

## ANÁLISIS SENSORIAL DE LECHE DE VACAS SUPLEMENTADAS CON UN ALIMENTO FERMENTADO A BASE DE POLLINAZA

### Sensory analysis of milk from cows supplemented with a fermented food made from chicken manure

Luis Humberto Citalan Cifuentes<sup>1</sup>, Jesús Alberto Ramos Juárez<sup>1</sup>, Rosa Salinas Hernández<sup>2</sup>, Adolfo Bucio Galindo<sup>1</sup>, Mario M. Osorio Arce<sup>1</sup>, José G. Herrera Haro<sup>3</sup>, Miguel A. Orantes Zebadua<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina s/n, CP 86500, Cárdenas, Tabasco, México.

<sup>2</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias.

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

\*Autor de correspondencia: ramosj@colpos.mx

Artículo científico recibido: 29 de mayo de 2015, aceptado: 8 de octubre de 2015

**RESUMEN.** El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de un alimento fermentado con pollinaza en las características sensoriales, calidad sanitaria y composición nutricional de la leche de vaca. Los tratamientos (T) evaluados fueron: T1, alimento fermentado con pollinaza (AFBP) y T2 (control), alimento sin fermentar con grano (ASFBG). Se utilizaron 10 vacas, las cuales se aleatorizaron en un diseño rectángulo Latino cross over de forma que los tratamientos se probaron en todas las vacas en dos períodos de tiempo, con lapso de 30 d para cada periodo. Se realizaron análisis de composición nutricional y de calidad sanitaria de la leche cruda. Antes del análisis sensorial la leche se pasterizó para este análisis se utilizaron las pruebas discriminativas triangular y dúo-trío, y una prueba de análisis descriptivo cuantitativo. La calidad sanitaria de la leche en ambos tratamientos estuvo dentro de los rangos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas. No se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos estudiados en composición nutricional y características sensoriales. Solo se observó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la prueba discriminativa tipo triangular en el segundo periodo de muestreo. Se concluye que el AFBP puede utilizarse en la suplementación de vacas de doble propósito sin causar efectos negativos en la leche.

**Palabras clave:** Atributos sensoriales, calidad de leche, fermentación, suplemento, vacas de doble propósito

**ABSTRACT.** The objective of this study was to evaluate the sensory, nutritional and sanitary quality of milk from cows fed on fermented feed based on poultry litter. Treatments were: T1, fermented feed based on poultry litter (AFBP) and T2 (control), unfermented feed based on grain (ASFBG). Ten cows were assessed a Latin rectangle randomized cross over design. Both treatments were tested in all cows in two periods of time. Each period lasted 30 d. Analysis of nutritional composition and sanitary quality of raw milk were carried out. For sensory analysis, two discriminative tests (triangular and duo-trio) and a Quantitative Descriptive Analysis (QDA) were used, milk was pasteurized before analysis. The sanitary quality of milk in both treatments was within the range allowed by Mexican Official Standards. For the two treatments; no significant differences ( $p > 0.05$ ) were found either for the nutritional composition of milk or the sensory quality. A sensory perceptible difference ( $p < 0.05$ ) was only found for the triangle test in the second period. It was concluded that the AFBP can be used in the supplement of dual purpose cows without causing unpleasant effects on the milk.

**Key words:** Sensory attributes, milk quality, poultry litter, fermentation, supplement

## INTRODUCCIÓN

La alimentación de bovinos en el sistema de producción de doble propósito se basa en el uso de pastos como principal fuente de alimento (Aguirre-Medina *et al.* 2013). Estos son de producción estacional y por lo general tienen bajo contenido de proteína y digestibilidad, lo que limita el consumo voluntario y la producción de leche (Sampaio *et al.* 2010). Una alternativa a esta problemática es la suplementación estratégica para aumentar la producción de leche en épocas de baja disponibilidad de pasto y de nutrientes, pero los concentrados comerciales no siempre están al alcance de los pequeños productores, debido a sus altos costos (Tinoco-Magaña *et al.* 2012).

