











# Efecto de la alimentación bovina en aspectos sensoriales y emociones del consumidor de queso fresco

Effect of bovine feeding on sensory aspects and emotions of the fresh cheese consumer

Juan Alejandro Santos-García<sup>1±</sup> , Daniela Itzel Juárez-Cruz<sup>1±</sup> , Dalis Sofia Sosa-Gutiérrez<sup>1</sup> , José Andrés Herrera-Corredor<sup>2</sup> , Adán Cabal-Prieto<sup>3</sup> , Rosa Isela Castillo-Zamudio<sup>4</sup> , Jesús Rodríguez-Miranda<sup>5</sup> , César Sotelo-Leyva<sup>6</sup> , Gregorio Hernández-Salinas<sup>7</sup> , Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera<sup>7\*</sup> 

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Campus Juan Rodríguez Clara. Carretera a Nopalapan, Colonia Las Bodegas, Km. 1, 95670, Juan Rodríguez Clara, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, 94946, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México.

<sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México/Campus Huatusco, Av. 25 Poniente No. 100, Colonia Reserva Territorial, 94106, Huatusco, Veracruz, México.

<sup>4</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, 91690, Veracruz, México.

<sup>5</sup>Tecnológico Nacional de México/Campus Tuxtepec, Av. Dr. Víctor Bravo Ahuja No. 561, Colonia Predio el Paraíso, 68350, Tuxtepec, Oaxaca, México.

<sup>6</sup>Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Lázaro Cárdenas SN, Cd. Universitaria Sur, 39070, Chilpancingo, Guerrero, México.

<sup>7</sup>Tecnológico Nacional de México/Campus Zongolica, Km. 4 carretera S/N Tepetitlanapa, 95005, Zongolica, Veracruz, México.

\*Autor de correspondencia: ejramirezrivera@zongolica.tecnm.mx

± Autores principales

## Fecha de recepción:

9 de abril de 2022

## Fecha de aceptación:

30 de mayo de 2022

## Disponible en línea:

25 de enero de 2023

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercia-

CompartirIgual 4.0

Internacional

## RESUMEN

El queso fresco es un alimento con gran demanda por parte de los consumidores debido a las características sensoriales y las emociones que evoca durante su consumo. El objetivo de este estudio fue determinar el impacto del tipo de alimentación de ganado bovino (*Bos taurus* L.) en las propiedades sensoriales, las emociones y la preferencia del consumidor de queso fresco. Se elaboraron seis quesos que corresponden a cada tipo de alimentación: (1) ensilado de maíz molido, (2) *Brachiaria decumbens* y pollinaza, (3) *B. humidicola* seco con melaza, (4) *B. decumbens* y pienso, (5) *B. decumbens*, y (6) *B. brizantha*. Los quesos fueron caracterizados por análisis descriptivo cuantitativo, Dominio Temporal de Sensaciones, determinación de emociones y análisis de la preferencia. Los resultados indicaron que el tipo de alimentación (5) genera quesos ácidos, salados con textura jugosa y resabio salado, características que han sido encontradas en quesos frescos tradicionales. Los atributos dominantes fueron: salado, aroma a suero, textura suave y resabio salado. Las emociones positivas "bien", "entusiasta" y "calmado" fueron evocadas por los quesos (1), (2) y (6). El resto evocó las emociones negativas "preocupado", "disgustado" y "agresivo". La preferencia de los consumidores estuvo orientada mayormente a los quesos (6) y (2).

## PALABRAS CLAVE

Atributos sensoriales de quesos frescos; DTS; preferencia; QDA®

## ABSTRACT

Fresh cheese is a food with great demand by consumers due to the sensory characteristics and emotions that it evokes when consumed. The objective of this study was to determine the impact of the type of cattle feeding (*Bos taurus* L.) on the sensory properties, emotions and consumer preference of fresh cheese. Six cheeses were made, which corresponded to each type of diet: (1) ground corn silage, (2) *Brachiaria decumbens* and chicken manure, (3) *Brachiaria humidicola* dry with molasses, (4) *Brachiaria decumbens* and feed, (5) *Brachiaria decumbens*, and (6) *Brachiaria Brizantha*. The cheeses were characterized by quantitative descriptive analysis,

Temporal Dominance of Sensations, determination of emotions, and preference analysis. The results indicated that diet type (5) generates acidic, salty cheeses with a juicy texture and a salty aftertaste. The dominant attributes were: salty, whey aroma, smooth texture, and salty aftertaste. "Good", "enthusiastic" and "calm" positive emotions were evoked by cheeses (1), (2) and (6). The rest evoked the negative emotions "worried", "upset" and "aggressive". Consumers had a marked preference for cheese (6) and (2).

#### KEYWORDS

Sensory attributes of fresh cheeses; TDS; Preference; QDA®

## INTRODUCCIÓN

En México, la producción de leche de bovino asciende a 12,943,123 toneladas (SIAP 2021). Entre los derivados lácteos, la elaboración de queso es la más importante, pues utiliza 29.6 por ciento de la leche producida (SIAP 2020). Por su composición, los quesos son una excelente fuente de nutrientes y poseen amplia diversidad sensorial, lo que permite diferenciarlos y que representen al lugar donde son elaborados (Ramírez-Rivera et al. 2021).

En México, se reconocen 40 tipos de quesos, los más importantes son: fresco, panela, Oaxaca y Chihuahua (Villegas de Gante et al. 2014); 18.8 por ciento del queso consumido en el país es de tipo fresco (SIAP 2020). Diferentes factores como el genotipo, la raza, el tipo de alimentación de los animales que producen la leche, así como el proceso de elaboración del queso, pueden repercutir en las características sensoriales de este producto (Ramírez-Rivera et al. 2021). En este sentido, el principal recurso alimenticio usado por los productores para el ganado bovino lechero son los pastizales naturales.

