

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE



VALENTE VELÁZQUEZ ORDÓÑEZ | HUGO CASTAÑEDA VÁZQUEZ | WILFRIED WOLTER |
JAROSLAVA ŠVARC GAJIĆ | CARLOS BEDOLLA CEDEÑO | JUAN EULOGIO GUERRA LIERA
(EDITORES)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
JUAN PABLOS EDITOR

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE

Valente Velázquez Ordóñez | Hugo Castañeda Vázquez
Wilfried Wolter | Jaroslava Švarc Gajić
Carlos Bedolla Cedeño | Juan Eulogio Guerra Liera
(editores)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
JUAN PABLOS EDITOR
MÉXICO, 2015

La impresión de este libro se llevó a cabo con el apoyo de la Universidad de Guadalajara
y la Universidad Autónoma del Estado de México



Primera edición: octubre de 2015

D.R. © VALENTE VELÁZQUEZ ORDÓÑEZ, HUGO CASTAÑEDA VÁZQUEZ,
WILFRIED WOLTER, JAROSLAVA ŠVARC GAJIĆ, CARLOS BEDOLLA CEDEÑO
Y JUAN EULOGIO GUERRA LIERA (EDITORES)

D.R. © UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
Ángel Flores s/n, colonia Centro, Culiacán, 80000 (Sinaloa)
DIRECCIÓN DE EDITORIAL

D.R. © JUAN PABLOS EDITOR S.A.
2a. Cerrada de Belisario Domínguez 19, Col. del Carmen,
Del. Coyoacán, 04100, México, D.F.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

ISBN: 978-607-737-094-9 (UAS)
ISBN: 978-607-711-310-2 (JUAN PABLOS EDITOR)

Impreso y hecho en México

Contenido

Agradecimientos	13
Presentación.....	15
Prólogo	17
Introducción	21

SECCIÓN I

PRODUCCIÓN DE LECHE

América Latina y su potencial como productora de alimentos, el caso de los lácteos <i>Ariel Londinsky</i>	25
Producción y composición de leche bovina en las condiciones del trópico: influencia del manejo y genotipo <i>Patricia Cervantes Acosta, Antonio Hernández Beltrán, Belisario Domínguez Mancera, José Alfredo Santiago Villagómez-Cortés y Apolo Adolfo Carrasco García</i>	31
Gestión de las buenas prácticas en la producción lechera familiar <i>Deyanira Barrero y Tito Díaz M.</i>	45
Calostro inocuo: su uso e implicaciones en la crianza de becerras <i>Francisco Javier Padilla Ramírez, Ciro Estrada Chávez, Ana Laura Pereira Suárez y Hugo Castañeda Vázquez</i>	73
Metodologías para la evaluación de sustentabilidad en sistemas de ganado lechero: un análisis comparativo de resultados y perspectivas <i>Luis Brunett Pérez, Carlos E. González Esquivel, Luis Arturo García Hernández y Enrique Espinosa Ayala</i>	85

Producción y composición de leche bovina en las condiciones del trópico: influencia del manejo y genotipo

CERVANTES ACOSTA, P., HERNÁNDEZ BELTRÁN, A., DOMÍNGUEZ MANCERA, B.,
VILLAGÓMEZ CORTÉS, J.A.S. Y CARRASCO GARCÍA, A.A.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA-UNIVERSIDAD
VERACRUZANA

RESUMEN

Aquí se presentan los resultados de investigaciones realizadas en los últimos 10 años en condiciones del trópico de México, se compara la respuesta productiva en rendimiento de leche, componentes lácteos y sus interacciones de las razas Holstein, Suizo Pardo, Cebú, Criollo y sus cruza, y además, se establecen criterios en cuanto a la integración de los aspectos productivos, la respuesta fisiológica/metabólica y elementos de valor económico en la decisión sobre cuáles sistemas/genotipos son más favorables. No existe un paradigma único para la lechería en condiciones del trópico. La elección del sistema y genotipo más adecuado debe corresponder con las características del ambiente de cada región, las tendencias y particularidades del mercado, y aprovechar la experiencia y habilidad de los productores a nivel local. Se considera también que la industria láctea en las regiones tropicales está soportada principalmente en el uso del pastoreo estacional, práctica que fomenta un suministro irregular de leche a los procesadores en términos de volumen y calidad. Los fabricantes de productos lácteos que acopian a partir de sistemas de lechería basados en pasturas tienen el desafío de una demanda creciente de derivados lácteos de alta calidad, pero la leche que adquieren de acuerdo a las temporadas climáticas, frecuentemente no es consistente en volumen ni en calidad de composición e higiene para su procesamiento.