La pollinaza se utiliza en la suplementación de los rumiantes por su bajo costo y contenido de nitrógeno no proteico (NNP) y minerales (Obeidat 2011). Sin embargo, su uso sin ningún tratamiento puede afectar el olor y sabor de la leche (Pacheco *et al.* 2003). Al respecto Sonoda *et al.* (2012) indican que la pollinaza sin tratar libera amoniaco ( $\text{NH}_3$ ), el cual puede afectar las características sensoriales de la leche, debido a que la grasa absorbe olores con gran facilidad. Los procesos de fermentación en estado sólido y líquido han demostrado ser una alternativa en el uso de residuos agroindustriales, al disminuir el flujo de contaminantes al medio ambiente (Singhania *et al.* 2009). Las bacterias ácido lácticas que se desarrollan durante el proceso, son capaces de producir ácidos orgánicos que funciona de forma eficaz contra *Salmonella* spp y *Escherichia coli* (Hazan *et al.* 2004). La fermentación permite modificar las propiedades fisicoquímicas de las materias primas, al enriquecerlas con el desarrollo de sabores, aromas y texturas, además de mejorar la calidad nutricional y funcional de los alimentos (Savadogo 2012). De modo que, la fermentación es una alternativa para contrarrestar los efectos negativos de la pollinaza fresca en la calidad sensorial de la leche (Singhania *et al.* 2009). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue, evaluar las características sensoriales, calidad sanitaria y composición nutricional de la leche de vacas suplementadas con

un alimento fermentado a base de pollinaza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización geográfica del área de estudio

El trabajo se realizó en una explotación ganadera de la comunidad Vicente Guerrero, primera sección del municipio de Jalpa de Méndez, Tabasco, México. La cual se ubica en las coordenadas  $18^{\circ} 25' \text{ LN}$  y  $18^{\circ} 04' \text{ LO}$ , a una altitud de 10 msnm. El clima es cálido húmedo, con abundantes lluvias en verano, presenta una temperatura máxima media mensual de  $30.5^{\circ}\text{C}$  y una mínima mensual de  $22.5^{\circ}\text{C}$ , con precipitación pluvial anual entre 1 500 y 2 000 mm (García 1988).

### Animales, tratamientos y diseño experimental

Se utilizaron 10 vacas (cinco Holstein-Gyr, dos Suizas, dos Gyr y una Suiza-Gyr) de un sistema de producción de doble propósito, con un nivel de encaste indefinido, peso vivo de  $439.4 \pm 47 \text{ kg}$  y  $53 \pm 20 \text{ d}$  de lactancia. Las vacas se aleatorizaron en un diseño rectángulo Latino cross over, de forma que los tratamientos se probaron en todas las vacas en dos períodos de tiempo. Cada periodo tuvo una duración de 30 d, de los cuales 20 d fueron de adaptación de los animales a los tratamientos, para eliminar efectos residuales entre períodos, y 10 d fueron de la fase experimental para obtener las muestras de leche. Los tratamientos (T) evaluados fueron: T1, alimento fermentado a base de pollinaza (AFBP) y T2 (control), alimento sin fermentar a base de grano (ASFBG).

### Características de los suplementos

Para la formulación de los suplementos se realizó un balance alimenticio tomando en cuenta la disponibilidad del pasto, contenido de proteína cruda y energía metabolizable, además de los requerimientos del programa CalRac<sup>®</sup>, Rumiantes V3, para una vaca lechera con producción de 10 L de leche. Ambos suplementos se formularon para ser isoenergéticos e isoproteicos (Tabla 1). Para la elaboración del AFBP se preparó un inóculo microbiano (IM) obtenido de la fermentación en estado

**Tabla 1.** Ingredientes y porcentajes de inclusión utilizados para la elaboración de los alimentos.

Ingredientes	% de inclusión base húmeda.	
	AFBP	ASFBG
Pollinaza	35.0	—
Maíz	15.6	—
Sorgo	6.0	12.0
Pasta de coco	8.0	11.0
Pasta de soya	—	10.4
Pulido de arroz	6.0	10.1
Salvado de trigo	—	35.9
Melaza	10.0	15.0
Inóculo microbiano	12.0	—
Aceite de pollo	5.0	3.2
Sulfato de magnesio	0.4	0.4
Minerales	2.0	2.0
Composición química (%)		
Materia seca	80.02	87.47
Proteína cruda	15.60	15.60
EM (Mcal kg MS <sup>-1</sup> )	2.62	2.62

EM: Energía metabolizable.