En la actualidad, como resultado del sobrepastoreo y la sobreexplotación, los pastizales son uno de los ecosistemas más desprotegidos y amenazados, lo que provoca reducción de la cobertura vegetal, erosión eólica, compactación de suelo e invasión de especies arbustivas y pastos exóticos (Rivera et al. 2017). Por lo tanto, el uso de diferentes fuentes de alimentación puede contribuir a minimizar los efectos negativos de este fenómeno y generar quesos con una diversidad sensorial que influya de forma positiva en la preferencia de los consumidores. En este sentido, el género *Brachiaria* es considerado como alimentación base de diversos sistemas de producción pecuaria, debido a que es una

excelente fuente de proteína cruda (12-15%), con una magnífica digestibilidad (alrededor de 60 por ciento), lo que permite ganancias diarias de peso por animal de hasta de 219 g (Vega et al. 2006). Sin embargo, las investigaciones realizadas en quesos frescos artesanales elaborados en México se han enfocado en determinar la caracterización sensorial y la preferencia (Ramón-Canul et al. 2019; Juárez-Barrientos et al. 2021), sin considerar las emociones del consumidor, aun cuando se ha demostrado que éstas desempeñan un papel importante en la toma de decisiones del mismo, debido a que pueden incrementar su nivel de confianza, satisfacción y preferencia real de compra (Jiang et al. 2014). Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar el impacto del tipo de alimentación del ganado bovino (*Bos taurus*) en los atributos sensoriales, la dominancia, las emociones y la preferencia del consumidor de quesos frescos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Tipos de alimentación y elaboración de quesos.** Se elaboraron seis quesos frescos. En el Cuadro 1 se observan los seis tipos de alimentación suministrados a los grupos de bovinos de raza holandés de 8 años de edad que estaban en un sistema semi-estabulado. Al ganado se le suministró este tipo de alimentación durante un lapso de dos semanas. Para la elaboración de los quesos, se utilizaron 10 litros de leche de cada grupo de bovinos alimentado con los seis diferentes tipos. Posterior a la ordeña, la leche fue filtrada y sometida a un proceso de pasteurización a 63 °C, durante 30 min, y se bajó la temperatura a 35 °C. Se agregaron 4 mL de cuajo Cuamex® (Chr. Hansen de México, S.A. de C.V.; Ciudad de México, México) y se dejó reposar 30 min.

**Cuadro 1. Formulaciones de los tipos de alimentación utilizados en ganado bovino (*Bos taurus*) para la producción de quesos.**

Codificación	Tipo de alimentación	Por porción (%)
Q1S	Ensilado de maíz molido	100
Q2PBD	Pasto <i>Brachiaria decumbens</i> y pollinaza	60-40
Q3BHM	Pasto <i>B. humidicola</i> seco con melaza	60-40
Q4PIBD	Pasto <i>B. decumbens</i> y piensos	60-40
Q5BD	Pasto <i>B. decumbens</i>	100
Q6BB	Pasto <i>B. brizantha</i>	100

Al finalizar el tiempo, se procedió a cortar la cuajada y realizar el desuerado usando mantas. Se efectuó el salado superficial de 1.5 a 2 por ciento en producto final. La cuajada fue colocada en moldes para prensarla (1 kgf /1 kg de queso) por 24 h. Por último, cada queso se etiquetó y codificó para su análisis sensorial.

**Acondicionamiento de las muestras de queso para evaluación sensorial.** Cada queso fue cortado en porciones de 1.5 cm por lado y 3 cm de espesor, con peso de 20 g. Las muestras se codificaron con tres dígitos (Ramírez-Rivera et al. 2017). A cada participante se le entregó agua y galletas sin sabor de la marca Sanissimo® (Bimbo de México, S.A. de C.V.; Ciudad de México, México) para eliminar del paladar posibles residuos de la muestra evaluada anteriormente.

**Conformación de paneles sensoriales.** Se conformaron tres paneles sensoriales de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma 8586-1 del sistema ISO (ISO 1993), en donde cada participante desarrolló pruebas discriminativas dúo-trío (ISO 2004a) y prueba triangular (ISO 2004b). Los resultados de cada participante fueron procesados con la técnica estadística Análisis Secuencial (ISO 2004c). El primer panel caracterizó las muestras de quesos y estuvo conformado por 10 personas (cinco hombres y cinco mujeres), con edades entre 18 y 25 años. El segundo panel sensorial definió los atributos sensoriales dominantes y estuvo conformado por 10 personas (cinco hombres y cinco mujeres), con edades entre 18 y 25 años. El tercer panel determinó las emociones y los valores de preferencia

hacia los quesos; éste estuvo conformado por 100 personas (50 mujeres y 50 hombres), con edades entre 18 y 35 años.

**Perfil sensorial del queso.** Para el desarrollo del perfil sensorial de quesos se siguieron las etapas indicadas en la norma ISO 11035 (ISO 1994). Los atributos sensoriales evaluados fueron color blanco (CBLA), olor a suero (OSUE), olor a leche (OLEC), sabor ácido (SACI), sabor salado (SSAL), aroma a suero (ASUE), aroma a leche (ALEC), textura suave (TSUA), textura jugosa (TJUG) y resabio salado (RSAL). Se usó una escala de 9 cm para la evaluación de la intensidad de los atributos (Ramírez-Rivera et al. 2018). Para determinar el desempeño del panel sensorial (discriminación, consenso y repetitividad), se efectuó un total de 15 sesiones de catado. La evaluación de las muestras de quesos fue monádico-secuencial (Macfie et al. 1989).

**Determinación de atributos dominantes.** El segundo panel efectuó las siguientes etapas para la determinación de atributos dominantes en los quesos: en la Etapa 1 cada participante realizó 10 sesiones de entrenamiento con el objetivo de entender el concepto de *atributo dominante*, así como para comprender el uso del *software* SensoMakerv1.8 2015 (Pineau et al. 2009); en la Etapa 2, cada participante inició su prueba dando click en el botón "Start" y colocándose 5 g de queso en la boca por dos segundos, que es el tiempo de retardo (previo al inicio de la prueba), pues en los siguientes 20 s cada participante debía seleccionar el atributo dominante que percibió en determinado momento (Ramos-Gabriel et al. 2019). Cada participante llevó a cabo un total de cinco repeticiones. Los atributos sensoriales evaluados fueron sabor ácido (SACI), sabor salado (SSAL), aroma a suero (ASUE), aroma a leche (ALEC), textura suave (TSUA), textura jugosa (TJUG) y resabio salado (RSAL). El orden de la presentación de las muestras fue aleatorizada y servidas de manera monádico-secuencial (Macfie et al. 1989).

**Identificación de emociones y preferencia de los consumidores.** Para la determinación de las emociones se aplicó el vocabulario propuesto por Nestrud et al. (2016), con su respectiva emoción traducida al español, de acuerdo con Santiago-Cruz et al. (2021). Para la determinación de la preferencia se aplicó la escala hedónica de nueve puntos, donde 1 = me disgusta extremadamente y 9 = me gusta muchísimo (Ramírez-Rivera et al. 2018).

