Para esos años, varias poblaciones de ganado criollo prácticamente habían desaparecido en México, producto del cruzamiento indiscriminado y por absorción con razas cebuinas y con razas lecheras de origen europeo desadaptadas a los climas cálidos (Saucedo-Montemayor 1984; Espinoza-Villavicencio

2003; de Alba 2011). Los ganaderos abandonaron sus razas criollas tradicionales que la selección natural había moldeado para su adaptabilidad a los climas cálidos tropicales y a una tecnología poco intensiva. Los hatos CLT de México se encuentran en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz (AMCROLET 2012). La descripción del origen del hato criollo lechero desde su establecimiento en 1954 en CATIE, las características raciales y de productividad y los resultados de los programas de selección y cruzamientos con la Jersey fueron publicados por de Alba (1985) y de Alba y Kennedy (1985).

Estimadores de los parámetros genéticos y la productividad de características de interés lechero del CLT de México, puro y en cruzamiento con Jersey y Canadiense fueron publicados por de Alba y Kennedy (1994) y Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez (2002). Los datos de esos estudios se recolectaron de un rancho ubicado en el sur de Tamaulipas y otro en el centro norte de Veracruz que pertenecieron a la Asociación Mexicana de Producción Animal A. C. (AMPA) y de ranchos privados cooperadores del norte de Veracruz.

En 2000, el Colegio de Postgraduados (CP) adquirió 63 hembras y 5 machos, y además recibió 10 madres de toros CLT de la AMPA que fueron ubicados en el campus Veracruz del CP en las cercanías del puerto de Veracruz y continuó con los proyectos de mejora genética e incremento de la población, formando el núcleo CLT más importante del país, el cual procura trabajar de manera coordinada con los criadores de la raza de la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Romosinuano y Lechero Tropical A. C. (AMCROLET) y les proporciona pie de cría y semen de animales genéticamente superiores para la producción de leche, entre otros servicios de vinculación. La población CLT de México es menor de 1 000 animales (FAO 2007) y la mayoría de los criadores de la raza no poseen hembras puras. El objetivo del presente ensayo fue presentar resultados relevantes de la investigación realizada con el CLT de 2000 a 2012, y plantear los temas de investigación, educación y vinculación en proceso.

LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La investigación del CLT en el CP da continuidad a la establecida en la AMPA (de Alba 1981b). El objetivo principal es dotar a los ganaderos de México y demás países tropicales del mundo de una estirpe superior, de ganado bovino *Bos taurus* productor de leche de alta calidad, adaptada a climas cálidos. Esta línea de investigación está constituida por dos componentes: 1) La mejora genética de la producción de leche a través de la selección artificial y 2) El aprovechamiento de la heterosis y la complementariedad a través de cruzamientos alternos de la raza CLT y la raza Tarentaise no adaptada a los climas cálidos de la región tropical. En estas componentes se llevan a cabo experimentos específicos conceptualizados y coordinados en la filosofía de la línea de investigación. Se tienen dos componentes más ligadas a la línea de investigación, una tecnológica de vinculación del núcleo de selección con los criadores socios de la AMCROLET y otra de educación para la formación de talentos humanos en ganadería tropical.

DESCRIPCIÓN DEL NÚCLEO DE SELECCIÓN

Localización

El hato núcleo está ubicado en dos unidades productivas del estado de Veracruz: 1) el rancho "La Capilla", municipio de Cotaxtla, a 18° 53' N y 96° 15' O y 32 msnm, con precipitación y temperatura medias anuales de 1 400 mm, distribuidas de junio a noviembre, y 25 °C; y 2) en el campus Veracruz del CP, localizado en la comunidad de Tepetates, municipio de Manlio Fabio Altamirano, a 19° 11' N y 96° 20' O, a 23 msnm, precipitación y temperatura medias anuales de 1 060 mm y 26.4 °C. El clima de ambas localidades es Aw"(w)(i)g, cálido subhúmedo con lluvias en verano (García 1988); durante los meses de octubre a abril y por periodos de uno a tres días se presentan con frecuencia variable vientos de gran intensidad llamados nortes que hacen descender la temperatura drásticamente y repentinamente.