Palabras clave: lechería tropical, producción, composición, higiene.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista nutricional, la leche es uno de los alimentos más completos que existen en la naturaleza, tanto por el equilibrio y diversidad entre sus componentes, como por la alta digestibilidad y absorción de los mismos. Este alimento aporta cerca del 30 % de las proteínas consumidas en los países desarrollados, por ello la lactancia es objeto constante de estudios en campos como la genética, la fisiología y nutrición. Las propiedades físico-químicas de la leche tienen gran importancia desde el punto de vista de su interpretación científica: como atributos de la capacidad nutricional del alimento, parte sustancial de los indicadores de la calidad de la materia prima, elemento decisivo en el proceso de elaboración de productos lácteos de calidad (FAO, 2013).

La producción de leche líquida en México durante el 2012 fue cercana a los 11 millones de toneladas, y se espera un cierre en 2013 con 11.4 millones de toneladas métricas (MMT) de acuerdo a los datos oficiales de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP, 2013). El trópico húmedo mexicano comprende aproximadamente 13 % del territorio nacional, incluye varios estados en el sur del país: Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Pech *et al.*, 2002). El clima se califica como ecuatorial húmedo de baja latitud, y se caracteriza por elevada precipitación pluvial (2032-3048 mm anuales), distribuida durante el año entre 200 y 365 días. La temperatura ambiente promedio es de 27 °C, la más baja es superior a los 18 °C, con una humedad relativa también alta. Concomitante con la época de lluvia, se incrementa la disponibilidad de pasto y de alimentos ricos en fibra cruda, pero bajo contenido proteico, ciertos minerales y menor digestibilidad (Ávila y Gasque, 2002), a diferencia de la época de seca donde estos escasean, lo que afecta los rendimientos productivos.

Esta región ecológica tiene aproximadamente 60 % de la población de bovinos del país, y la ganadería predominante es de doble propósito en sistemas rústicos de pastoreo y manejo, junto con sistemas intensivos altamente automatizados. El principal destino de la producción láctea es para queserías artesanales, venta a empresas transnacionales para elaboración de derivados, e incluso para la venta directa de leche cruda a la población (Kamiński, 2000). Las grandes variaciones de ambientes, condiciones sociopolíticas, características culturales y de desarrollo hacen de esta región un amplio mosaico de enfoques, estrategias y resultados en el campo de la lechería, pero que, en sentido general, durante los últimos 20 años se ha caracterizado por tener un incremento sostenido.

La mayor parte de los países situados en la franja tropical son dependientes de alguna manera del mercado internacional de lácteos y registran un bajo consumo per cápita, los hatos están constituidos por pocos animales con baja productividad animal/hectárea, baja aplicación de tecnologías innovadoras, la industrialización de la leche es concomitante con un mercado artesanal de productos de pobre calidad, y falta de integración del sector en cadenas agroindustriales con extensión a mercado. Empresas foráneas, en algunos casos monopolios transnacionales, y en menor medida nacionales, agrupan generalmente a los productores de mayor tecnificación y cultura lechera. La globalización y tratados comerciales hicieron aún más vulnerable al sector lechero de los países tropicales, ya que estos facilitan la entrada de productos subsidiados o de otras regiones más favorecidas por su desarrollo y condiciones climáticas (SAGARPA, 2013).

En este panorama, la disponibilidad del agua juega un papel decisivo en la economía y el desarrollo sustentable del sector agropecuario. Una gran limitante es la existencia de periodos cortos de lluvias y extensos de secas, que se traducen en una marcada escasez de alimentos y agua, agravada por el cambio climático y los desastres naturales que se le asocian. Sin embargo, se debe considerar como una oportunidad clave para el desarrollo de la lechería tropical a la producción de leche a bajo costo, considerando la existencia de tierra abundante, una alta disponibilidad de radiación solar y una biomasa diversa, fuerza laboral numerosa aunque de bajo perfil y una capacidad demostrada al cambio de leche/carne (SIAP, 2013). En la cadena de producción de leche con los productores de baja y alta escala, se realizan las mismas preguntas: ¿cuánta leche producir?, ¿qué genotipo es más conveniente y qué estrategia de desarrollo genético debe aplicar?, ¿cuál sistema de manejo y alimentación se debe utilizar y cuáles deben ser los indicadores de eficiencia productiva del hato? (Cervantes *et al.*, 2005).