líquido, que se utilizó como activador de la fermentación láctica. El IM se elaboró mezclando 4 % de pasta de soya, 4 % de pulido de arroz, 15 % de melaza, 0.5 % de sales minerales, 0.5 % de urea, 0.3 % de sulfato de magnesio, 5 % de yogur natural Yoplait® y 70.7 L de agua en un tanque de 200 L, que se agitó cuatro veces al día durante 5 min por tres días. Una vez obtenido el IM, se mezcló con los ingredientes de la Tabla 1 para obtener el suplemento. Lo cual se realizó en una mezcladora horizontal con rotor de cintas con capacidad de 500 kg, para mezclar de forma perfecta los ingredientes y obtener una fermentación homogénea. Luego el producto se envasó en bolsas de nylon de 30 kg, las cuales se cerraron y empacaron en costales de rafia, se almacenaron anaeróbicamente durante 20 d para tener un tiempo adecuado de fermentación y eliminar los efectos negativos de la pollinaza (Ramos et al. 2013). Mientras que el ASFBG se preparó dos días antes de ser proporcionado a los animales. Para su elaboración se mezclaron los ingredientes de la Tabla 1 de forma manual con palas, para luego envasar en costales de 40 kg y almacenar hasta su utilización.

#### Manejo de los animales

Las vacas se ordeñaron de forma mecánica a las 05:00, durante la ordeña se ofreció de manera

individual 4 kg en base húmeda del alimento correspondiente al tratamiento. Luego de la ordeña las vacas se trasladaron al potrero junto con sus crías para la lactancia durante 4 h, para después separar a las crías y trasladar las vacas a otro potrero durante el resto del día, para que pastorearan en pasto *Brachiaria humidicola*.

#### Muestreos

Se realizaron dos muestreos de leche por periodo, en el día uno y 10 de cada fase experimental. Para la obtención de las muestras, los pezones de las vacas se lavaron y secaron con una toalla desechable, posteriormente se desinfectaron con toallas desechables rociadas con una solución de etanol al 70 % y se desecharon los primeros 15 mL de leche de cada cuarto, seguido de una limpieza de la punta del pezón con torundas sumergidas en alcohol al 90 % (Wolter et al. 2004). Para luego tomar 100 mL de leche de cada uno de los cuartos en bolsas Whirl-Pak®, que se guardaron en una hielera a 4 °C y transportaron para su análisis al laboratorio de tecnología de los alimentos del Colegio de Post-graduados Campus Tabasco. Para las pruebas sensoriales, se tomaron muestras individuales de leche de 1 L en frascos de vidrio de 5 L de capacidad, los cuales contenían una manta en la superficie de entrada con el objetivo de filtrar la leche y eliminar

impurezas. El frasco de cada tratamiento se colocó en una hielera a 4 °C para transportarse al laboratorio de Evaluación sensorial de la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) para su análisis.

### **Análisis de sanidad y composición nutricional de la leche**

En el análisis microbiológico se evaluó la presencia de *Salmonella spp*, mesófilos aerobios, coliformes totales, *Escherichia coli*, células somáticas (CS) y antibióticos. La presencia de *Salmonella spp* se determinó con el kit Ridascreen® *Salmonella* (R-Biopharm AG®). En tanto que el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) de mesófilos aerobios, coliformes totales y *Escherichia coli*, se realizó con los kits de prueba RIDA® Count total, RIDA® Count coliform y RIDA® Count *E. coli* (R-Biopharm AG®). Mientras que el análisis de CS se realizó con el equipo DeLaval® cell counter DDC (DeLaval®) y la presencia de residuos de antibióticos en leche se determinó con el Kit Delvotest® SP-NT (DSM®). El análisis de la composición nutricional de contenido de grasa, proteína cruda (PC), lactosa y sólidos no grasos (SNG), se realizó con el Milk Analyzer Lactoscan® (Milkotronic®).

### **Evaluación sensorial**

Las muestras de leche se evaluaron en cabinas individuales provistas de luz incandescente y temperatura controlada ( $25 \pm 2$  °C), condiciones necesarias para la aplicación correcta de las pruebas. Previo al análisis sensorial, las muestras se pusieron en pasteurización lenta a 65 °C por 30 min para luego disminuir la temperatura a 5 °C. Cada día de muestreo se realizó una sesión de evaluación sensorial, para tener dos sesiones por periodo y cuatro en total, identificándose como evaluación uno del periodo uno (E1P1), evaluación dos del periodo uno (E2P1), evaluación uno del periodo dos (E1P2) y evaluación dos del periodo dos (E2P2). En cada sesión se realizaron dos pruebas discriminativas, tipo Triangular y dúo-trío; como una prueba descriptiva de análisis descriptivo cuantitativo (ADQ). Dichas

pruebas permiten determinar si dos muestras son perceptiblemente diferentes, la finalidad fue comparar los resultados obtenidos con cada una, debido a que la probabilidad de acertar por azar es del 33.3 % en la triangular y de 50 % para la prueba dúo-trío (Olivas-Gastelum et al. 2009). La aplicación de estas pruebas se realizó con los procedimientos descritos en la norma 10399 y 4120 del sistema ISO.