**Perfil sensorial del queso.** El desempeño del panel fue evaluado usando un modelo de análisis de varianza (ANDEVA) de tres factores con sus respectivas interacciones:

$$Y_{iks} = \mu + \alpha_i + \beta_k + \gamma_s + \alpha\beta_{ik} + \beta\gamma_{ks} + \alpha\gamma_{is} + e_{iks}$$

Dónde:  $Y_{iks}$  representa el resultado de un panelista  $i$  para la repetición  $s$  en el producto  $k$ ;  $\mu$  es la media general;  $\alpha_i$ , el efecto panelista;  $\beta_k$ , efecto producto;  $\gamma_s$ , efecto repetición;  $\alpha\beta_{ik}$ , interacción producto por panelista;  $\beta\gamma_{ks}$ , interacción producto por repetición;  $\alpha\gamma_{is}$ , la interacción panelista por repetición, y  $e_{iks}$  el término error del modelo con  $e_{iks} \sim N(0, \sigma^2)$ . El perfil sensorial de los quesos se realizó en una gráfica radial realizada en el *software* Excel versión 2019.

#### Determinación de atributos dominantes usando curvas de Dominio Temporal de Sensaciones (DTS).

La construcción de las curvas DTS fueron desarrolladas de acuerdo con la metodología de Pineau et al. (2009). El nivel de significancia fue calculado usando el intervalo de confianza de una proporción binomial basado en una aproximación normal de acuerdo con Pineau et al. (2009):

$$Ps = Po + 1.645 \sqrt{\frac{Po(1-Po)}{n}}$$

Dónde:  $P$  = valor de proporción significativo más bajo en algún punto del tiempo de la curva para DTS;  $Po = 1/p$ , siendo  $p$  la cantidad de atributos sensoriales y  $n$  el número de sujetos por réplica.

**Identificación de emociones y preferencia de los consumidores.** Se desarrolló un Mapa Externo de Preferencia (MEP) para determinar las emociones y el nivel de preferencia de los consumidores. Los datos de las emociones se evaluaron con la prueba de Q de Cochran, para después integrar clases de consumidores de acuerdo con los valores de preferencia con la técnica clasificación jerárquica ascendente. Posteriormente, las clases de los consumidores ( $Y$ ) se relacionaron con las emociones significativas ( $X$ ) con el siguiente modelo:

$$\text{Modelo vector: } Y_i = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

Donde:  $X$  son los datos de emociones;  $Y$ , los datos de preferencia, que son las coordenadas de un queso en el primer y segundo componente principal;  $Y_i$ , el valor hedónico de un consumidor asignado a una clase;  $\alpha$  y  $\beta_1$ , los coeficientes del modelo, y  $\varepsilon$ , el término error

del modelo (Ramírez-Rivera et al. 2018). El ANDEVA se desarrolló con el *software* SensoMineR (Le y Husson 2008) implementado en el lenguaje de programación R versión 3.2.5 (R Core Team 2016). Las curvas DTS se construyeron usando el *software* SensoMaker versión 1.91 (Pinheiro et al. 2013). La prueba Q de Cochran y el MEP se realizaron con el *software* XLSTAT versión 2019 (Addinsoft 2019).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Perfil sensorial: desempeño y estabilidad.** El Cuadro 2 muestra que el panel sensorial fue altamente discriminante ( $p < 0.05$ ) en todos los atributos evaluados (100% de efectividad en discriminación), de acuerdo con los resultados del factor producto. El factor panelista indicó que se encontraron discrepancias entre los jueces ( $p < 0.05$ ) en la evaluación de los atributos CBLA ( $p = 0.002$ ), SACI ( $p = 0.040$ ), SSAL ( $p = 0.004$ ), ASUE ( $p = 0.004$ ), ALEC ( $p < 0.001$ ), TSUA ( $p < 0.001$ ) y RSAL ( $p = 0.044$ ), mientras que en los atributos sensoriales OSUE ( $p = 0.132$ ), OLEC ( $p = 1.54$ ) y TJUG ( $p = 1.58$ ) los panelistas fueron consensuales entre ellos.

Por otro lado, el factor sesión arrojó que el panel fue repetitivo en todos los atributos evaluados ( $p > 0.05$ ), con lo que mostró ser 100% eficiente. En el posicionamiento de los quesos sobre la escala de intensidad (interacción producto x panelista), se observó que el panel fue consensual ( $p > 0.05$ ) en todos los atributos evaluados, con excepción del atributo RSAL ( $p = 0.002$ ), lo que indica que los panelistas calificaron los quesos en diferentes niveles de la escala de intensidad para este atributo. La interacción “producto x sesión” indicó que el panel generó calificaciones similares entre sesiones ( $p > 0.05$ ) en todos los atributos, excepto en OLEC ( $p = 0.048$ ), el único atributo en el cual el panel no consiguió ser consistente en la generación de valores de intensidad entre sesiones. La interacción “panelista x sesión” reflejó que los panelistas utilizaron la escala de intensidad de manera similar entre repeticiones en todos los atributos evaluados ( $p > 0.05$ ) con excepción de TJUG ( $p = 0.006$ ), al indicar que no fueron capaces de obtener valores similares entre sesiones para este atributo. Por lo tanto, los resultados del panel sensorial demuestran que dicho panel cumple con los criterios de discriminación y repetitividad considerados

**Cuadro 2. Valores de probabilidad (p) del ANDEVA de tres factores con interacciones para la determinación del desempeño del panel al evaluar quesos de bovinos obtenidos con distintas dietas.**

Atributo <sup>1</sup>	Producto (p)	Panelista (p)	Sesión (p)	Producto X panelista (p)	Producto X sesión (p)	Panelista X sesión (p)
CBLA	<0.001	0.002	0.837	0.961	0.646	0.423
OSUE	<0.001	0.132	0.436	0.054	0.806	0.134
OLEC	0.004	0.198	0.303	0.121	0.048	0.621
SACI	<0.001	0.040	0.148	0.053	0.121	0.890
SSAL	0.001	0.004	0.241	0.094	0.121	0.489
ASUE	<0.001	0.004	0.527	0.244	0.604	0.757
ALEC	0.017	<0.001	0.443	0.307	0.322	0.662
TSUA	0.024	<0.001	0.587	0.650	0.279	0.638
TJUG	<0.001	0.174	0.545	0.246	0.744	0.006
RSAL	<0.001	0.044	0.356	0.002	0.117	0.335

CBLA = color blanco; OSUE = olor a suero; OLEC = olor a leche; SACI = sabor ácido; SSAL = sabor salado; ASUE = aroma a suero; ALEC = aroma a leche; TSUA = textura suave; TJUG = textura jugosa; RSAL = resabio salado. Diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

fundamentales y de interés en el desempeño de un panel sensorial (Lê y Worch 2015).