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE CON VACAS DE LECHERÍA TROPICAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ

El estado de Veracruz ocupa el sexto lugar en la producción de leche entre todos los estados del país, y el primero entre los de la zona tropical, con una producción superior a los 700 millones de litros anuales de leche bovina y de cabra, lo que representa un aporte nacional del 6.6 % en bovinos y 1.3 % de

cabra (SIAP, 2013). En Veracruz la producción láctea se desarrolla básicamente con ganado de doble propósito y de tipo familiar (3 774 668 cabezas de ganado); el 5 % restante es de lechería especializada (203 000 cabezas de ganado). Destacan tres grupos raciales: animales autóctonos, como el Criollo y el Cebú considerados así por tener más de un siglo en la región o en México, cruzas de *Bos indicus* y *Bos taurus* en diferentes proporciones, y razas especializadas, fundamentalmente Holstein, Suizo Americano, Suizo Pardo y Jersey (9). Un criterio de la práctica productiva y de las investigaciones desarrolladas en la región tropical (Ponce y Bell, 1986; López-Villalobos y Garrick, 2004; Cervantes *et al.*, 2005; INAES, 2013; SIAP, 2013) indican resultados favorables en las razas y cruzas más rústicas, debido a la mayor capacidad de adaptación de estos animales en las condiciones del trópico, como un mejor aprovechamiento de los pastos y forrajes, termotolerancia, resistencia a enfermedades; sin embargo, manifiestan un menor potencial productivo asociado tanto a sus características genéticas como a la expresión fisiológica de estas.

En Veracruz y, por extensión, en el resto del trópico húmedo mexicano, se cuenta ya con una base referencial y normativa sobre las características de la composición láctea que deben incluirse a los criterios técnicos que permitan identificar qué genotipos pueden aportar mayor rendimiento y valor agregado a la leche; se considera que el destino principal es la quesería artesanal y de otros derivados. Sobre composición láctea, en el periodo del 2000 al 2004, en vacas de lechería tropical y razas especializadas como Holstein y Suizo Pardo americano, se presentan en la tabla 1 los valores porcentuales promedio y su variación, para producción y composición de la leche en hatos de la región de Veracruz (Cervantes *et al.*, 2005).

La producción diaria y por lactancia en los hatos muestreados fueron de 7.16 kg y 2723 kg, respectivamente, con una duración lactancia de 300 días con concentraciones medias de proteína total y caseína, bajos en grasa y lactosa así como en sólidos no grasos y totales, teniendo en cuenta los niveles bajos de producción total y diaria y que la mayor parte de las vacas son de razas y cruzas rústicas. Una explicación del comportamiento de la grasa y sólidos totales se relaciona con el amamantamiento restringido y la práctica del ordeño manual en algunos hatos estudiados, donde el ternero extrae la mayor parte de la grasa o queda leche residual; sin embargo, no se ajusta al resto de los indicadores que no guardan una estrecha relación con este componente, ni tampoco fueron sometidos a dicho sistema de manejo, como en el caso de las razas especializadas y las cruzas.

TABLA 1. Medias generales de la producción láctea, concentraciones de los componentes mayores y rendimientos (valor entre paréntesis, kg) en hatos de lechería tropical del estado de Veracruz

Indicador	Media	DE	Mínimo-máximo
Producción/lactancia (kg)	2722.8	1428.0	405.4 -7428
Producción diaria (kg/día)	7.16	5.21	0.50-42.0
Grasa g %	3.48 (91.1)	0.56	2.34-7.32
Proteína g %	3.33 (90.64)	0.48	2.40-6.64
Caseína g %	2.53 (68.90)	0.40	1.58-5.09
Relación CA/PT	76.00	4.40	58.0-85.0
Lactosa g %	4.67 (127.4)	0.35	2.86-6.06
Sólidos no grasos g %	8.66 (235.81)	0.65	5.33-10.84
Sólidos totales g %	12.33 (335.7)	1.02	7.62-15.5

N = 2373 observaciones para todas las variables; DE = desviación estándar.

