


Composición fisicoquímica, rendimiento y aceptación sensorial del queso fresco Coalho obtenido a partir de leche de vaca cebú



Ingrid Laíse Silvestre de Oliveira ^a

Adriano Henrique do Nascimento Rangel ^a

Rodrigo Coutinho Madruga ^b

Dorgival Moraes de Lima Júnior ^c

Rhaabe Dayane da Silva Gomes ^a

Danielle Cavalcanti Sales ^a

Juliana Paula Felipe de Oliveira ^d

Joadilza da Silva Bezerra ^e

^a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Macaíba, Brazil.

^b Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), Brazil.

^c Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Departamento de Ciências Animais. Massoró, Brazil.

^d Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia. Recife, Brazil.

^e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Recife/PE, Brazil.

*Autor de correspondencia: jupaula.oliv@yahoo.com.br

Resumen:

Los objetivos fueron evaluar el efecto de la raza sobre el polimorfismo genético de la kappa-caseína, la composición fisicoquímica de la leche y del queso Coalho, y el rendimiento del queso, así como evaluar el efecto de diferentes periodos de almacenamiento sobre la aceptación sensorial del queso Coalho obtenido a partir de leche de vacas Guzerat, Gyr y Sindi. Se seleccionaron veinte (20) vacas de razas cebú y se obtuvieron sus valores de frecuencia del polimorfismo genético de la kappa-caseína. La leche se sometió a un análisis de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales, conductividad eléctrica y cuenta de células somáticas. Los quesos se sometieron a análisis de grasa, proteína, sólidos totales, pH, humedad y rendimiento (g ST/L). Se evaluaron los atributos apariencia, aroma, textura y sabor en los días 1, 25 y 46 de almacenamiento. La frecuencia total fue de 0.70 para el genotipo AA y 0.30 para el genotipo AB. No hubo diferencias significativas en la composición de la leche entre las razas estudiadas. Sin embargo, hubo diferencias en la composición fisicoquímica (exceptuando la proteína) y el rendimiento de los quesos; pero todas las razas mostraron un rendimiento real similar. El periodo de almacenamiento tuvo efectos observables sobre los atributos sensoriales de los quesos en las diferentes razas, con la excepción de su apariencia. La leche de las razas Guzerat, Gyr y Sindi constituye una excelente materia prima para la producción de cuajada y garantiza una aceptación sensorial satisfactoria del producto a los días 1, 25 y 46 de almacenamiento.

Palabras clave: *Bos taurus indicus*, Raza, Consumidor, Producto lácteo, Almacenamiento.

Recibido: 21/01/2020

Aceptado: 24/09/2020

Introducción

El ganado cebú (*Bos taurus indicus*) se importó de la India a Brasil en el siglo XIX. Representa más del 80 % del hato nacional⁽¹⁾ debido a su adaptabilidad y rendimiento en condiciones de clima tropical y tiene una importante participación en el éxito de la ganadería en el país.

Las vacas cebú constituyen el grueso del hato lechero brasileño, incluidos sus cruces con razas especializadas (*Bos taurus taurus*) en la producción de leche, especialmente la raza holandesa⁽²⁾. Brasil es el mayor inversor en la mejora genética del ganado cebú en el mundo⁽³⁾, con proyectos estratégicos de mejora genética de animales cebúes con aptitud

lechera, principalmente Gyr y Guzerat. Los datos actuales de las existencias de estas acciones muestran que las medias de producción a 305 d de las razas Gyr, Guzerat y Sindi son de 11.25 kg⁽⁴⁾, 7.46 kg⁽⁵⁾ y 5.59 kg⁽⁶⁾, respectivamente.

Las características de producción y calidad de la leche están directamente influidas por los factores ambientales, la nutrición, la genética y la propia fisiología del animal⁽⁷⁾. La raza es un factor genético con un efecto relevante en el rendimiento productivo de los animales lecheros. La fisiología de una vaca especializada en la producción de leche le permite producir un gran volumen, pero con baja concentración de sólidos, a diferencia de una vaca cebú pura con aptitud lechera. Esto ocurre porque el nivel de producción de la vaca está relacionado negativamente con los porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales de la leche^(8,9).

Las proteínas de la leche pueden clasificarse en caseínas y proteínas del suero. Las caseínas constituyen aproximadamente el 80 % de las proteínas de la leche y se subdividen en 4 fracciones: α_1 , α_2 , β y K. En la especie bovina, los marcadores genéticos se utilizan para seleccionar animales mediante la determinación de pares de genes (A y B), presentes en las caseínas de la leche, como la kappa-caseína. En términos generales, el alelo A tiene un efecto significativo en la producción de leche, y el alelo B, en la concentración de proteína y grasa, lo que da como resultado un mejor rendimiento de los productos lácteos⁽¹⁰⁾. Se han encontrado varios polimorfismos para esta proteína, que es la responsable de estabilizar la leche contra los tratamientos térmicos y la formación de coágulos⁽¹¹⁾.