Composición del hato

En el hato núcleo los animales se manejan por grupos: vacas lactantes (vacías y gestantes) durante un periodo de 7 a 10 meses, hembras gestantes (vaquillas de reemplazo y vacas adultas), vaquillas del destete a la pubertad, toretes y toros a ser seleccionados para inseminación artificial y monta natural, y becerros lactantes. Las vacas de ordeña y los becerros permanecen en La Capilla, los demás animales en el campus Veracruz. El número total de hembras es del orden de 200 y el de machos de 40.

Ordeño

Los becerros lactantes permanecen con sus madres durante la ordeña para apoyar la secreción de la leche y consumir la leche residual. La ordeña se realiza a partir del quinto día postparto a mano una vez al día, de 05:00 a 07:00 h, la ubre se lava con una solución de yodo al 8 %. La producción individual de leche se pesa cada 28 d utilizando una cubeta y báscula de reloj, el becerro se separa de su madre el día anterior para registrar la producción total de leche en 24 h. No se han realizado análisis químicos rutinarios de la leche lo que constituye una debilidad del programa, ni se administra oxitocina para favorecer la secreción de la leche, práctica realizada en algunas ganaderías de la región tropical, tampoco se ofrece alimento a las vacas durante el ordeño. Se eliminan vacas por problemas reproductivos, mastitis, problemas de ubre y baja producción de leche.

Reproducción

Se identifican las hembras en celo con toros de pene desviado. El servicio de las hembras se realiza todo el año con inseminación artificial (IA), utilizando semen de los mejores toros evaluados genéticamente para la producción de leche a 305 d y de acuerdo al sistema de apareamientos por familias del hato. Después del parto, las vacas con aparato reproductor sano se sirven al primer celo detectado.

Apareamientos

Los sementales se asignan para cubrir a las

hembras de acuerdo a la estructura de seis familias establecidas en el núcleo de selección con el fin de evitar consanguinidad en la descendencia. Cada semental se aparea con hembras de la siguiente familia, pero no de la familia de la cual proviene, estableciéndose un sistema circular de apareamientos, en lugar de conservar una sola población con apareamientos al azar (Yamada 1981; Wang 1997).

Alimentación

El ganado se alimenta con el pastoreo de estrella (*Cynodon plectostachyus*), grama nativa (*Paspalum ssp*) y pará (*Brachiaria mutica*). A partir de 2008, por escasez de pasto por sequía extrema, eventualmente el ganado se suplementa con caña de azúcar fresca picada, ensilado de maíz o pollinaza. El ganado se suplementa con sal común todo el año.

Sanidad

Las prácticas sanitarias son pocas. El ganado se vacuna ocasionalmente contra rabia paralítica bovina. Se aplican antibióticos locales en casos de mastitis severas y sueros en casos de anaplasmosis y piroplasmosis. El hato núcleo está certificado como hato libre de brucelosis y tuberculosis. No se aplican baños garrapaticidas ni se desparasita internamente al ganado.

Prácticas ganaderas

Antes de 15 d de edad, los becerros se tatúan en las orejas y se descuernan, se hierra en el costillar izquierdo enseguida del destete. Los registros de producción se anotan en tarjetas individuales y se envían mensualmente al Banco Nacional de Información Lechera del gobierno mexicano.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

Se estudiaron características productivas y reproductivas (Tabla 1) con 1 377 registros de 401 vacas (Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez 2002). La producción de leche a 305 d (PL305) fue $1\ 174 \pm 11.4$, menor a la obtenida en Turrialba de $1\ 504 \pm 36$ kg (de Alba y Kennedy 1985). Sin embargo, ésta última se obtuvo con dos ordeños por día, sin apoyo del becerro y en ausencia de estación

seca. En Veracruz la producción media por lactancia de vacas cebú con encaste interracial indefinido con razas europeas es menor de 1 000 kg, con lactancias inferiores a 280 d (Pérez-Hernández y Rojo-Rubio 2003). La duración media de la lactancia de las CLT fue mayor de 319 d, superior a la observada en otros genotipos tropicales (Pérez-Hernández y Rojo-Rubio 2003); la selección para mayor producción de leche ha dado ventaja a vacas con lactancias más largas cuando se ordeñan con becerro al pie. Lactancias largas para vacas que producen en condiciones estacionales adversas de escasez de forrajes por efecto de sequía pueden ser inconvenientes. Aunque el primer parto ocurrió casi a 40 meses, probablemente debido a una alimentación variable y exclusiva de forrajes a través del año, el número de servicios por concepción es muy bajo e indicativo de la alta fertilidad de la vaca CLT cuando está ciclando (Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez 2002). Sin embargo, el intervalo interparto de casi 15 meses, sugiere un periodo amplio del parto al primer servicio. Las características reproductivas y de sobrevivencia son de gran importancia para decidir qué genotipos son los más capaces para ser incluidos en un programa de lechería tropical (Mason y Buvanendran 1982).