El rendimiento en kilogramos de leche y de cada componente por lactancia total es de medio a bajo; se han reportado valores mucho más elevados en regiones y países con una mayor proporción de vacas especializadas en producción lechera, donde las concentraciones porcentuales son comúnmente menores que en animales más rústicos, como los incluidos en este estudio (Kennelly *et al.*, 1999; Cerón *et al.*, 2004; López-Villalobos y Garrick, 2004; Bonilla *et al.*, 2008; FAO, 2013). Aun con un incremento de 13 % en los hatos que tienen amamantamiento restringido, no cambiarían sustancialmente dichas cifras. Otros resultados en la misma zona arrojaron valores similares en vacas de cruzamientos Holstein x Cebú y Suizo Pardo x Cebú (Bonilla *et al.*, 2008) (véase tabla 2).

Al observar estos resultados se aprecia que, en general, las concentraciones de grasa, proteína total, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales se caracterizaron por una medianía adecuada, con promedios por encima de los marcados por la normatividad mexicana y lo reportado para vacas en condiciones similares de manejo y alimentación por Cervantes *et al.* (2005). El estudio estaba dirigido al análisis en una planta procesadora regional de lácteos y, debido a que las concentraciones mostraron poca variabilidad, se consideraron adecuadas para favorecer el rendimiento de la leche en el proceso de industrialización.

TABLA 2. Valores promedio de composición de leche cruda en vacas de lechería tropical del estado de Veracruz

n= 1017	Media	Mín.	Máx.	Varianza	D.E.	EEM	Media	Media
							NMX-F-443-1983	(Cervantes, 2005)
GRASA	3.51	2.52	4.50	0.1949	0.4415	0.0138	3.0	3.48
PROTEÍNA	3.65	2.80	5.33	0.1564	0.3954	0.0124	3.2	3.33
LACTOSA	4.73	4.21	4.94	0.0079	0.0892	0.0028	4.3	4.67
ST	12.53	10.67	14.53	0.2939	0.5421	0.0170	12.53	12.33
SNG	8.81	7.01	10.48	0.1873	0.4328	0.0136	8.3	8.66

Mín. = mínimo; Máx. = máximo; DE = desviación estándar; EEM = error estándar.

Por otro lado, en el estudio de Cervantes *et al.* (2005), acerca del efecto que las razas ejercen sobre la composición de la leche mediante el análisis de medias y su dispersión por razas, se observó una mayor producción diaria y por lactancia en Holstein, seguido del Suizo Pardo y las cruza, y en menor medida en el Cebú y Criollo, y se manifestó también una menor concentración en proteína, lactosa y sólidos no grasos y totales que se incrementaron en la misma medida. Una característica común de los resultados fue la alta variabilidad tanto en las medias como en los valores mínimos y máximos, lo que responde a razas y condiciones que difieren ampliamente entre ellas.

Entre los componentes individuales destaca que la concentración de grasa es baja en cinco genotipos (no rebasa 3.6 g %), solo es más elevada en el Criollo, pero aún baja para dicha raza. Este resultado se asocia al uso del ternero en el ordeño para los casos del Cebú y el Criollo, pero sin explicación para el resto de los grupos.

La lactosa fue muy baja en el Holstein y se diferencia significativamente del resto de los genotipos, lo que corresponde al reporte de Ponce y Bell (1986) durante su estudio del Holstein, Cebú y sus cruza en Cuba, e indican que se debe a un desbalance energético en el metabolismo general y desequilibrios en el control de la lactación a nivel de la glándula mamaria, básicamente en los animales de alta producción en condiciones del trópico (véase tabla 3).

Los resultados se consideran de importancia en función de la finalidad productiva de los hatos, ya que si el objetivo es solo la producción para la venta y procesamiento de leche fluida, entonces la vaca Holstein tendrá las mejores

TABLA 3. Análisis de medias de composición láctea por raza en vacas de lechería tropical del estado de Veracruz