La posibilidad de utilizar la leche para obtener productos lácteos es una importante oportunidad para añadir valor a la leche bronca, diversificar la cartera de productos e impulsar la competitividad y rentabilidad del sector. El queso Coalho es un derivado lácteo tradicional de la cultura de la región nordeste de Brasil. Es un queso obtenido por un proceso de fermentación y coagulación de leche bronca o pasteurizada. Ya se pueden encontrar en el mercado quesos curados de razas cebúes, lo que demuestra el potencial lechero de estas razas para la producción de queso. Sin embargo, hay pocos estudios sobre el queso obtenido a partir de leche de cebú. La evaluación sensorial es el método más común para analizar la calidad de los alimentos⁽¹²⁾. Los atributos sensoriales de los productos pueden medirse mediante pruebas específicas, identificando la importancia de cada uno de ellos para su aceptación por parte de los consumidores⁽¹³⁾.

Por lo tanto, los objetivos fueron evaluar el efecto de la raza sobre el polimorfismo genético de la kappa-caseína, la composición físico-química de la leche y del queso Coalho, y sobre el rendimiento del queso; y evaluar el efecto de diferentes períodos de almacenamiento sobre la aceptación sensorial del queso Coalho obtenido a partir de leche de vacas Guzerat, Gyr y Sindi.

Material y métodos

Determinación del polimorfismo genético de la kappa-caseína

Los pasos entre la extracción del ADN y la electroforesis capilar se desarrollaron en el Centro de Genotipado del Laboratorio de Genética Animal (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil), utilizando protocolos desarrollados internamente.

El ADN genómico se extrajo del bulbo capilar de cada animal, produciendo un total de 22 muestras. Para la lisis celular se utilizaron soluciones tampón que contenían un detergente y los reactivos tris-hidroximetil aminometano (Tris), cloruro de sodio (NaCl) y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).

Tras la extracción del ADN, las muestras se sometieron a la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) de las regiones STR, utilizando un termociclador Veriti™ (Applied Biosystems, Forster City, CA, EEUUA). Los microtubos con los reactivos necesarios para la reacción enzimática se colocaron en el termociclador: Fragmentos de ADN extraídos del bulbo capilar, agua libre de ADN, desoxirribonucleótidos trifosfatos (dNTPs), cebadores oligonucleótidos, enzima ADN polimerasa, magnesio y solución tampón. Los cebadores utilizados en la reacción fueron fabricados por Life Technologies.

Los fragmentos de ADN amplificados se sometieron a electroforesis capilar en un sistema automatizado de fluorescencia inducida por láser (Secuenciador ABI 3500xL) para verificar la calidad y la concentración de ADN en cada muestra. La lectura de las bandas se realizó con el programa GeneMapper®.

La migración de los fragmentos se indujo mediante electroforesis capilar, y luego éstos se detectaron mediante un rayo láser y se alinearon por tamaños. En la misma corrida se aplicaron estándares de peso molecular y muestras conocidas AA, AB y BB.

Por último, se obtuvieron las frecuencias genotípicas y alélicas de las tres razas evaluadas tras identificar los polimorfismos genéticos del gen de la kappa-caseína mediante la técnica de PCR.

Recolección de materias primas

La leche bronca para producir el queso Coalho se obtuvo de las hembras de las razas Guzerat (n= 3), Gyr (n= 7) y Sindi (n= 10). El procedimiento de recolección para el análisis de la composición fisicoquímica de la leche se realizó manualmente, utilizando un

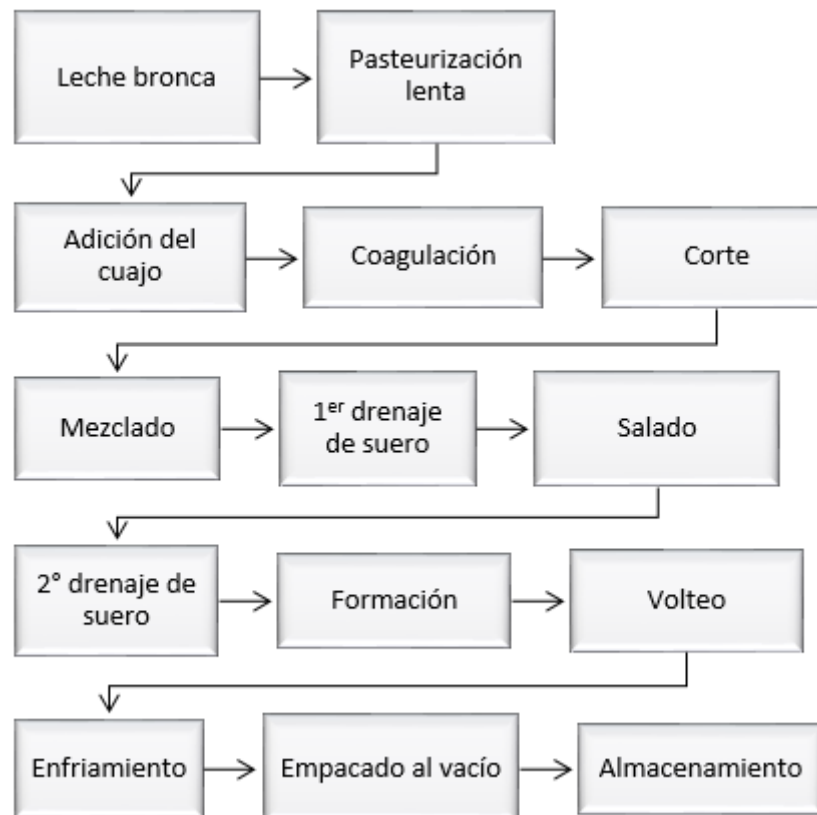
cucharón de acero inoxidable debidamente higienizado tras la homogeneización de la leche. Las muestras se almacenaron en frascos de plástico con un volumen de 40 ml, identificadas individualmente, y mantenidas en un contenedor térmico con hielo para conservar la temperatura entre 4 y 7 °C hasta el procedimiento de análisis en el laboratorio de calidad de la leche de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte. También se recogieron 15 L de leche de cada raza para la producción de quesos Coalho, los cuales se conservaron en recipientes isotérmicos y se enviaron a la Unidad de Procesamiento Lechero (UPL) de la UFRN.