El ADQ lo realizaron jueces entrenados que cuantificaron la intensidad de los atributos (Tabla 2) de interés previamente propuesto y seleccionados por consenso (Stone y Sidel 2004). Para seleccionar a los jueces, se llevó a cabo por reclutamiento interno en la DACA de la UJAT, los candidatos se preseleccionaron con base en su interés, disponibilidad, salud y hábitos alimentarios, los cuales se evaluaron en percepción e identificación de gustos básicos, detección de umbral sensorial, identificación de olores y capacidad discriminante de estímulos de color, olor, textura, dulzor y acidez. Las pruebas de selección se realizaron de acuerdo con los procedimientos establecidos por la Agencia Española de Normalización (AENOR 1997). La selección final se realizó con base en los resultados de un análisis secuencial (Meilgaard 1999), el panel quedó formado por 11 jueces, seis hombres y cinco mujeres. Para seleccionar los descriptores de interés se realizaron sesiones previas de evaluación de muestras de leche con diferentes características, para definir los términos, atributos y características relevantes. Primero se generaron listas individuales, que se analizaron por check list (Moskowitz 1983) para identificar y eliminar términos repetidos y redundantes, para obtener una lista inicial de descriptores. A partir de la lista propuesta por los jueces y de la revisión de libros y trabajos de investigación, se seleccionaron los descriptores para integrar la planilla de evaluación (Larsen 2013, Wolf et al. 2013). La cual se analizó y discutió en una sesión de trabajo con los jueces para aclarar dudas y definir los términos por consenso, quedando integrada la planilla con 24 atributos relacionados con la apariencia (dos), textura en la boca (tres), olor (cinco) y sabor (14). Integrada la planilla, se procedió al entrenamiento de los jueces con muestras

**Tabla 2.** Descriptores utilizados para describir el perfil sensorial de la leche.

Características sensoriales	Descriptores	Definición	Términos ancla
Apariencia	Apariencia	Relativo al color aspecto y consistencia característicos de la leche entera de vaca	Pobre - óptima
	Color característico	Color opalescente, blanco o blanco amarillento característico de la leche entera de vaca	Pobre - óptimo
Olor	Olor característico	Olor característico de la leche entera de vaca	Nulo - intenso
	Olor extraño	Olor no característico de la leche entera	Nulo - intenso
	Olor herbal	Olor a hierba recién cortada	Nulo - intenso
	Olor frutal	Olor a frutas	Nulo - intenso
	Olor agrio o fermentado	Relacionado con un olor amargo, a queso y ligeramente butírico, parecido a vómito de bebé	Nulo - intenso
Sabor	Sabor característico	Termino general asociado a las notas propias de los productos lácteos elaborados con leche entera de vaca	Pobre - óptimo
	A leche entera	Relacionado con el sabor a leche comercial envasada de vaca	Pobre - óptimo
	A leche de vaca	Relacionado con la leche fresca recién ordeñada de vaca	Pobre - óptimo
	A crema de leche	Olor a crema fresca de leche	Nulo - intenso
	Sabor extraño	Sabor no característico de la leche	Nulo - intenso
	Sabor dulce	Relacionado con la sensación o gusto básico correspondiente a la sacarosa disuelta en agua	Nulo - intenso
	A medicina	Sabor a producto químico	Nulo - intenso
	Metálico	Sensación química en la lengua, asociada con el hierro, cobre y/o cucharas de plata	Nulo - intenso
	Rancio	Sabor oxidado	Nulo - intenso
	A falta de frescura	Sabor a ?cartón? o asociado al material de envase. Relacionado con la impresión de que el producto ha absorbido olores y sabores de otros productos durante el almacenamiento	Nulo - intenso
	Amargo	Gusto básico cuya referencia es la cafeína disuelta en agua. Relativo a notas asociadas a leche fermentada o proteínas descompuestas	Nulo - intenso
	A heno o forraje	Sabor a ensilado, alfalfa seca, granos secos o alimento para ganado	Nulo - intenso
	A leche cocida	Relativo a las notas de la leche hervida	Nulo - intenso
	A grasa de leche	Aromáticos asociados con la grasa láctea	Nulo - intenso
Textura en la boca	Consistencia	Relacionada con el movimiento y del producto sobre la lengua y la percepción en la boca como resultado del contenido de grasa y sólidos disueltos	Pobre - óptima
	Consistencia espesa	Relacionada con la percepción de un alto contenido de grasa y sólidos disueltos que disminuye la fluidez del producto sobre la lengua y en la boca	Nula - extrema
	Consistencia fluida o acuosa	Relacionada con una mayor fluidez o movimiento del producto en la boca como resultados de una consistencia aguada y desabrida producto de un menor contenido de sólidos disueltos y grasa en el producto	Nula - extrema