INDICADOR/ RAZA	H	SP	SC	HC	C	CLT
Producción total kg/lac- tancia	4460(1460) ^a 405-7428	2472(958) ^c 541-5952	2885(1213) ^b 1081-6883	2201(650) ^d 500-3429	1407(302) ^e 1000-2781	1237(421) ^f 525-2857
Producción diaria kg/día	13.75(7.4) ^a 1.5-42.0	8.00(4.17) ^d 0.50-26.0	5.93(2.93) ^c 1.0-23.0	5.23(2.64) ^d 1.0-18.5	4.92(1.86) ^d 2.0-9.0	3.47(1.46) ^e 0.50-8.0
Grasa %	3.46(0.44) ^{bc} 2.66-4.88	3.43(0.43) ^c 2.62-5.44	3.37(0.47) ^b 2.34-5.43	3.51(0.56) ^c 2.63-5.46	3.47(0.47) ^c 2.70-5.39	3.75(0.89) ^a 2.63-7.32
Proteína %	3.19(0.44) ^d 2.47-4.73	3.30(0.42) ^c 2.40-4.72	3.22(0.38) ^d 2.40-4.87	3.33(0.43) ^c 2.49-4.75	3.44(0.47) ^b 2.56-5.07	3.77(0.61) ^a 2.45-6.64
Caseína %	2.44(0.35) ^{bc} 1.74-3.70	2.41(0.33) ^{bc} 1.58-3.34	2.45(0.33) ^c 1.71-3.81	2.57(0.34) ^b 1.85-3.74	2.69(0.35) ^b 1.96-3.88	2.90(0.56) ^a 1.82-5.09
Lactosa %	4.55(0.26) ^d 3.32-5.18	4.70(0.32) ^b 3.56-6.06	4.67(0.30) ^{bc} 3.86-5.37	4.70(0.30) ^b 3.60-5.37	4.88(0.40) ^a 3.56-5.70	4.75(0.36) ^a 3.65-5.54
SNG %	8.36(0.58) ^d 6.50-10.56	8.59(0.59) ^c 5.97-10.37	8.56(0.63) ^c 5.33-10.84	8.73(0.58) ^b 6.44-10.84	9.12(0.64) ^a 6.73-10.76	9.09(0.62) ^a 6.13-10.84
ST %	11.95(0.83) ^d 9.29-15.10	12.0(1.07) ^d 7.65-14.8	12.24(0.94) ^b 8.62-15.5	12.47(0.86) ^c 9.04-15-50	13.05(0.90) ^a 9.62-15.4	13.0(0.90) ^a 8.77-15.50

Media: primer valor; SD: valor entre paréntesis; mínimos-máximos: valores en rangos en la segunda línea. Letras desiguales en filas difieren significativamente, $p < 0,05$.

opciones al aportar un mayor volumen. Pero cuando el fin es la venta de leche por sólidos y/o la producción de quesos y otros derivados, entonces las razas más adecuadas son Suizo Pardo y los cruces de Suizo y Holstein con Cebú, e incluso el Cebú y Criollo, que mantienen concentraciones porcentuales apreciables en los componentes, aunque sus rendimientos sean muy deprimidos.

En las medias generales, se encuentra una amplia variación dentro de cada raza, tanto en la dispersión de estas, como en los valores mínimos y máximos, con mayor énfasis en producción de leche y menor en concentraciones de lactosa y caseína (véase tabla 3).

Además del conocimiento de la producción y composición láctea, también se expresa la necesidad de aplicar herramientas de evaluación en la productividad y características de los hatos, de tal forma que se gane tiempo y especificidad en el conocimiento de los genotipos existentes (Tejedor *et al.*, 1986).

El estudio de los marcadores moleculares de las proteínas lácteas, como expresión de las características productivas y de la composición láctea, tiene un especial interés (Uffo, 2003). Dentro de ellas, el alelo B de la κ -caseína (CSN3) de la leche se ha relacionado con mayor contenido de caseína y mejores rendimientos y calidad del queso (Grosclaude, 1998; García *et al.*, 2001; Matin *et al.*, 2002), mientras el polimorfismo de la seroproteína α -lactoalbúmina (LAA), básicamente del alelo A, se relaciona con mayor producción láctea (3).

Ambos caracteres se incluyen desde hace décadas como parte de la evaluación de sementales en varios países del mundo (Rodríguez Zas *et al.*, 2002). Los resultados de la evaluación en 418 vacas, de las características de producción y composición de la leche en la región de Veracruz y los factores asociados a su variación, permitieron identificar las diferencias de los genotipos autóctonos y sus cruza en comparación con las razas especializadas en dos aspectos básicos: composición porcentual y rendimiento total, y las variantes polimórficas de los *loci* CSN3 y LAA (véase tabla 4).