SELECCIÓN PARA PRODUCCIÓN DE LECHE

La mejora genética del CLT (Santellano-Estrada *et al.* 2008; 2011) se lleva a cabo desde la década de los años 70 del siglo XX, a través de la selección para producción de leche a 305 d, utilizando como madres de sementales a las que obtienen los valores genéticos más altos de la evaluación genética en cada una de las seis familias en que está dividido el núcleo (Yamada 1981). Se analizaron 15 377 pesadas de leche, de 1 438 lactancias de 467 vacas con registro de producción. La población con registro genealógico fue de 119 sementales y 602 vacas. Los datos se obtuvieron de tres hatos ubicados en la vertiente del Golfo de México (El Apuro, El Respiro y campus Veracruz) y se incluyó uno de Nicaragua (El Pino). Se utilizó un modelo de día de prueba que incluye la información de la variación

fenotípica de cada pesada de leche. La lactancia fue descrita con un modelo de regresión aleatoria con un polinomio de Legendre de segundo orden, el cual utiliza todas las pesadas disponibles y permite estimar parámetros y predecir valores genéticos a través de la lactancia, así como determinar la persistencia (Santellano-Estrada *et al.* 2008; 2011). En la Figura 1 se presentan los parámetros genéticos estimados para producción de leche en toda la lactancia. El índice de herencia (h^2) aumentó de 0.18 a 0.30 a través de la lactancia, y fue de 0.24 y 0.25 para la producción acumulada a 305 y 400 d; el valor de 0.24 es útil para la mejora genética por selección de esta característica. El índice de constancia (r) varió entre 0.35 a 0.62, con valores más altos al principio y final de la lactancia, y fue 0.43 para la producción acumulada a 305 y 400 d. La correlación genética entre la producción de leche de los días 10 y 400 fue 0.5, aunque en la mayoría de las producciones adyacentes de días de prueba la correlación fue superior de 0.9. El progreso genético se confirma con la tendencia genética de los valores estimados para vacas (Figura 2). La ganancia anual en PL305 de $11.04 \pm 0.71 \text{ kg año}^{-1}$ ($p \leq 0.001$) corresponde a 0.94 % de la media fenotípica y se considera satisfactoria para la vía de selección utilizada (Rendel y Robertson 1950) y podría incrementarse los próximos años al contar con más ranchos que realicen prácticas ganaderas homogéneas sin cuidados preferenciales y recolecten registros productivos de animales puros o de encaste conocido, que aumenten la precisión en la predicción de sus valores genéticos (Van Doormaal y Kistemaker 2003).

LA CURVA DE LA LACTANCIA

La curva media observada de la lactancia de las vacas CLT mostró una producción máxima al inicio con descenso monótono después de 40 d. La curva media ajustada fue descendente desde el inicio y siguió la trayectoria de la observada (Figura 3). Estas curvas no mostraron el ascenso inicial típico de lactancias de vacas en clima templado (Wood 1967). Madalena *et al.* (1979) observaron un comportamiento similar al del presente estudio en vacas Holstein y Holstein x Gyr en Brasil. La producción

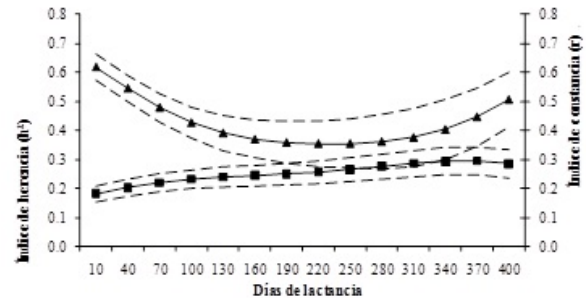


Figura 1. Índice de herencia (-▲-) e índice de constancia (-) para producción de leche en días de prueba (las líneas discontinuas indican estimador \pm error estándar) (Santellano-Estrada *et al.* 2011).

Figure 1. Heritability and repeatability of milk production on test days (dashed lines are estimator \pm standard error) (Santellano-Estrada *et al.* 2011).