Producción del queso Coalho

Para la producción de queso a partir de las tres razas se siguió el mismo proceso tecnológico de fabricación que se llevó a cabo en la UPL de la UFRN. Las muestras de leche de las tres razas para la producción de los quesos se sometieron por separado a la pasteurización LTLT (a baja temperatura, por tiempo prolongado 65 °C/30 min). Tras el tratamiento térmico, se enfriaron a 35 °C para la adición de cuajo (renina). Tras la homogeneización de los ingredientes (leche y cuajo), la masa se dejó reposar durante 40 minutos hasta alcanzar el punto de cuajado, antes de cortar. A continuación, se calentó la cuajada, agitándola manualmente, hasta alcanzar los 45 °C. A continuación, se extrajo parcialmente el suero para salar la cuajada. Los procedimientos de pre-prensado y conformación se realizaron en el molde en el cual se prensó posteriormente la cuajada y se la volteó. El proceso de producción del queso se muestra en la Figura 1 y concluye con el envasado de queso al vacío y su almacenamiento a 4 °C en una cámara de refrigeración. La materia prima, los ingredientes y los envases utilizados para la producción de queso se manipularon de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación de productos lácteos.

Análisis fisicoquímico de la leche

En la leche de las tres razas se analizaron los porcentajes de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos (SNGL) y sólidos totales (ST) por el método de absorción de infrarrojos en el equipo DairySpec FT® (Bentley Instruments Inc., Chaska MN, EEUUA). La conductividad eléctrica de la leche se midió con un conductivímetro digital Quimis® - ISO 9001 (SP, BR). La cuenta de células somáticas (CCS) se estimó utilizando el kit Somaticell® (Madasa, São Paulo, Brasil), siguiendo las recomendaciones del fabricante. El valor de la CCS varió de 69,000 células/mL a 1'970,000 células/mL.

Figura 1: Diagrama de flujo de la producción del queso Coalho

Análisis fisicoquímico del queso

Tras la elaboración de los quesos, se extrajeron 10 gramos de cada muestra, mismos que fueron triturados en una batidora Philipis Walita® (R12134) para reducir las partículas, que luego se sometieron a análisis fisicoquímicos de proteínas, grasas, sólidos totales, cenizas y pH. El porcentaje de proteínas se determinó según el procedimiento de Cecchi⁽¹⁴⁾. El contenido de grasa se determinó extrayendo el disolvente de éter de petróleo a 90 °C durante 1 h con un extractor Ankom® XT15 (NY, EEUUA), siguiendo las instrucciones del equipo. El cálculo del porcentaje de sólidos totales de las muestras se realizó mediante el método de secado en estufa a 105 °C durante 6 h, y el de las cenizas, por combustión de la materia orgánica en horno de mufla a 600 °C durante 4 h⁽¹⁵⁾. El pH de los quesos se determinó utilizando un medidor de pH Lucadema® 210 (SP, BR) previamente calibrado, con tres lecturas por muestra. Todos los análisis fisicoquímicos de los quesos se realizaron a los 46 días de maduración.

Cálculo del rendimiento del queso Coalho

El rendimiento de los quesos se expresó en gramos de sólidos totales de queso por litro de leche (g ST/L) y se calculó mediante la fórmula⁽¹⁶⁾:

$$Y \left(\frac{g}{L} \right) = \frac{W \times ST \times 10}{V}$$

en la que, Y= rendimiento; W= kilos de quesos obtenidos; TS= porcentaje de sólidos totales de los quesos; V= volumen de leche utilizado.