Con respecto a los polimorfismos, en todas las razas se encontraron los dos genotipos (A y B) para los *loci*. CSN3 muestra en la raza SP un valor intermedio en la frecuencia de ambos alelos, mientras que CSN3^B en SC y CLT posee valores diferentes (0.429/0.571, $p < 0,05$), pero mayores que en las razas H, C y la cruza HC. Por el análisis de Chi cuadrada no se encontró significancia en C y CLT, pero sí en H, S, HC y SC. La frecuencia LAAA en los grupos Holstein y HC fue de 0.968 y 0.644, respectivamente. En la raza S y la cruza SC, las frecuencias de LAA se muestran intermedias para ambos alelos. Estos resultados difieren a lo obtenido en las razas europeas, que se reportan homocigotas para LAAA (Silva y De Lama, 1997; Grosclaude, 1998). En el ható CLT se observó para LAA la presencia de ambos alelos (A y B), diferente a lo descrito para la mayoría de las razas bovinas con genes *Bos taurus* reportado internacionalmente. Se encontraron frecuencias intermedias de ambos alelos con ligero predominio del alelo A (0.559). La presencia del alelo B en esta población se corresponde con la presencia de genes *Bos indicus* en los animales estudiados.

En el análisis estadístico de estos resultados para encontrar las posibles asociaciones entre los diferentes genotipos de CSN3 y LAA con caracteres productivos como producción de Kg. de leche diaria, grasa, proteínas, caseína, lactosa y las relaciones caseína/proteínas totales. Con respecto a las diferencias genotípicas, se encontró que CSN3 tiene efecto significativo sobre el contenido de caseína y una relación CA/PT, sólidos no grasos y sólidos totales; mientras que grasa y lactosa no mostraron diferencias significativas. Este tipo de resultados

TABLA 4. Frecuencias alélicas de CSN3 y LAA y prueba de significación X² por raza

Locus/ Alelo	Holstein n = 47	Suizo n = 92	Cebú n = 25	Holstein x Cebú n = 45	Suizo x Cebú n = 35	Criollo Lechero Tropical, n = 92
CSN3 A	0.702	0.511	0.740	0.700	0.429	0.571
CSN3 B	0.298	0.489	0.740	0.300	0.571	0.429
X ²	6.606*	23.063***	1.570 ^{NS}	6.403*	4.089*	2.169 ^{NS}
LAA A	0.968	0.582	0.500	0.644	0.500	0.559
LAA B	0.032	0.418	0.500	0.356	0.500	0.441
X ²	0.000 ^{NS}	44.755***	21.141***	7.455*	24.017***	48.629***

n = número de animales; X² = NS: No significativo; *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001.

constituyen el punto de partida para llevar a cabo una selección genética basada en este tipo de interacciones, fundamentalmente para mejorar la calidad de la leche. En cualquier caso, es necesario tener en cuenta el objetivo que se quiere lograr con la mejora y la raza de interés (Brülisauer, 2003; Ceron *et al.*, 2004).

La integración de los resultados en los aspectos estudiados definen que el comportamiento más favorable se encuentra en los genotipos Suizo Pardo y los cruces de Holstein y Suizo Pardo con el Cebú, al combinar de forma más estable y equilibrada los rendimientos productivos, la composición porcentual de la leche y las frecuencias de los alelos de CSN3 y LAA, evaluando a su vez las potencialidades de la mejora composicional en Holstein y rendimientos en el Cebú y Criollo.

Los resultados obtenidos coinciden en parte con reportes y experiencias de otros países de la región, en cuanto a la producción media por genotipos, composición en grasa, influencia de los efectos principales como época, hato y otros (Silvana y Del Lama, 1997; Kemenes *et al.*, 1999; Balieiro, 2000; García *et al.*, 2001; Brülisauer, 2003; Lima *et al.*, 2001; Eicher, 2004; Vilela y De Resende, 2004). Aún cuando la asociación de CSN3B con PT, CA, ST y otras características favorables de la leche y LAAA con mayor producción y los rendimientos en sólidos, se confirmó en el estudio, tanto en el análisis general como en el particular de cada raza, los resultados se consideran con moderación, ya que los efectos de esta naturaleza se dan generalmente por la acción e interacción de más de un gen, como es el caso de la LAA.

La diversidad del trópico, incluso dentro de un mismo país, así como el ganado lechero que se cría en esta región, requieren un trabajo de investigación constante para mejorar el criterio de desempeño sin límite no solo aspectos referidos a la producción lechera, sino cambiar el paradigma de una sola solución y buscar respuestas más ajustadas a cada condición en particular. Bajo este criterio, los resultados que se presentan están orientados a integrar e interpretar los resultados en una visión más amplia que el simple elemento de la leche que produce un animal determinado bajo las mismas condiciones que plantea el entorno del trópico.