El tipo de alimentación con ensilado genera quesos con mayores intensidades de olor a leche, y aquella con pasto *B. decumbens* y pollinaza genera quesos con altas intensidades de color blanco y olor a leche (Figura 1). La alimentación con pasto *B. humidicola* seco con melaza contribuyó a generar quesos con mayor textura suave; la de pasto *B. decumbens* y piensos generó quesos con intensidades altas de olor a suero y aroma a suero; la que se llevó a cabo solamente con pasto *B. decumbens* genera quesos con características de ácido, salado, textura suave, textura jugosa y resabio salado, y aquella con pasto *B. brizantha* generó quesos con aroma leche. El tipo de pasto afecta significativamente las propiedades sensoriales de los quesos (Aprea et al. 2016); sus composiciones florales afectan la calidad del queso mediante la transferencia de compuestos orgánicos volátiles de la hierba (Revello-Chion et al. 2010); asimismo, el pastoreo influye en el contenido de ácidos grasos, lo que se relaciona con cambios en la textura del queso (Kilcawley et al. 2018), concentraciones más altas de luteína y  $\beta$ -caroteno (Nozière et al. 2006), los terpenos relacionados con umbrales de olor altos (Kilcawley et al. 2018) y el aumento en los niveles de ácidos grasos poliinsaturados (Kelly et al. 1998). El atributo color blanco pudo deberse a los bajos niveles de carotenoides contenidos en la grasa de la leche (Fox et al. 2017). Por su parte, Rubino y Galina (2020) reportan que el mayor contenido de carotenoides proviene de los pastos, po-

linaza y silos. La generación de los atributos de olor a suero y aroma a suero pueden ser el resultado de la interacción de la composición de la leche, enzimas de la leche, microbiota nativa, en donde los compuestos como aldehídos y cetonas están relacionados con estos atributos sensoriales (López-Ramírez et al. 2017).

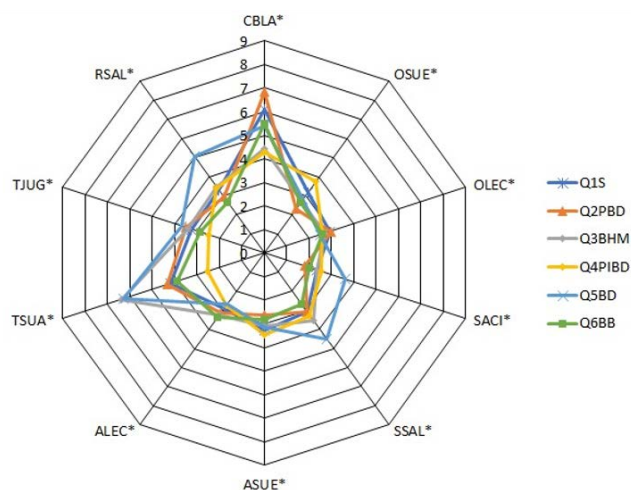


Figura 1. Perfil sensorial de quesos. CBLA: color blanco, OSUE: olor a suero, OLEC: olor a leche, SACI: sabor ácido, SSAL: sabor salado, ASUE: aroma a suero, ALEC: aroma a leche, TSUA: textura suave, TJUG: textura jugosa, RSAL: resabio salado. Q15: queso de leche de vacas alimentadas con ensilado, Q2PBD: queso de leche de vacas alimentadas con Pasto *Brachiaria decumbens* y pollinaza, Q3BHM: queso de leche de vacas alimentadas pasto *B. humidicola* seco con melaza, Q4PIBD: queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. decumbens* y piensos, Q5BD: queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. decumbens*, Q6BB: queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. brizantha*.

El atributo textura suave puede deberse a que la alimentación rica en forrajes genera quesos con altos contenidos de proteínas y bajo contenido de grasa (Van

Hekken et al. 2007). Por su parte, Chilliard y Ferlay (2004) mencionan que la leche rica en ácidos grasos insaturados produce quesos menos firmes. La textura jugosa pudo deberse a que los tipos de alimentación a base de pastos suelen tener mayor contenido de humedad en comparación con los tipos de alimentación ricos en concentrados (pollinaza, ensilado y pienso), pues está claramente establecido que una disminución en el contenido de humedad repercute en la textura de los quesos (Delgado et al. 2011). El atributo sabor salado pudo deberse principalmente al proceso de salado usado para la elaboración del queso. Sin embargo, Martínez et al. (2015) mencionan que los diferentes tipos de alimentación en donde se usan pastos y concentrados (pollinaza, silos y pienso) contribuyen a la reducción del contenido de humedad de los quesos, lo que ocasiona que este atributo se potencialice y se perciba aún después de ingerir la muestra. En el caso del atributo sabor ácido, éste pudo generarse debido a que el alto contenido de fibra presente en los pastos influye en el pH de la leche (Johansen et al. 2018). Otra causa de incremento de acidez es el corte desigual de la cuajada (Keating 2007). El olor y el aroma a leche se puede asociar al contenido de betacarotenos que contiene la leche con la que se elaboró el queso; en estos casos, los quesos producidos con leche de ganado que pasta generan mayores intensidades de estos atributos en comparación con los quesos elaborados con leche del ganado alimentado con concentrados (pollinaza, silos y pienso), los cuales tienen menor aroma a leche (Rubino y Galina 2020). Se ha observado que la leche obtenida de ganado alimentado con pastos tiene mayor cantidad de compuestos aromáticos en comparación con la leche de ganado alimentado con suplementos (Rubino et al. 1999), ya que, durante la masticación del pasto, estos compuestos se liberan por la acción de la enzima lipoxigenasa luego de lo cual pasan a la leche (Keen y Wilson 1993). La melaza estimula el crecimiento del microbiota ruminal, por lo que puede influir en el desarrollo de este atributo.