Análisis sensorial

La prueba de aceptación sensorial de las muestras de queso Coalho se llevó a cabo en la Unidad de Ciencias Agrícolas - Escuela Agrícola de Jundiá (EAJ), en el campus de la Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), con 60 participantes de ambos sexos (de entre 18 y 60 años), quienes juzgaron los atributos de apariencia, aroma, textura y sabor de los quesos Coalho a los días 1, 25 y 46 de vida útil. La selección de los evaluadores se realizó sobre la base del consentimiento voluntario y la ausencia de reacciones alérgicas a la leche y los productos lácteos. La evaluación sensorial de las muestras de queso de Coalho se realizó mediante una escala hedónica de 9 puntos, anclada en los extremos 1 (no me gustó en absoluto) y 9 (me gustó mucho)⁽¹⁷⁾.

Las pruebas fueron realizadas individualmente por los participantes en un entorno con humedad y temperatura controladas (sala climatizada con aire acondicionado) en el que se utilizó luz blanca, con lo cual se garantizaron las condiciones ambientales idóneas para realizar el análisis sensorial.

Antes de iniciar las evaluaciones los participantes fueron instruidos en todos los procedimientos para la realización de las pruebas. Se les ofreció una pequeña porción de una galleta baja en sal y una ración de agua simple sin gas a temperatura ambiente para ser consumida entre las diferentes muestras a fin de limpiar el paladar y eliminar cualquier sabor residual. Las muestras de queso Coalho (25 g) destinadas a las pruebas se conservaron en cajas isotérmicas con hielo hasta que se sirvieron a los catadores en vasos de plástico desechables blancos de 50 ml. Las muestras se codificaron con números compuestos por tres dígitos aleatorios utilizando una tabla de números aleatorios.

Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó mediante estadísticas descriptivas por media y desviación estándar. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de los datos para evaluar el efecto de la raza sobre las características físico-químicas de la leche y los quesos, así como sobre el rendimiento del queso. Cada evaluador asignó su preferencia para las evaluaciones de aceptación sensorial de los quesos mediante pruebas de aceptabilidad, y los resultados se determinaron con base en el promedio final de los puntajes dados por los jueces a los diferentes atributos evaluados en el análisis sensorial, y se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA). Se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia para comparar las medias de todos los análisis mediante el software SAS (versión 9.0).

Resultados y discusión

Polimorfismo genético de la kappa-caseína

Los valores de frecuencia del polimorfismo genético de la kappa-caseína en las razas Guzerat, Gyr y Sindi se muestran en el Cuadro 1. Hubo una frecuencia total de 0.70 (n= 14) para el genotipo AA, 0.30 (n= 6) para el genotipo AB y 0 para el genotipo BB. En este estudio no se encontraron genotipos BB homocigotos. Estos resultados concuerdan con los reportados en otros estudios, en los que se mostró una mayor frecuencia de los genotipos AA y AB, y ninguna observación del homocigoto BB en las razas lecheras^(18,19).

Cuadro 1: Distribución de la frecuencia de polimorfismo del gen de la kappa-caseína para las razas analizadas

Raza	Polimorfismo de la kappa-caseína			Alelos	
	AA	AB	BB	A	B
Guzerat	0.66	0.33	-	0.83	0.17
Gyr	1	0	-	1	0
Sindi	0.50	0.50	-	0.75	0.25
Total	0.70	0.30	-	0.85	0.15

La mayor frecuencia del alelo A en los rebaños de cebú brasileños puede deberse al origen de los animales y a la selección de la producción de carne al principio de su explotación⁽²⁰⁾, ya que en los animales cebúes indios es más frecuente el alelo B que en el promedio de los animales brasileños. Otro factor es el número de animales seleccionados a nivel de rebaño efectivo. Es posible que para el alelo A se elijan animales homocigotos o se utilicen los heterocigotos en menor proporción.

La frecuencia de polimorfismo del gen de la kappa-caseína para el alelo B de las tres razas se aproxima a la reportada por otros⁽²¹⁾. Los autores analizaron el polimorfismo genético de la kappa-caseína en animales cebúes brasileños y encontraron una frecuencia del 30 %, 1-10 % y 18 % del alelo B en Sindi (n= 55), Gyr (n= 150) y Guzerat (n= 69), respectivamente. La selección de animales AB o BB en el genotipo de la kappa-caseína es importante para la producción de derivados lácteos, ya que el alelo B se correlaciona con los parámetros de composición química de la leche, principalmente la grasa y la proteína, y favorece el aumento del rendimiento y la calidad del queso⁽¹⁰⁾.

El rendimiento quesero de las vacas con genotipo BB es mayor en comparación con la leche de las vacas AA, y la variante B es determinante en el proceso de eficiencia en el tiempo de coagulación de la leche. El par genético BB para la kappa-caseína se correlaciona con unas características de procesamiento superiores, ya que las vacas con genotipo BB para la kappa-caseína obtienen un tiempo de coagulación más corto para los quesos, una formación de cuajada de mayor densidad debido al menor tamaño de las micelas, así como un mayor rendimiento del queso en relación con la leche de las vacas con genotipo AA para la kappa-caseína^(22,23). Por lo tanto, esta variante puede utilizarse como criterio de selección en los programas de cría en las explotaciones con fines queseros. El alelo B también tiene una influencia positiva en el contenido de proteína y grasa de la leche^(24,25); sin embargo, al igual que en el presente trabajo, algunos investigadores^(26,27) no encontraron ningún efecto en el porcentaje de proteína producido en animales con genotipos diferentes.