CONCLUSIÓN

La producción de leche en la región de Veracruz se caracteriza por rendimientos medios de 7.16 kg/día y 2723 kg/lactancia con amplia variabilidad en dichos valores. La composición porcentual y los rendimientos en sólidos en kg/lactancia son de medio a bajo con bajo rendimiento/kg de leche. La menor producción láctea y rendimientos en sólidos se localiza en hatos Criollo y Cebú, la producción intermedia, en los cruces de Holstein y Suizo Pardo con Cebú y la producción mayor se da en el Holstein. La integración de los resultados de producción y composición láctea indican que los genotipos donde existe el mejor equilibrio entre ambos caracteres son el Suizo Pardo y los cruces de Holstein y Suizo Pardo con Cebú. Al analizar los genes de interés CSN3 y LAA, el comportamiento general de los hatos, excepto Holstein, fueron 100 % polimórficos. Los *loci* de ambas proteínas no se encuentran en equilibrio en ninguno de los grupos raciales. En LAA ambas variantes aparecen con valores intermedios excepto para la raza Holstein, donde el alelo A es homocigótico con una frecuencia del 96.8 %. Se encontró asociación del alelo B de CSN3 con una mayor concentración de proteína total, caseína, y sólidos y del alelo A de LAA con una mayor producción láctea y rendimiento de sólidos.

Existe una elevada variabilidad genética entre los grupos raciales estudiados, dado por la posible inclusión de genes *Bos taurus/Bos indicus* en el origen y/o desarrollo de los genotipos existentes en la región de Veracruz. Se identificó la presencia de genes *Bos indicus* en los hatos Holstein y Criollo Lechero Tropical (alelo A de LAA), lo que constituye un indicio de que este ganado no es *Bos taurus* puro.

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila, S. y R. Gasque (2002). «Grupos genéticos de ganado bovino destinados a la producción de leche». Enciclopedia Temática Pecuaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- Balieiro, J.C. (2000). «Estimates of genetic parameter and phenotypic genetic and environmental trends of some productive traits in Gyr cattle». *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 52(3): 266-275.
- Bleck, G.T. & R.D. Bremel (1993). «Correlation of the α -lactalbumin (+15) polymorphism to milk production and milk composition of Holsteins». *Journal of Dairy Science*, 76: 2292-2298.
- Bonilla, S.D.P., A.P. Cervantes, H.M.A. Espinoza, B.A. Hernández, Z.C. Lamothé y M.B. Domínguez (2008). «Calidad e higiene de leche acopiada en una planta pasteurizadora de la región Golfo-Centro del estado de Veracruz, México». 10 Congreso Panamericano de la Leche, San José, Costa Rica.
- Brülisauer, F. (2003). «Reference values and seasonal variations of milk constituents in relation to a priori non-dietary factors in Brown Swiss cows». (Tesis), Berna (Suiza).
- Cerón-Muñoz, M.F., H. Tonhati, C.N. Costa, D. Rojas-Sarmiento & E.D.M. Echeverri (2004). «Factors that cause genotype by environment interaction and use of a multiple-trait herd-cluster model for milk yield of Holstein cattle from Brazil and Colombia». *Journal of Dairy Science*, 87: 2687-2692.
- Cervantes, A.P., B.A. Hernández, R.F. Pérez-Gil, R.R. Hernández y C.P. Ponce (2005). «Composición y producción de leche en las condiciones del trópico mexicano». *Revista ACPA*, 3(2): 53-55.
- Eicher, R. (2004). «Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components». (Ponencia). 23 Congreso Mundial de Buiatría. Quebec, Canadá.
- García, B.C.M. (2002). «Perspectivas de la ganadería tropical de México ante la globalización». (Ponencia). Foro de Desarrollo de Ganadería Tropical, SAGARPA.
- García, L.R., R. González y P. Ponce (2001). «Evaluación de un sistema de producción de leche con vacas Holstein en el trópico». *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(2): 121.
- Grosclaude, F. (1998). «Le polymorphisme génétique des principales lactoprotéines bovines», *INRA Productions Animales*, 1: 5-17.