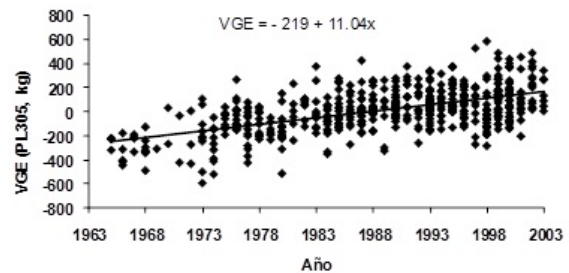


Figura 2. Tendencia genética para producción de leche acumulada a 305 d en vacas Criollo Lechero Tropical (Santellano-Estrada *et al.* 2011).

Figure 2. Genetic trend for accumulated 305 d milk production in Tropical Milking Criollo cows (Santellano-Estrada *et al.* 2011).

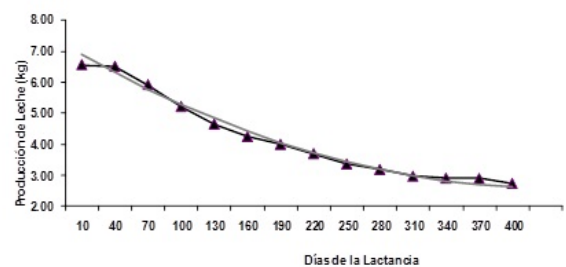


Figura 3. Curvas de lactancia observada (-▲-) y ajustada (-) de vacas Criollo Lechero Tropical (Santellano-Estrada *et al.* 2011).

Figure 3. Observed (-▲-) and adjusted (-) lactation curves of Tropical Milking Criollo cows (Santellano-Estrada *et al.* 2011).

Tabla 1. Comportamiento productivo y reproductivo del ganado Criollo Lechero Tropical de México (Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez 2002).

Table 1. Productive and reproductive performance of the Tropical Milking Criollo cattle of Mexico (Rosendo-Ponce y Becerril-Pérez 2002).

Característica	n	Media	Error estándar
Producción de leche a 305 d (kg)	1075	1174	11.4
Duración de la lactancia (d)	896	319	2.3
Edad al primer parto (d)	388	1222	12.7
Servicios por concepción	1263	1.6	0.03
Intervalo entre partos (d)	619	455	3.2

media de leche inicial fue de 6.8 kg d^{-1} y declinó gradualmente a 3.0 kg d^{-1} a los 305 d y al final a 2.6 kg d^{-1} (Santellano-Estrada *et al.* 2011). Esta forma de la curva media de lactancia próxima a la linealidad con pendiente negativa, permite estimar la producción total con al menos tres registros.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

Los porcentajes de grasa y proteína de la leche de vacas CLT fueron 4.98 a 3.67 y 3.59 a 3.38, respectivamente, en una población inicial y después de un proceso de selección para producción de leche, con disminución en ambas características (de Alba 1985). El contenido medio de grasa fue $4.57 \pm 0.3 \%$ (de Alba y Kennedy 1985).

Los porcentajes de grasa, proteína, caseína, sólidos totales y rendimiento de queso fresco fueron 3.9 ± 0.2 , 3.9 ± 0.2 , 3.2 ± 0.2 , 12.7 ± 0.3 y 17.0 ± 0.9 . Debido a su composición, la leche de vacas CLT es apta para la producción de queso fresco requiriéndose en promedio 5.9 kg de leche para obtener 1.0 kg de queso fresco (Guerrero, comunicación personal).

Proteínas

El polimorfismo genético de las proteínas de la leche influye en su producción y calidad y en las de sus derivados (Caroli *et al.* 2004). La variante B de la β -lactoglobulina (β -LG) está asociada con mayor rendimiento de queso y menor producción de leche (Ng-Kwai-Hang 1998). Se determinaron las variantes genéticas y frecuencias genotípicas de la β -LG en leche de 382 vacas Holstein (H) y 64 CLT. La separación de las variantes genéticas de la β -LG

se hizo en zona libre (ECZ) por electroforesis capilar. Hubo diferencias ($p \leq 0.01$) en las frecuencias genotípicas entre las razas. El genotipo AA de la β -LG se encontró con menor frecuencia en la leche de ambas razas, mientras que el genotipo AB fue más frecuente en la leche de vacas H. En CLT, el genotipo BB de la β -LG presentó mayor frecuencia (Tabla 2; Meza-Nieto *et al.* 2010).