Confirmando los estudios mencionados, la raza Sindi obtuvo la mayor frecuencia del alelo B (25 %) en comparación con las demás razas. Este resultado puede haber implicado el mayor porcentaje de grasa y sólidos totales y rendimiento en el queso obtenido de la leche de la raza Sindi.

Evaluación fisicoquímica de la leche de vaca cebú

El Cuadro 2 muestra las medias y la desviación estándar de la composición fisicoquímica de la leche de las tres razas. No hubo diferencias significativas ($P>0.05$) en la composición de la leche entre las razas estudiadas. Los resultados similares entre las razas pueden atribuirse a que las condiciones de manejo empleadas son las mismas y el potencial genético para la composición de la leche es similar.

Cuadro 2: Composición fisicoquímica de la leche de las razas cebúes Guzerat, Gyr y Sindi

Ítem	Raza			Valor de <i>P</i>
	Guzerat	Gyr	Sindi	
Grasa, %	5.14 ± 1.08	4.81 ± 0.67	5.35 ± 1.06	0.14
Proteína, %	3.12 ± 0.48	3.13 ± 0.34	3.16 ± 0.37	0.24
Lactosa, %	4.66 ± 0.71	4.68 ± 0.51	4.72 ± 0.56	0.21
SNGL, %	8.51 ± 1.29	8.52 ± 0.92	8.60 ± 1.02	0.12
ST, %	14.16 ± 1.8	13.98 ± 1.41	14.65 ± 1.79	0.18
CCS, 10 ³ /ml	333.33 ± 348.53	243.10 ± 248.77	256.87 ± 444.65	0.62
CE, mS/cm	3.94 ± 0.33	4.07 ± 0.35	3.81 ± 0.32	0.34

SNGL= sólidos no grasos de la leche; ST= sólidos totales; CCS= cuenta de células somáticas; CE= conductividad eléctrica.

Dado que no hay diferencias entre las razas, especialmente en los porcentajes de grasa y proteína, existe un potencial similar de las tres razas para producir estos componentes. La concentración total de sólidos en la leche destaca como base principal para el pago por la calidad en la mayoría de los países con un alto índice de desarrollo y en algunos lugares de Brasil.

Al estudiar la conductividad eléctrica (CEL) y la cuenta de células somáticas (CCS) de la leche de vaca cebú, Moura *et al*⁽²⁸⁾ estimaron valores más altos que los reportados en el presente estudio, el cual encontró 1'629,000 células/ml para la raza Gyr y 1'356,000 células/ml para la raza Guzerat; no obstante, los resultados encontrados para la CEL son cercanos con resultados de 3.88 y 3.59 mS/cm para las razas Gyr y Guzerat, respectivamente.

Evaluación fisicoquímica de los quesos lácteos de vaca cebú

El Cuadro 3 muestra los valores medios de la composición fisicoquímica del queso Coalho de las razas cebúes Guzerat, Gyr y Sindi. Los resultados demuestran que el contenido de proteínas fue similar para los quesos evaluados ($P>0.05$). Los quesos de la raza Sindi presentaron mayores porcentajes de grasa y sólidos totales, así como un valor de pH más alto en comparación con los obtenidos de la leche de las otras razas. Por otra parte, el queso de Guzerat obtuvo una menor concentración de grasa y una mayor concentración de cenizas, mientras que la raza Gyr tuvo un valor de pH más bajo. El porcentaje de grasa expresado en relación con los sólidos totales evita los errores de medición en el rendimiento que se producen debido a la pérdida de humedad. Descritos en base seca, los valores de grasa de los quesos corresponden respectivamente a: 48.12 %, 53.79 % y 54.83 % para las razas Guzerat, Gyr y Sindi. Así, los resultados encontrados están dentro de los establecidos por la legislación para el queso de Coalho⁽²⁹⁾, que define como valores estándar entre el

35 % y el 60 % de grasa en los sólidos totales. El reglamento establece además que el queso Coalho puede definirse como semigraso (25.0 a 44.9 %), graso (45.0 a 59.9 %) o extra graso (mínimo de 60.0 %) en relación con el contenido de grasa, por lo que los quesos de este estudio se clasifican como quesos grasos.