- Kaminski, S. (2000). «Associations between polymorphism within regulatory and coding fragments of bovine κ -casein gene and milk performance traits». *The Journal of Animal and Feed Sciences*, 9: 435-446.
- INAES (2013). Instituto Nacional de Economía Social. Guías empresariales, alimentos: queso. http://www.inaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresarial/quesos.pdf. Consulta: octubre 2013.
- Kemenes, P.A., R.L.C. de Almeida, R.A.J. de Magalhães, U. Packer, A.G. Razook, L.A. de Figueiredo, N.A. Silva, M.A.L. Etchegara & C.L. Lehmann (1999). « κ -Casein, b-lactoglobulin and growth hormone allele frequencies and genetic distances in Nelore, Gyr, Guzerá, Caracu, Charolais, Canchim and Santa Gertrudis cattle». *GMB*, 22(4): 539-541.
- Kennelly, J.J., D.R. Glimm & L. Ozimek (1999). «Milk composition in the cow. Proceedings of the 1999 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers». Rochester, N.Y.
- Lima, H., V. De Fischer, M. Ribeiro, C. Medina, R. Schram y W. Stump (2001). «Variacao da composicao do leite nos meses do ano sobre qualidade do leite». *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 9(1).
- López-Villalobos, N. & D.J. Garrick (2004). «Genetic improvement of New Zealand dairy cattle». VIII Panamerican Dairy Congress. FEPALE. Florida, USA. Junio/2004.
- Martin, P., M. Szymanowska, L. Zwierzchowski & C. Leroux (2002). «The impact of genetic polymorphism on the protein composition of ruminant milks». *Reproduction Nutrition Development*, 42: 433-459.
- Pech, M.V.S., J.M. Flores y R. Pérez (2002). «Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México». *Técnica Pecuaria en México*, 40.
- Ponce, P. y L. Bell (1986). «Estudio de la lactancia de vacas Holstein Friesian, Cebú y sus cruces en Cuba». *Revista de Salud Animal*, 8: 73-88.
- Rodríguez-Zas, S.L., B.R. Southey, D.W. Heyen & H.A. Lewin (2002). «Detection of quantitative trait loci influencing dairy traits using a model for longitudinal data». *Journal of Dairy Science*, 85: 2681-2691.
- SAGARPA (2013). Resumen nacional de la producción pecuaria. Avance mensual http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=361. Consultado: octubre de 2013.
- SIAP (2013). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Resumen nacional de la producción pecuaria. Producción anual estatal.

Silva, I.T.D. & M.A. Del Lama (1997). «Milk protein polymorphisms in Brazilian Zebu cattle». *Brazilian Journal of Genetics*, 20(4).

Tejedor, T., C. Rodellar y P. Zaragoza (1986). «Análisis de la variabilidad genética en razas bovinas, mediante estudios electroforéticos». *ITEA*, 35(133): 255-237.

Uffo, O. (2003). «Aplicación de los marcadores moleculares al estudio de la biodiversidad del ganado cubano». (Tesis). La Habana, Cuba.

Vilela, D. y J.C. de Resende (2004). «Sistemas de produção de leite em clima tropical». *Proceedings of the 8th Congress. FEPALÉ-Congreso Panamericano de la Leche*.

ORGANIZACIÓN DE LA
Y LA AGRICULTURA

RESUMEN

Los países de la región
de alimentación y nutrición
ción implica el desarrollo
para lograr una produ-
reducción de los nive-
y los medios de vida
tiene una función vital
desarrollo rural sus-
ción alimentaria. Por
buenas prácticas son el
mercados y sus compo-

Palabras clave: genética

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales
nutrición y nutrición
estrategias para la produ-
reducir los niveles de

Debido a la creciente importancia de la producción de leche en las diferentes regiones de Latinoamérica, era necesaria la edición de un libro actualizado sobre la producción e inocuidad de la leche. En este libro hay más de cien colaboradores de diez países que se dieron a la tarea de definir los diferentes aspectos de la producción de leche, desde el procedimiento inicial en los establos hasta la comercialización, así como el valor nutrimental e inocuidad de este alimento de origen animal.

Así, en PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE se abordan temas de actualidad como el bienestar animal, la producción y sustentabilidad, la evaluación de la calidad y la inocuidad de la leche y las tendencias en el desarrollo e innovación de productos para este creciente y selectivo mercado. En definitiva, esta obra será un gran apoyo para todos aquellos interesados en aplicar los aspectos integrales de la producción de leche.



ISBN: 978-607-737-094-9