Por otro lado, se relacionaron las variantes genéticas A y B de la β -LG con la producción y composición de la leche de vacas H y CLT. En vacas CLT el genotipo BB presentó más grasa, proteína y sólidos totales que los genotipos AA y AB (Tabla 3). La mayor frecuencia del genotipo BB en CLT, asociado al mayor porcentaje de sólidos, sugiere que la leche de este ganado tiene propiedades fisicoquímicas y tecnológicas ventajosas para elaborar quesos y leches fermentadas (Meza-Nieto *et al.* 2012).

SUPLEMENTACIÓN DE VACAS LACTANTES

Se comparó la producción y calidad de leche en tres niveles de suplementación en los primeros 120 d de lactancia de vacas CLT de primer parto y su cruce F1 con Cebú encastado de europeo (CC) pastoreando praderas de *Brachiaria mutica*. La alimentación fue pastoreo *ad libitum*, con carga animal de 2 cbz ha^{-1} y suplementación de concentrado de 0 kg (PA), 1 kg por 2.5 kg (SA) y 1 kg por 5 kg (SB) de leche corregida a 4 % de grasa. El concentrado contenía 20 % de compuestos nitrogenados totales y 50 % de proteína degradable en rumen. Se realizaron dos ordeños manuales al día con apoyo del becerro. La producción de leche total

Tabla 2. Frecuencias genotípicas y alélicas de las variantes de la β -lactoglobulina en leche de vacas Holstein (H) y Criollo Lechero Tropical (CLT) (Meza-Nieto *et al.* 2010).

Table 2. Genotypic and allelic frequencies of β -lactoglobulin variants in milk of Holstein (H) and Tropical Milking Criollo (CLT) cows (Meza-Nieto *et al.* 2010).

Raza	Frecuencia genotípica			Frecuencia alélica	
	AA	AB	BB	A	B
H	0.19	0.57	0.24	0.48	0.52
CLT	0.14	0.33	0.53	0.35	0.65

Tabla 3. Genotipo de la β -Lactoglobulina y composición química (%) de la leche de vacas Criollo Lechero Tropical (Meza-Nieto *et al.* 2012).

Table 3. β -Lactoglobulin genotypes and chemical composition (%) of Tropical Milking Criollo cows milk (Meza-Nieto *et al.* 2012).

Genotipo	Grasa	Proteína	Lactosa	SNG	ST
AA	3.2 \pm 0.2 ^b	3.9 \pm 0.2 ^b	4.8 \pm 0.1 ^a	9.7 \pm 0.2 ^a	12.8 \pm 0.3 ^b
AB	3.4 \pm 0.2 ^b	3.6 \pm 0.2 ^b	4.8 \pm 0.1 ^a	8.9 \pm 0.2 ^b	12.3 \pm 0.3 ^c
BB	4.4 \pm 0.2 ^a	4.6 \pm 0.2 ^a	4.8 \pm 0.1 ^a	9.5 \pm 0.2 ^a	13.9 \pm 0.3 ^a

^{a,b,c}: Medias con diferente literal en una columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). SNG: sólidos no grasos; ST: sólidos totales.

fue 7.74 ± 0.17 y 8.73 ± 0.17 kg d⁻¹ para CLT y CC ($p \leq 0.05$), sin embargo, en porcentaje de grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales las vacas CLT fueron superiores ($p \leq 0.05$). La producción de leche total fue 7.35 ± 0.14 , 8.75 ± 0.15 y 8.61 ± 0.12 kg d⁻¹ con diferencias ($p \leq 0.05$) entre PA, y SA y SB; sin diferencias ($p > 0.05$) entre las suplementadas. La suplementación favoreció la producción total de leche, grasa y proteína (Domínguez-Pérez *et al.* 2011).