**Determinación de atributos dominantes usando curvas DTS.** De manera general, se observó que las curvas DTS mostraron que los atributos dominantes fueron SSAL, ASUE, TSUA, RSAL, ALEC y TJUG. Para el caso del queso Q1S (Figura 2a), se puede observar que el atributo ASUE fue dominante en el rango del

segundo 9-11, con un pico máximo de dominancia en el segundo 10.5. En el caso del queso Q2PBD (Figura 2b), se observa que el atributo TJUG fue dominante a partir del segundo 10.4 hasta el final de la evaluación y con una dominancia máxima en el segundo 13.2. En cuanto a Q3BHM (Figura 3a), el primer atributo TSUA fue dominante durante los segundos 2.4 al 7.4, y con dominancia máxima a los 4 s. El segundo atributo dominante fue SSAL en el lapso de 7.9 a 10.6 s, con una dominancia máxima a los 9.7 s. El queso Q4PIBD (Figura 3b) presentó tres diferentes atributos sensoriales como dominantes (SSAL, ASUE y RSAL), entre los cuales el atributo SSAL fue dominante de los 5.8 a los 7.7 s, con un punto máximo de dominancia a los 6.8 s, mientras que el atributo ASUE fue dominante de 8.2 a 12 s, con una tasa máxima de dominancia a los 10.2 s. Por último, el atributo RSAL fue dominante a partir del segundo 14.4 hasta el final de la evaluación, con una dominancia máxima a los 20 s. El queso Q5BD (Figura 4a) presentó tres atributos dominantes (TSUA, SSAL y RSAL), entre los cuales TSUA fue dominante desde el segundo 2.4 hasta los 5.7 s, con una dominancia máxima a los 3.5 s. Para el caso del atributo SSAL, fue dominante durante el lapso del segundo 5.7 al segundo 10.3, con una máxima dominancia en el segundo 7.5. Finalmente, el atributo RSAL tuvo una dominancia a partir del segundo 13.6 hasta el término de la prueba, con una dominancia máxima en el segundo 15.5. En el caso particular del queso Q6BB (Figura 4b), se observó que el atributo ALEC fue dominante en dos intervalos de tiempo: el primero se ubicó entre los 6.3 y 9.8 s (con una dominancia máxima en el segundo 8) y el segundo estuvo entre los 13.6 y 16.9 s (con una dominancia máxima en el segundo 15.5).

Los atributos dominantes determinados en esta investigación coinciden con los resultados obtenidos por Ramos-Gabriel et al. (2019), quienes evaluaron quesos elaborados con leche de bovino y reportaron que el atributo salado es considerado dominante en este tipo de quesos. Por su parte, Bemfeito et al. (2016) reportaron que los atributos relacionados con la textura se relacionan con las sensaciones táctiles, y éstas dependen de la inervación directa de la superficie interna de la boca y la masticación. Para iniciar el proceso perceptivo del sabor y olor es necesario un vínculo entre los receptores y las moléculas activas (Albert et al. 2012).

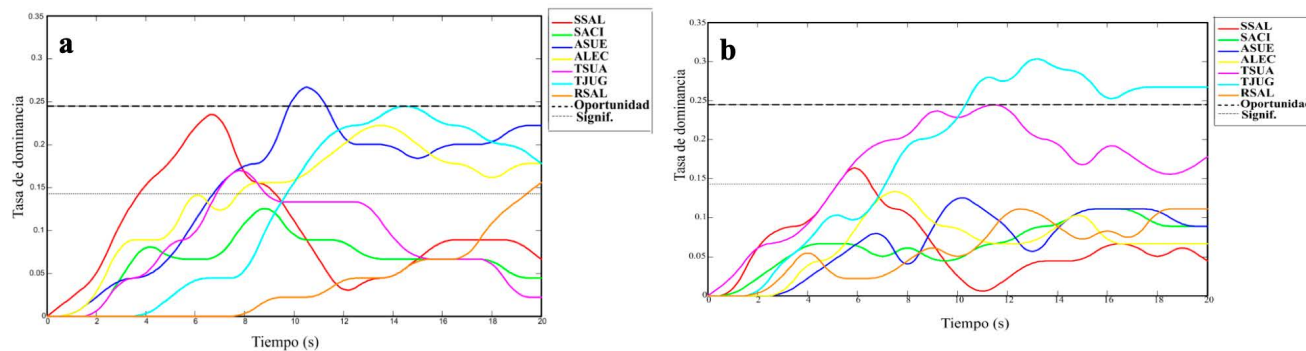


Figura 2. Atributos dominantes de quesos de origen bovino alimentados con distintas dietas. a) Curvas DTS para el queso Q1S. b) Curvas DTS para el queso Q2PBD. SSAL = sabor salado; SACI = sabor ácido; ASUE = aroma a suero; ALEC = aroma a leche; TSUA = textura suave; TJUG = textura jugosa; RSAL = resabio salado. La primera línea punteada indica la tasa de dominancia que puede tener un atributo por casualidad y la segunda línea punteada indica el “nivel de significancia”, que es el valor mínimo al que la tasa de dominancia debe ser igual para ser considerada como significativo (Pineau et al. 2009).

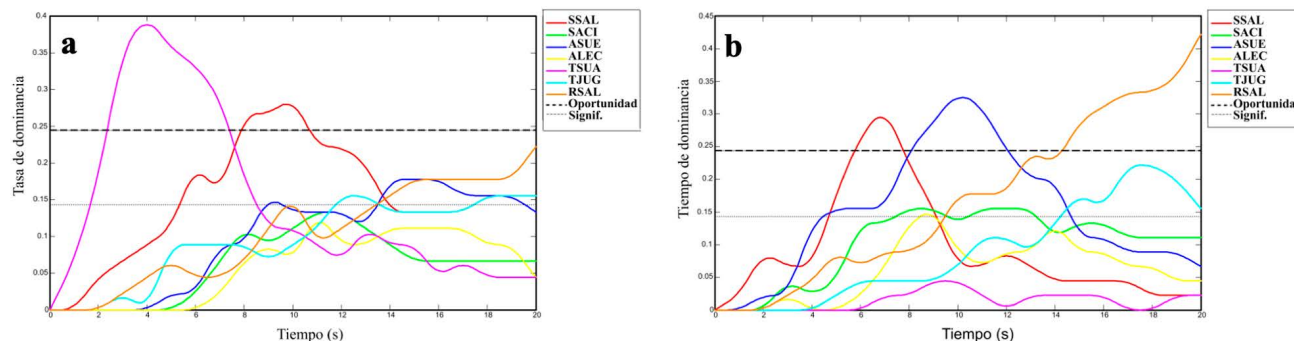


Figura 3. Atributos dominantes de quesos de origen bovino alimentados con distintas dietas. a) Curvas DTS para el queso Q3BHM. b) Curvas DTS para el queso Q4PIBD. SSAL = sabor salado; SACI = sabor ácido; ASUE = aroma a suero; ALEC = aroma a leche; TSUA = textura suave; TJUG = textura jugosa; RSAL = resabio salado. La primera línea punteada indica la tasa de dominancia que puede tener un atributo por casualidad y la segunda línea punteada indica el “nivel de significancia”, que es el valor mínimo al que la tasa de dominancia debe ser igual para ser considerada como significativo (Pineau et al. 2009).