Cuadro 3: Composición fisicoquímica y rendimiento del queso Coalho de las razas cebúes Guzerat, Gyr y Sindi (Media + DE)

Ítem	Raza			Valor de <i>P</i>
	Guzerat	Gyr	Sindi	
Grasa, %	24.26 ± 0.51 ^c	27.77 ± 0.73 ^b	32.23 ± 1.26 ^a	<0.05
Proteína, %	18.77 ± 0.83	17.93 ± 1.39	17.91 ± 0.55	0.15
Sólidos totales, %	50.41 ± 1.06 ^b	51.62 ± 0.07 ^b	58.78 ± 1.13 ^a	<0.05
Cenizas, %	3.30 ± 0.01 ^a	2.58 ± 0.24 ^b	2.49 ± 0.30 ^b	<0.05
pH	6.92 ± 0.02 ^b	6.28 ± 0.05 ^c	7.16 ± 0.14 ^a	<0.05
Rendimiento, g ST/L	82.25 ^c	83.33 ^b	93.68 ^a	<0.05

g ST/L: gramos de sólidos totales por litro.

^{abc} Las medias con letras diferentes en la misma línea representan diferencias ($P < 0.05$).

La raza Sindi presentó un mayor porcentaje de sólidos totales (ST) en el queso, lo que confiere un mayor potencial de rendimiento (g de ST/L) en la producción del derivado. Todavía no existe una normativa que estandarice los parámetros fisicoquímicos de la proteína y la ceniza, ya que el proceso de producción de la mayoría de los quesos de Coalho sigue siendo artesanal.

Los valores de pH oscilaron entre 6.28 y 7.16. Estos resultados fueron superiores a los encontrados por Araújo y Nassu⁽³⁰⁾ en la evaluación del pH del queso Coalho industrializado y artesanal, los cuales variaron de 5.10 a 5.80. El queso Sindi tuvo el pH más alto (7.16).

La raza Sindi obtuvo un rendimiento superior ($P < 0.05$) de queso Coalho (g ST/L) debido a la mayor concentración de sólidos totales presentes en la leche. Sin embargo, en el análisis del rendimiento real (l/kg), todas las razas obtuvieron valores similares, con la utilización de 6.13 (Guzerat), 6.05 (Gyr) y 6.27 (Sindi) litros de leche para producir 1 kg de queso, lo cual confirma el potencial de todas las razas para la producción de queso.

Evaluación sensorial del queso Coalho de leche de vaca cebú

Los resultados obtenidos del análisis sensorial del queso Coalho elaborado con leche de las tres razas de cebú en diferentes periodos de almacenamiento se muestran en el Cuadro 4. Las puntuaciones sensoriales variaron de 6.32 (gustó ligeramente) a 7.98 (gustó moderadamente). Los quesos Coalho de diferentes razas presentaron un aspecto similar a lo largo de todo el periodo de almacenamiento ($P>0.05$).

Cuadro 4: Puntuaciones sensoriales obtenidas en la prueba de aceptación del queso Coalho de leche de cebú en diferentes periodos de almacenamiento (Medias + DE)

Raza	Día	Parámetros sensoriales			
		Aspecto	Aroma	Textura	Sabor
Guzerat	1	7.18±1.50	6.58±1.53 ^c	7.56±0.98 ^{abc}	7.70±1.27 ^a
	25	7.31±1.48	6.81±1.60 ^{bc}	7.55±1.18 ^{abc}	6.51±1.47 ^{bc}
	46	7.38±1.13	7.37±1.10 ^{abc}	7.71±0.99 ^{ab}	6.83±1.46 ^{bc}
Gyr	1	7.64±1.15	6.84±1.48 ^{bc}	7.85±1.02 ^a	7.98±1.03 ^a
	25	7.59±1.2	7.67±1.01 ^a	7.16±1.53 ^{abc}	6.44±1.49 ^c
	46	7.63±0.98	7.58±0.99 ^a	7.05±1.32 ^{bc}	6.57±1.44 ^{bc}
Sindi	1	7.60±1.26	6.72±1.56 ^c	7.46±1.19 ^{abc}	7.28±1.47 ^a
	25	7.36±1.28	6.91±1.51 ^{abc}	6.96±1.33 ^c	6.32±1.41 ^c
	46	7.52±1.15	7.19±1.47 ^{abc}	6.91±1.37 ^c	6.60±1.63 ^{bc}
Valor de <i>P</i>		0.12	<0.05	<0.05	<0.05

^{abc} Las medias en la misma columna con letras diferentes son significativamente diferentes ($P<0.05$).

Al primer día de almacenamiento, se observó que los quesos obtenidos a partir de la leche de las diferentes razas estudiadas eran similares en aspecto, aroma y sabor ($P>0.05$), mientras que sólo la textura del queso Coalho de Guzerat (7.71) difería ($P<0.05$) de la del queso de Sindi (6.91) a los 46 d de almacenamiento, alcanzando una mayor puntuación. El aroma de los quesos en el primer día de almacenamiento obtuvo puntuaciones sensoriales más bajas (ligeramente apreciadas), posiblemente debido al efecto de la proteólisis coagulante, que puede afectar a la disponibilidad de aminoácidos para la degradación enzimática⁽³¹⁾. Durante la maduración del queso se generan diferentes compuestos aromáticos a lo largo del periodo de almacenamiento debido a varias reacciones bioquímicas^(32,33).