INFESTACIÓN POR GARRAPATAS

Resultados de la resistencia a enfermedades y adaptación del ganado CLT a los climas cálidos tropicales fueron indicados por de Alba (1981a). En Veracruz se determinaron las especies y frecuencia de ocurrencia de las especies de garrapata que infestan al ganado CLT (González-Cerón *et al.* 2009). Se utilizaron 28 vaquillas y 16 toretes (21 a 24 meses de edad). Solamente se requiere contar garrapatas de un lado del cuerpo ya que se observó que está correlacionado $r=0.94$ ($p \leq 0.01$) con el total de garrapatas de todo el cuerpo. Se

identificaron las especies *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus*. Para el total corporal de garrapatas la mayor frecuencia (38 %) se observó en la moda de 15, la mediana fue 13.5 y la media 14.5; solamente 7 % de los bovinos tuvieron más de 21 garrapatas. El valor mínimo fue 3 y el máximo 39, en 9 y 3 % de los bovinos. La desviación estándar y el coeficiente de variación fueron 7.6 y 52.4 %, mientras que la curtosis fue 2.4 y la asimetría 1.3. El 33 % de los bovinos tuvo conteos menores a 10 garrapatas saturadas, número que según Whar-ton y Norris (1980) no afecta el comportamiento productivo.

TEMAS DE INVESTIGACIÓN E IMPLICACIONES

Se determinará nuevamente el comportamiento productivo del núcleo de selección. Debido a que la vía para la mejora genética del ganado CLT es a través de la selección de las vacas con los mejores valores genéticos predichos (Santellano *et al.* 2011), que se convierten en madres de toros de cada una de las seis familias, se están realizando es-

tudios para determinar biotecnologías reproductivas útiles para la obtención de embriones transferibles y aumentar el número de descendientes puros de cada hembra y se determinan en diferentes estaciones del año las características del semen de los toros utilizados para IA y monta natural; de esta manera los socios de la AMCROLET y los ganaderos productores de leche podrán disponer a través de todo el año de productos biotecnológicos de hembras puras y sementales de probada calidad genética, acortando el periodo para obtener este ganado, en comparación al encaste que requiere de hasta 20 años para obtener animales considerados puros. La frecuencia de variante B de la β -LG y su importancia en las propiedades físicoquímicas y tecnológicas de la leche (Meza-Nieto *et al.* 2010; 2011), indican la necesidad de ampliar la investigación sobre el polimorfismo genético de las proteínas de la leche en el ganado CLT. de Alba (1997) mostró evidencia de la importancia de las k-caseínas en la composición y rendimiento quesero de la leche de vacas CLT. El polimorfismo de las proteínas de la leche se estudia para las variantes A y B de las k-caseínas y su relación con la producción y composición de la leche. Se determinó el genotipo de los sementales y la información se anexará a su evaluación genética. Al respecto de Alba y Kennedy (1985) evidenciaron la importancia del cruzamiento entre razas lecheras europeas y el CLT. Se está realizando un programa de cruzamientos alternos con sementales Tarentaise inseminando 20 % de las hembras puras CLT para estudiar el comportamiento productivo y reproductivo de la descendencia mestiza en producción de leche y comportamiento cárnico de los machos. La Tarentaise se eligió por su rusticidad y capacidad de producción de leche de alta calidad para la elaboración de quesos bajo alimentación en pastoreo y a base de forrajes, gran capacidad caminadora en terrenos con fuertes pendientes, tamaño corporal pequeño (Verrier *et al.* 2005), piel pigmentada, disposición de un programa formal de selección para la mejora genética y distribución internacional de semen congelado. Se están realizando estudios para determinar su efecto en el comportamiento reproductivo postparto y se prevé incorporar la lechería tropical a una producción silvopastoril con base en

praderas mixtas gramíneas leguminosas y estratos arbóreos para sombreado y productos de importancia forestal. En relación a la vinculación con los socios de la AMCROLET, se continuará con el registro de los animales en el libro de la raza, las evaluaciones genéticas y la distribución de productos biotecnológicos y pie de cría entre los socios, y la formación de nuevos hatos que utilicen la tecnología que ha sido desarrollada bajo sus propias condiciones ambientales y que está disponible para su adopción. La necesidad prevista de formar talentos humanos en lechería (de Alba 1962), se enfocó a la lechería tropical en colaboración con universidades e instituciones de educación superior nacionales e internacionales. Existe evidencia experimental que indica que el ganado CLT puede proseguir su mejora genética aditiva para la producción de leche, pero se requiere seleccionar por la calidad de los productos obtenidos, resistencia al ambiente y capacidad de sobrevivencia; así como ampliar los conocimientos sobre las ventajas del cruzamiento planificado con ganado lechero europeo. Además, se requiere aumentar la población CLT mediante la formación de nuevos hatos comerciales con seguimiento de la AMCROLET, que permita realizar evaluaciones genéticas más precisas. La debilidad del ganado CLT radica en el tamaño pequeño de la población (FAO 2007) y la aún más escasa población de ganaderos que adopte las tecnologías de mayor intensidad administrativa que requiere una lechería tropical avanzada. Es necesario el cruzamiento planificado entre el CLT y razas europeas, pero el desconocimiento de los mecanismos de acción y la correcta utilización de los cruzamientos han conducido a la extinción de diferentes poblaciones criollas de América (de Alba 2011). Para que el cruzamiento sea exitoso, se requiere implementar un programa de IA viable en el mediano y largo plazo entre los mejores criadores de CLT, con el uso recurrente del mejor semen de toros CLT como elemento que contribuya a la adaptabilidad a los climas cálidos tropicales y la utilización del mejor semen de toros de razas europeas con genética aditiva positiva para producción de leche, y que cuenten con evaluaciones genéticas de reconocida calidad nacional e internacional; así, el único ingrediente ex-