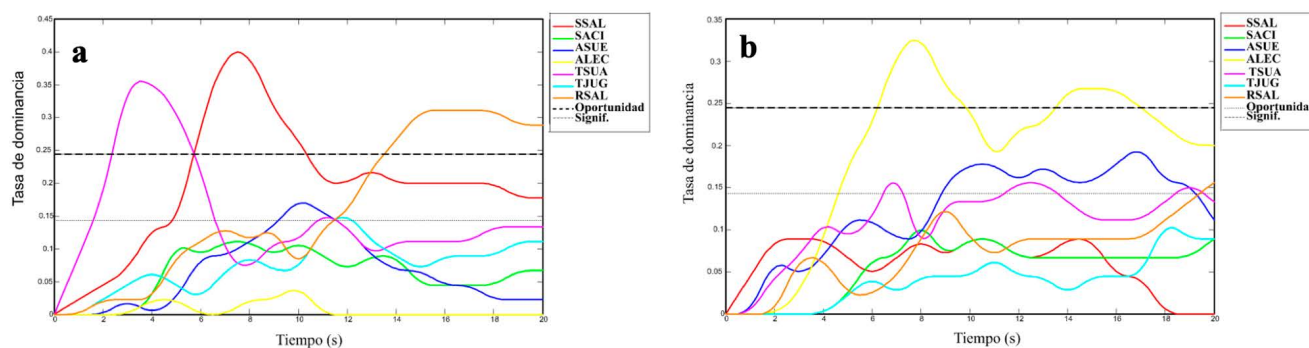


Figura 4. Atributos dominantes de quesos de origen bovino alimentados con distintas dietas. a) Curvas DTS para el queso Q5BD. b) Curvas DTS para el queso Q6BB. SSAL = sabor salado; SACI = sabor ácido; ASUE = aroma a suero; ALEC = aroma a leche; TSUA = textura suave; TJUG = textura jugosa; RSAL = resabio salado. La primera línea punteada indica la tasa de dominancia que puede tener un atributo por casualidad y la segunda línea punteada indica el “nivel de significancia”, que es el valor mínimo al que la tasa de dominancia debe ser igual para ser considerada como significativo (Pineau et al. 2009).

**Análisis de emociones y preferencia de los consumidores.** Las emociones importantes ( $p < 0.05$ ) fueron Activo, Venturoso, Agresivo, Aburrido, Calmado, Disgustado, Entusiasta, Bien, Buen carácter, Feliz, Nostálgico, Satisfecho, Cálido y Preocupado. En la Figura 5 se muestra el MEP con datos de emociones y preferencia. Se observa que la preferencia de la Clase 1, conformada por 87 consumidores, estuvo orientada a los quesos Q2PBD y Q6BB (ubicados en las regiones de preferencia del 40-60 y 60-80%, respectivamente), pues dichos quesos están relacionados con las emociones positivas satisfecho, feliz, activo, venturoso y cálido.

**Cuadro 3. Valores de probabilidad para la prueba de Q de Cochran aplicado a quesos de origen bovino alimentados con distintas dietas.**

Emoción	Valores-p	Emoción	Valores-p
Activo	0.003	Jubiloso	0.119
Venturoso	0.010	Amoroso	0.495
Agresivo	<0.0001	Gentil	0.216
Aburrido	0.010	Nostálgico	0.010
Calmado	0.045	Complacido	0.255
Disgustado	<0.0001	Satisfecho	<0.0001
Entusiasta	0.007	Seguro	0.839
Liberado	0.458	Dócil	0.193
Bien	<0.0001	Comprensivo	0.668
Buen carácter	0.034	Cálido	0.045
Culpable	0.358	Salvaje	0.101
Feliz	<0.0001	Preocupado	0.037
Interesado	0.281		

La Clase 2 de consumidores (8 personas) se orientó hacia los quesos Q4PIBD y Q5BD (ubicados en la región de preferencia de 60-80 % en color naranja), ya que les generó las emociones agresivo, preocupado y aburrido. La preferencia de la Clase 3 (conformado por 3 personas) y la Clase 4 (2 personas) se orientó hacia el queso Q3BHM (ubicado en la región de preferencia de 20 a 40%), el cual estuvo relacionado con la emoción negativa disgustado. Las emociones que tuvieron un efecto significativo también han sido identificadas en las investigaciones de Peralta-Cruz et al. (2021) y Santiago-Cruz et al. (2021), quienes reportaron que las emociones activo, venturoso, agresivo, aburrido, calmado, entusiasta, libre, culpable, feliz, alegre,

satisfecho y culpable permitieron encontrar diferencias en productos como tortilla y chile habanero. Las emociones activo, feliz, alegre, interesado, entusiasta y aventurero están relacionadas con la preferencia de los consumidores (Peralta-Cruz et al. 2021); estas emociones marcan la diferencia en la aceptación de un producto por parte del consumidor, principalmente en productos nuevos (Meiselman 2015).

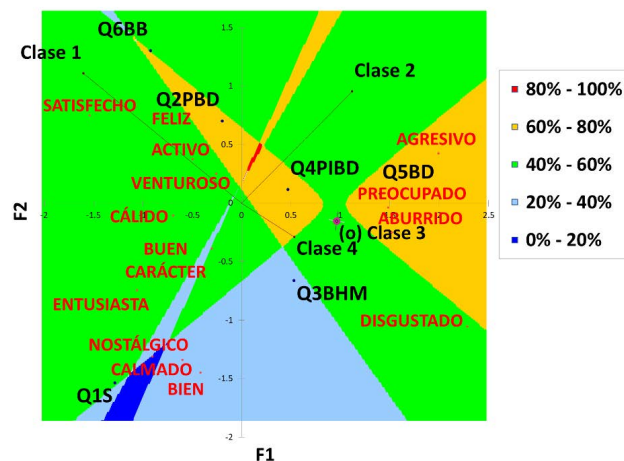


Figura 5. Mapa externo de preferencias con emociones ( $p < 0.05$ ) hacia quesos de origen bovino alimentados con distintas dietas. Q15: queso de leche de vacas alimentadas con ensilado de maíz molido; Q2PBD: queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. decumbens* y pollinaza; Q3BHM: queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. humidicola* seco con melaza; Q4PIBD: queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. decumbens* y piensos; Q5BD: queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. decumbens*, y Q6BB: queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. brizantha*.