Los quesos elaborados con leche de vaca de las razas Guzerat y Sindi alcanzaron una aceptación sensorial similar ($P>0.05$) para el atributo textura durante todo el periodo de evaluación, mientras que el queso elaborado con leche de vacas Gyr mostró una menor

aceptación (7.05) a los 46 días de almacenamiento ($P<0.05$) que al primer día (7.85). Según Ordoñez⁽³⁴⁾, la proteólisis provoca cambios en la textura y consistencia de los quesos, que pierden progresivamente su estructura proteica con el paso del tiempo, lo que les confiere mayor suavidad. Otro aspecto a tener en cuenta es que el queso Coalho se caracteriza por la consistencia firme y "gomosa" producida por la agregación de las moléculas de grasa en las micelas de caseína, las cuales forman una especie de esponja, por lo que los quesos Coalho con mayor contenido en grasa, como el queso de Sindi, pueden ser más blandos y menos consistentes, y por lo mismo su aceptación sensorial con estas características es menor.

Para el atributo del sabor, los quesos obtuvieron mejores ($P<0.05$) puntuaciones sensoriales (moderadamente agradables) al primer día de vida útil. Esto se debe a que la composición química del queso (grasa, proteína y lactosa) influye en el sabor del producto, especialmente cuando hay maduración. Este comportamiento se produce en función de las lipasas que actúan sobre los lípidos, las cuales forman ácidos grasos libres de cadena media y corta, ésteres, cetonas y aldehídos, interfiriendo en las características sensoriales del queso⁽³⁵⁾.

El mercado de consumo es cada vez más exigente a fin de lograr una mayor competitividad y aceptación por parte de los consumidores, por lo que el sector lácteo ha buscado una mayor variedad, así como una mejor calidad y productividad. Los productos que alcanzan una larga vida útil sin afectar a sus propiedades sanitarias, fisicoquímicas y sensoriales son alternativas para impulsar el comercio mayorista y de exportación.

Conclusiones e implicaciones

La leche de las razas Guzert, Gyr y Sindi presenta características fisicoquímicas favorables para la producción de queso Coalho, con rendimientos superiores al 40 %, por lo que constituye una excelente materia prima para la producción de derivados. Además, los quesos presentaron una aceptación sensorial satisfactoria durante los periodos de almacenamiento estudiados.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Asociación Brasileña de Criadores de Cebú - Oficina Técnica Regional y al Núcleo Noreste de Criadores de Sindi, Natal-RN, Brasil. Agradecemos a la fundación CAPES su apoyo financiero.

Literatura citada:

1. ABCZ. Associação Brasileira de Criadores de Zebu. Pecuária Brasileira. Produção a Pasto 2012-2018. 2012.
2. Lima JAM, Coelho SG, Ruas JRM, Lana AMQ, Saturnino HM, Reis RB. Efeito do aumento da frequência de ordenhas no início da lactação sobre produção, composição do leite e características reprodutivas de vacas mestiças Holandês-Zebu. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2011;63(5):1160-1166.
3. Neiva R. Genômica promove seleção mais veloz. In: XXI Ciência para a vida Embrapa: geração de valor genômico. (15nd ed.). Brasília, DF: Embrapa; 2017.
4. Panetto JCC, Silva MVGB, Verneque RS, Machado MA, Fernandes AR, Martins MF, *et al.* Programa Nacional de Melhoramento do Gyr Leiteiro – Sumário Brasileiro de Touros – Resultado do Teste de Progênie. Juiz de Fora, MG: Embrapa; 2018.
5. Bruneli FAT, Peixoto MGCD, Santana-Junior ML, Pereira RJ, Arbex WA, Penna VM, *et al.* Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para leite: resultados do teste de progênie, do programa de melhoramento genético de zebuínos da ABCZ e do núcleo MOET. Juiz de Fora, MG: Embrapa; 2019.
6. Ventura HTV, Costa EV, Pereira MA, Silva FF, Josahkian LA, Silva EJS, *et al.* Sumário de Touros da Avaliação Genética Nacional das Raças Zebuínas Leiteiras: Gyr e Sindi. Uberaba, MG: ABCZ; 2018.
7. Dufour S, Fréchette A, Barkema HW, Mussell A, Scholl DT. Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *J Dairy Sci* 2011;94(2):563-579.
8. Campos PPL, Rangel AHN, Borba LHF, Urbano SA, Novaes LP, Galvão-Júnior JG, *et al.* Quality indicators of tank milk in different production systems of tropical regions. *Semina Ciênc Agrar* 2016;37(4):2807-2818.
9. Simioni JF, Duarte CR, Baretta M, Stefani LM, Lopes LS, Tizziani T. Qualidade do leite proveniente de propriedades com diferentes níveis de especialização. *Semina Ciênc Agrar* 2013;34(4):1901-1912.
10. Trakovická A, Moravčíková N, Navrátilová A. Kappa-casein gene polymorphism (CSN3) and its effect on milk production traits. *Acta Fytotech Zootech* 2012;15(3):61-64.
11. Glantz M, Lindmark MH, Stålhammar H, Paulsson M. Effect of polymorphisms in the leptin, leptin receptor, and acyl-coenzyme A: diacylglycerol acyltransferase 1