tranjero requerido es el semen congelado (de Alba y Kennedy 1985). No se justifica, y constituye un suicidio económico, importar hembras de razas lecheras europeas de la región templada a la región tropical cálida. El dilema del científico sobre qué lineamientos difundir para que la lechería tropical sea exitosa y rentable, no es necesariamente la falta de conocimientos, sino decidir cuáles de ellos son aplicables a la situación económica de cada país y región, con sus peculiares poblaciones humanas. El seguimiento, capacitación, educación y organización de los criadores y ganaderos son los elementos más difíciles de lograr. Sin embargo, se requiere de un mejor entendimiento, gestión y disposición de recursos económicos para la permanencia y mejora de los ganados criollos de México (SAGARPA 2013).

AGRADECIMIENTOS

Se recuerda y agradece al Dr. Jorge de Alba por haber depositado su confianza en académicos del Colegio de Postgraduados, en quienes ha quedado la responsabilidad científica del proyecto. A los estudiantes que han participado en la obtención de nuevos conocimientos del ganado. Al personal de los campus Montecillo y Veracruz del CP, que han intervenido para la consolidación y desarrollo del proyecto. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México por el financiamiento de becas y de la investigación realizada. Al Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios A.C. (CONARGEN) por su apoyo a criadores y científicos para que participen en foros relacionados con la mejora genética de las poblaciones ganaderas del país, con especial referencia a las razas criollas.

LITERATURA CITADA

- AMCROLET (2012) Libro de registro raza Criollo Lechero Tropical. Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Romosinuano y Lechero Tropical, A. C. Veracruz, México. 129 p.
- Caroli A, Chessa S, Bolla P, Budelli E, Gandini GC (2004) Genetic structure of milk protein polymorphisms effects on milk production traits in local dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 121: 119-127.
- de Alba J (1962) Training needed for leadership in dairying in Latin America. *Journal of Dairy Science* 45: 1116-1119.
- de Alba J (1980) Progresos en la selección de los Criollos Lecheros Tropicales. *Revista Mundial de Zootecnia* 29: 26-30.
- de Alba J (1981a) Resistencia a enfermedades y adaptación de ganados criollos de América al ambiente tropical. *Recursos Genéticos Animales en América Latina. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal* 22: 13-16.
- de Alba J (1981b) El ganado lechero tropical de América Tropical. *Recursos Genéticos Animales en América Latina. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal* 22: 48-51.
- de Alba J (1985) El Criollo Lechero en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 59 p.
- de Alba J, Kennedy BW (1985) Milk production in the Latin-American Milking Criollo and its crosses with the Jersey. *Animal Production* 41: 143-150.
- de Alba J, Kennedy BW (1994) Genetic parameters of purebred and crossbred Milking Criollo in tropical Mexico. *Animal Production* 58: 159-185.