### CONCLUSIONES

El tipo de alimentación con ensilado genera quesos con mayores intensidades de olor a leche, y la alimentación con pasto *B. decumbens* y pollinaza genera quesos con altas intensidades de color blanco y olor a leche. Por su parte, la alimentación con pasto *B. humidicola* seco con melaza contribuyó a generar quesos con textura más suave. La alimentación con pasto *B. decumbens* y piensos generó quesos con mayor intensidad de olor a suero y aroma a suero. La alimentación con pasto *B. decumbens* genera quesos con características de ácido, salado, textura jugosa y resabio salado, y la alimentación con pasto *B. brizantha* generó quesos con aroma a leche. Los atributos sensoriales dominantes fueron: sabor salado, aroma a suero, textura suave y resabio salado. Respecto a la preferencia, Q6BB (queso de leche de vacas alimentadas con pasto *B. brizantha*) y Q2PBD (queso de leche



de vacas alimentadas con pasto *B. decumbens* y polli-naza) fueron preferidos por los consumidores debido a que les generó las emociones positivas satisfecho, feliz, activo, venturoso y cálido, mientras que el resto de los quesos generaron emociones negativas como agresivo, preocupado, aburrido y disgustado. Los resultados presentados muestran cómo el tipo de alimentación puede influir en la preferencia de los consumidores en el aspecto de atributos sensoriales y emociones. Por ello, tanto la industria como los productores pueden tener mayores respuestas de la preferencia o el rechazo de los consumidores de quesos frescos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los productores Cesar Raúl Montero Cádiz y Cesario Santos López por todas las facilidades para el desarrollo de la investigación. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## LITERATURA CITADA

- Addinsoft SARL. 2009. XLSTAT (versión 2009). Data Analysis and Statistics Software for MS Excel. Addinsoft. Nueva York, Estados Unidos.
- Albert A, Salvador A, Schlich P, Fiszman S. 2012. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks. *Food Quality and Preference* 24: 111-118. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.10.003>
- Apra E, Romanzin A, Corazzin M, Favotto S, Betta E, Gasperi F, Bovolenta S. 2016. Effects of grazing cow diet on volatile compounds as well as physicochemical and sensory characteristics of 12-month-ripened Montasio cheese. *Journal of Dairy Science* 99: 6180-6190. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10929>
- Bemfeito RM, Rodrigues JF, Silva JGE, Abreu LR. 2016. Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. *Journal of Dairy Science* 99: 7886-7897. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11056>
- Chilliard Y, Ferlay A. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reproduction Nutrition Development* 44: 467-492. <https://doi.org/10.1051/rnd:2004052>
- Delgado FJ, González-Crespo J, Cava R, Ramírez R. 2011. Proteolysis, texture and colour of a raw goat milk cheese throughout the maturation. *European Food Research and Technology* 233: 483. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1536-3>
- Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. 2017. *Fundamentals of Cheese Science*. Springer. Nueva York, Estados Unidos.
- [ISO] International Organization for Standardization. 1993. ISO 8586-1. Sensory Analysis-General Guidance for the Selection, Training, and Monitoring of Assessors, Part 1-Selected assessors. International Organization for Standardization. Génova, Suiza.
- [ISO] International Organization for Standardization. 1994. ISO 11035. Sensory analysis-Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach. International Organization for Standardization. Génova, Suiza.
- [ISO] International Organization for Standardization. 2004a. ISO 10399. Sensory analysis-Methodology-Duo-trio test. International Organization for Standardization. Génova, Suiza.
- [ISO] International Organization for Standardization. 2004b. ISO 4120. Sensory analysis- Methodology- Sequential analysis. International Organization for Standardization. Génova, Suiza.
- [ISO] International Organization for Standardization. 2004c. ISO 16820. Sensory analysis-Methodology-Sequential analysis. International Organization for Standardization. Génova, Suiza.
- Jiang Y, King JM, Prinyawiwatkul W. 2014. A review of measurement and relationships between food, eating behavior and emotion. *Trends in Food Science and Technology* 36: 15-28. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.12.005>
- Johansen M, Lund P, Weisbjerg MR. 2018. Feed intake and milk production in dairy cows fed different grass and legume species: A meta-analysis. *Animal* 12: 66-75. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001215>
- Juárez-Barrientos JM, Díaz-Rivera P, Ramírez-Rivera EJ, Rodríguez-Miranda J, Martínez-Sánchez CE, Carmona-García R, Herman-Lara E. 2021. Traditional rancho Jarocho cheese: A multidisciplinary study from a typicity approach. *Revista Mexicana*