- (DGAT1) genes and genetic polymorphism of milk proteins on cheese characteristics. J Dairy Sci 2011;94(7):3295-3304.
12. Jo Y, Benoist DM, Ameerally A, Drake MA. Sensory and chemical properties of Gouda cheese. J Dairy Sci 2018;101(3):1967-1989.
 13. Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food: principles and practices. 2nd ed. Springer; 2010.
 14. Cecchi HM. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas, SP: Editora Unicamp; 1999.
 15. IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
 16. Saboya LV, Oliveira AJ, Furtado MM, Spadoti LM. Efeitos físico-químicos da adição de leite reconstituído na fabricação de queijo minas frescal. Ciênc Tecnol Alim 1998;18(4):368-378.
 17. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 4nd ed. Curitiba, PR: Champagnat; 2013.
 18. Deb R, Singh U, Kumar S, Singh R, Sengar G, Sharma A. Genetic polymorphism and association of kappa-casein gene with milk production traits amon Frieswal (HF × Sahiwal) cross breed of Indian origin Iranian. J Vet Res 2016;4(15):406-408.
 19. Veronezi ABS, Guaberto LM, Araujo DS, Martins TR. Genotipagem do gene kappa caseína e sua influência na porcentagem de caseína e produção de queijo frescal. Colloq Vitae 2017;9(1):45-51.
 20. Del-Lama SN, Zago MA. Identification of the kappa-casein and beta-lactoglobulin genotypes in brazilian *Bos indicus* and *Bubalus bubalis* populations. Braz J Genet 1996;19(1):73-77.
 21. Azevedo ALS, Nascimento CS, Steinberg RS, Carvalho MRS, Peixoto MGCD, Teodoro RL, *et al.* Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle. Genet Molec Res 2008;7(3):623-630.
 22. Sulimova GE, Ahani-Azari M., Rostamzadeh J, Mohammad-Abadi MR, Lazebny OE. K-casein gene (CSN3) allelic polymorphism in Russian cattle breeds and its information value as a genetic marker. Russian J Genet 2007;43(1):73-79.
 23. Van-Eennaam A, Medrano JF. Milk protein polymorphisms in California dairy cattle. J Dairy Sci 1991;74(5):1730-1742.

24. Heck JML, Schennink A, Van-Valenberg HJ, Bovenhuis H, Visker MH, Van-Arendonk JA, *et al.* Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk. *J Dairy Sci* 2009;92(3):1192-1202.
25. Kučerová J, Matějčík A, Jandurová OM, Sørensen P, Němcová E, Štípková M, *et al.* Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, LGB and their relation to genetic values of milk production parameters in Czech Fleckvieh. *Czech J Ani Sci* 2006;51(6):241-247.
26. Robitaille G, Britten M, Petitclerc D. Effect of a differential allelic expression of kappa-casein gene on ethanol stability of bovine milk. *J Dairy Res* 2001;68(1):145-149.
27. Botaro BGL, Cortinhas YVR, Silva CS, Renno LFP, Palma F, Santos MV. Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. *R Bras Zootec* 2009;38(12):2447-2454.
28. Moura EO, Rangel AHN, Borba LHF, Galvão-Júnior JGB, Lima GF, Lima-Júnior DM, *et al.* Electrical conductivity and somatic cell count in zebu cow's milk. *Semina Ciênc Agrar* 2017;38(5):3231-3240.
29. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade de queijo de Coalho. Anexo II. Instrução Normativa Nº 30, de 26 de Junho de 2001. Brasília, DF: Diário Oficial da União de 16/07/01.
30. Araújo RS, Nassu RT. Caracterização físico-química de queijo de manteiga, queijo de Coalho e manteiga da terra, produzidos no estado do Rio Grande do Norte e do Ceará. *R Hig Alim* 2002;16(97):70-75.
31. Hailu Y, Hansen EB, Seifu E, Eshetu M, Petersen MA, Lametsch R, *et al.* Rheological and sensory properties and aroma compounds formed during ripening of soft brined cheese made from camel milk. *Intern Dairy J* 2018;81(1):122-130.
32. Mcsweeney PLH, Sousa MJ. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Le Lait* 2000;80(3):293-324.
33. Urbach G. The flavour of milk and dairy products. II. Cheese: Contribution of volatile compounds. *Int J Dairy Techn* 1997;50(3):79-89.
34. Ordóñez JA. Tecnologia de Alimentos – Alimentos de origem animal I. São Paulo, Brazil: Artmed; 2005.
35. Alewijn M, Sliwinski EL, Wouters JTM. Production of fat-derived (flavour) compounds during the ripening of Gouda cheese. *J Dairy Internat* 2005;15(6-9):733-740