- de Alba J (1997) Polimorfismo en caseína y la calidad de la leche en ganados criollos lecheros. Utilización de Razas y Tipos Bovinos Creados y Desarrollados en Latinoamérica y El Caribe. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (Suplemento 2) 5: 21-26.
- de Alba J (2011) El libro de los bovinos criollos de América. Biblioteca Básica de Agricultura. Ed. Colegio de Postgraduados. México. 444 p.
- Domínguez-Pérez A, Becerril-Pérez CM, Rosendo-Ponce A, Narciso-Gaytán C (2011) Suplementación de vacas Criollo Lechero Tropical. Mem. XXXIX Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Chapingo, México. pp. 392.
- Espinoza-Villavicencio JL (2003) Programa para la identificación, caracterización y comercialización del ganado bovino criollo de Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 136 p.
- FAO (2007) The state of the worlds animal genetic resources for food and agriculture. Food and Agricultural Organization of the United Nations. B. Rischkowsky and D. Pilling (eds). Rome, Italy. 511 p.
- García E (1988) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 191 p.
- González-Cerón F, Becerril-Pérez CM, Torres-Hernández G, Díaz-Rivera P (2009). Garrapatas que infestan regiones corporales del bovino Criollo Lechero Tropical en Veracruz, México. Agrociencia 43: 11-19.
- Hansen DH (1973) Tropical agroecosystems. Science 182: 1212-1219.
- Madalena FE, Martínez ML, Freitas AF (1979) Lactation curves of Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. Animal Production 29: 101-107.
- Mason IL, Buvanendran V (1982) Breeding plans for ruminant livestock in the tropics. FAO Animal Production and Health Paper 34. 89 p.
- Meza-Nieto MA, González-Córdova AF, Becerril-Pérez CM, Ruíz-López FJ, Díaz-Rivera P, Vallejo-Córdova B (2010) Polimorfismo genético de la β -lactoglobulina en la leche de vacas Holstein y Criollo Lechero Tropical. Agrociencia 44: 531-539.
- Meza-Nieto MA, González-Córdova AF, Becerril-Pérez CM, Rosendo-Ponce A, Díaz-Rivera P, Ruíz-López FJ, *et al.* (2012) Relación de las variantes A y B de la β -lactoglobulina con la producción y composición de la leche de vacas Holstein y Criollo Lechero Tropical. Agrociencia 46: 15-22.
- Ng-Kwai-Hang KF (1998) Genetic polymorphism of milk proteins: Relationships with production traits, milk composition and technological properties. Canadian Journal of Animal Science 78 (Supplement): 131-147.
- Pérez-Hernández P, Rojo-Rubio R (2003) Necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz. 131 p.
- Rendel JM, Robertson A (1950) Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. Journal of Genetics 50: 1-8.
- Rosendo-Ponce A, Becerril-Pérez CM (2002) Productive performance and genetic parameters in the Tropical Milking Criollo cattle in Mexico. Proceed: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Montpellier, France. Communication 25-25.
- SAGARPA (2013) Reglas de operación del Programa de Innovación, Investigación, Desarrollo Tecnológico y Educación (PIDETEC), de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 624 p.

- Santellano-Estrada E, Becerril-Pérez CM, de Alba J, Chang YM, Gianola D, Torres-Hernández G, *et al.* (2008) Inferring genetic parameters of lactation in Tropical Milking Criollo cattle with random regression test-day models. *Journal of Dairy Science* 91: 4393-4400.
- Santellano-Estrada E, Becerril-Pérez CM, Chang YM, Gianola D, Torres-Hernández G, Ramírez-Valverde R, *et al.* (2011) Caracterización de la lactancia y evaluación genética del ganado Criollo Lechero Tropical utilizando un modelo de regresión aleatoria. *Agrociencia* 45: 165-175.
- Saucedo-Montemayor P (1984) Historia de la ganadería en México. Tomo I. Universidad Nacional Autónoma de México. 331 p.
- Stobbs TH, Thompson PAC (1975) Milk production from tropical pastures. *World Animal Review* 13: 27-31.
- Van Doormaal BJ, Kistemaker GJ (2003) Dairy genetic improvement through artificial insemination, performance recording and genetic evaluation. *Canadian Journal of Animal Science* 83: 385-392.
- Verrier E, Tixier-Boichard M, Bernigaud R, Naves M (2005) Conservation and value of local livestock breeds: usefulness of niche products and/or adaptation to specific environments. *Animal Genetics Resources Information* 36: 21-32.
- Wang J (1997) More efficient breeding systems for controlling inbreeding and effective size in animal populations. *Heredity* 79: 591-599.
- Wharton RH, Norris KR (1980) Control of parasitic arthropods. *Veterinary Parasitology* 6: 135-164.
- Wood PDP (1967) Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216: 164-165.
- Yamada Y (1981) The importance of mating systems in the conservation of animal genetic resources. Proc: FAO/UNEP Technical Consultation on Animal Genetic Resources Conservation and Management. FAO Animal Production and Health Paper 24: 268-278.