- de Ciencias Pecuarias 12: 353-369. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5230>
- Keating PF. 2007. Introducción a la lactología. Editorial Limusa. Distrito Federal, México.
- Keen AR, Wilson RD. 1993. Pasture feeding - a contribution of additional flavour nuances to milk fat and meat flavour. En: Milkfat Flavour Forum. Palmerston North, New Zealand Dairy Research Institute. P. 24-31.
- Kelly ML, Kolver ES, Bauman DE, Van Amburgh ME, Muller LD. 1998. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 81: 1630-1636. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75730-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75730-3)
- Kilcawley KN, Faulkner H, Clarke HJ, O'Sullivan MG, Kerry JP. 2018. Factors influencing the flavour of bovine milk and cheese from grass based versus non-grass based milk production systems. *Foods* 7: 7030037. <https://doi.org/10.3390/foods7030037>
- Le S, Husson F. 2008. Sensominer: A package for sensory data analysis. *Journal of Sensory Studies* 23: 14-25. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2007.00137.x>
- Lê S, Worch T. 2015. Analyzing Sensory Data with R. Chapman and Hall/CRC. Boca Raton, Estados Unidos.
- López-Ramírez JE, Chombo-Morales MP, Estarrón-Espinosa M. 2017. Perfil de la composición volátil de quesos frescos producidos en el occidente de México. Estudio preliminar. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2: 328-333.
- Macfie HJ, Bratchell N, Greenhoff K, Vallis LV. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies* 4: 129-148. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x>
- Martínez AM, Gama LT, Delgado JV, Cañón J, Amills M, De Sousa CB, Ginja C, Zaragoza P, Manunza A, Landi V, Sevane N, The BioGoat Consortium. 2015. The Southwestern fringe of Europe as an important reservoir of caprine biodiversity. *Genetics Selection Evolution* 47: 86. <https://doi.org/10.1186/s12711-015-0167-8>
- Meiselman HL. 2015. A review of the current state of emotion research in product development. *Food Research International* 76(Part 2): 192-199. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.015>
- Nestrud MA, Meiselman HL, King SC, Leshner LL, Cardello AV. 2016. Development of EsSense25, a shorter version of the EsSense Profile®. *Food Quality and Preference* 48(Part A): 107-117. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.08.005>
- Nozière P, Graulet B, Lucas A, Martin B, Grolier P y Doreau M. 2006. Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Animal Feed Science and Technology* 131: 418-450. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2006.06.018>
- Peralta-Cruz C, Rodríguez-Buenfil IM, Cabal-Prieto A, Cuervo-Osorio VD, Oney-Montalvo JE, Herrera-Corredor JA, Ramírez-Sucre MO, Ramírez-Rivera EJ. 2021. Modeling consumer satisfaction to identify drivers for liking: An online survey based on images of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Journal of Sensory Studies* 36: e12696. <https://doi.org/10.1111/joss.12696>
- Pineau N, Schlich P, Cordelle S, Mathonnière C, Issanchou S, Imbert A, Rogeaux M, Etiévant P, Köster E. 2009. Temporal dominance of sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. *Food Quality and Preference* 20: 450-455. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.04.005>
- Pinheiro ACM, Nunes CA, Vietoris V. 2013. SensoMaker: A tool for sensorial characterization of food products. *Ciência e Agrotecnologia* 37: 199-201. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542013000300001>
- Ramírez-Rivera EJ, Juárez-Barrientos JM, Rodríguez-Miranda J, Díaz-Rivera P, Ramón-Canul LG, Herrera-Corredor JA, Hernández-Serrano MI, Herman-Lara E. 2017. Typification of a goat fresh cheese of México by path models. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 41: 213-220.
- Ramírez-Rivera EJ, Díaz-Rivera P, Ramón-Canul LG, Juárez-Barrientos JM, Rodríguez-Miranda J, Herman-Lara E, Prinyawiwatkul W, Herrera-Corredor JA. 2018. Comparison of performance and quantitative descriptive analysis sensory profiling and its relationship to consumer liking between the artisanal cheese producers panel and the descriptive trained panel. *Journal of Dairy Science* 101: 5851-5864. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14213>
- Ramírez-Rivera EJ, Herrera-Corredor JA, Toledo-López VM, Sauri-Duch E, Rodríguez-Miranda J, Juárez-Barrientos JM, Díaz-Rivera P, Herman-Lara E. 2021. Effect of the feeding type and artisanal process in microstructural and physicochemical parameters of fresh and ripened goat cheese. *International Food Research Journal* 28: 423-434. <https://doi.org/10.47836/ifrj.28.3.02>

- Ramón-Canul LG, López-Guzmán GM, Herrera-Corredor JA, Cuervo-Osorio VD, Ramírez-Rivera EJ. 2019. Eficiencia de técnicas sensoriales para la evaluación de quesos artesanales elaborados con diferentes cuajos comerciales. *Revista Biotecnia* 21: 127-133. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i3.1044>
- Ramos-Gabriel SU, Herrera-Corredor JA, Gamboa-Alvarado JG, Ramírez-Rivera EJ. 2019. Impact of fermented whey addition on resulting sensory characteristics and consumer preference of ripened cheeses. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 31: 449-458. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i6.1959>
- [R Core Team] The R Project for Statistical Computing. [internet]. 2016. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. [citado 2021 ene 6]. Disponible en: <https://www.r-project.org>.
- Revello-Chion A, Tabacco E, Giaccone D, Peiretti PG, Battelli G, Borreani G. 2010. Variation of fatty acid and terpene profiles in mountain milk and "Toma piemontese" cheese as affected by diet composition in different seasons. *Food Chemistry* 121: 393-399. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.048>
- Rivera FJ, Pérez JM, Montañez MP, Lavandera G. 2017. Uso del rodillo aireador en la restauración de pastizales en Agua Prieta, Sonora. *Revista Biotecnia* 19: 23-28. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v19i3.444>
- Rubino R, Galina M. 2020. Rudimentos de cata. Un método nuevo para aprovechar la diversidad de los quesos mexicanos. Puerta Abierta Editores. Colima, México.
- Rubino R, Morand-Fehr P, Renieri C, Peraza C, Sarti FM. 1999. Typical Products of the small ruminant sector and the factors affecting their quality. *Small Ruminant Research* 34: 289-302. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00080-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00080-2)
- Santiago-Cruz IA, Ramírez-Rivera EJ, López-Espíndola M, Hidalgo-Contreras JV, Prinyawiwatkul W, Herrera-Corredor JA. 2021. Use of online questionnaires to identify emotions elicited by different types of corn tortilla in consumers of different gender and age groups. *Journal of Sensory Studies* 36: e12638. <https://doi.org/10.1111/joss.12638>
- [SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [internet]. 2020. Panorama de la lechería. [citado 2021 ene 6]. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/prensa/boletin-de-leche-155932>.
- [SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [internet]. 2021. Panorama agroalimentario 2021. [citado 2021 ene 6]. Disponible en: [https://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/](https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/).
- Van Hekken DL, Tunick MH, Soryal KA, Zeng SS. 2007. Proteolytic and rheological properties of aging cheddar-like caprine milk cheeses manufactured at different times during lactation. *Journal of Food Science* 72: E115-E120. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00296.x>
- Vega M, Ramírez J, Leonard I, Igarza A. 2006. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. *Revista Electronica de Veterinaria* 7: 1-7.
- Villegas de Gante A, Cervantes-Escoto F, Cesín-Vargas A, Espinoza-Ortega A, Hernández-Montes A, Santos-Moreno A, Martínez-Campos AR. 2014. Atlas de los quesos mexicanos genuinos. Editorial Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.