de leche recién ordeñada y pasteurizada, y leche entera comercial para evaluar el desempeño de los jueces. Los resultados de cada sesión se analizaron con un análisis de varianza (ANOVA) para detectar diferencias entre jueces. Una vez que el análisis no indicó diferencias entre jueces, se procedió a la evaluación de los tratamientos de interés.

#### Preparación y evaluación de las muestras en la prueba descriptiva

Muestras de 40 mL se sirvieron en vasos de

vidrio codificados con números aleatorios. Los jueces se instruyeron para evaluar en orden los atributos y colocar una marca sobre una escala lineal no estructurada de 10 cm, anclada con términos pobre y óptimo o nulo e intenso en cada extremo. La cuantificación de las respuestas se realizó midiendo la distancia en centímetros desde el extremo izquierdo hasta la marca señalada por el panelista, todas las muestras se mantuvieron a 12 °C para su evaluación. Entre una muestra y otra, los jueces tomaron agua natural para eliminar efectos de la muestra anterior.

### Análisis estadísticos

El análisis de los resultados de mesófilos aerobios, coliformes totales, CS y composición nutricional de la leche se realizó con el procedimiento PROC MIXED del software SAS 9.4. Para la normalización de los datos los valores de mesófilos aerobios y coliformes se transformaron a base  $\text{Log}^{10}$   $[Y+1]$  y los valores de CS se transformaron a base  $\text{Log}^{10}$ . Los datos de las pruebas discriminatorias, se analizaron contabilizando el número de aciertos y comparándolos con el número mínimo requerido para establecer diferencia significativa entre las muestras en una prueba triangular y dúo-trío (Roessler et al. 1978), a un nivel de significancia de 0.05. Los datos de la evaluación sensorial para la prueba ADQ se analizaron con una prueba t de student para muestras pareadas para determinar diferencias ( $p < 0.05$ ) entre las muestras evaluadas.

### RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), entre las muestras de leche cruda de las vacas suplementadas con AFBP y ASFBG, en el contenido de grasa, proteína, lactosa, sólido no graso, CS, mesófilos aerobios y coliformes totales. No se encontró presencia de *E. Coli*, *Salmonella spp* o antibióticos en la leche de ambos tratamientos (Tabla 3).

La prueba dúo-trío detectó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), entre los tratamientos. En el caso de la prueba triangular, no se observó diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre las muestras en el periodo uno, pero si en las evaluaciones del periodo dos (Tabla 4). Los resultados del ADQ no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en los 24 atributos evaluados en la leche con los suplementados AFBP y ASFBG (Figura 1).

### DISCUSIÓN

La composición nutricional de la leche no fue afectada por la inclusión de pollinaza (AFBP) fermentada o sin fermentar a base de grano (ASFBG). El contenido de grasa de ambos tratamientos tuvo

valores por debajo de lo indicado en la NOM-155-SCFI-2003. Estos resultados contrastan con lo encontrado por Muia et al. (2000) quienes reportan un contenido de grasa en leche de 3.6 % en vacas alimentadas con suplementos con 40 % de pollinaza. Sin embargo, son similares a los encontrados por Palomera et al. (2007) en leche de vacas de doble propósito alimentadas con suplementos de pollinaza y sales minerales. Lo cual se puede atribuir a factores ajenos a los suplementos evaluados. Los valores obtenidos de PC, lactosa y SNG estuvieron dentro de los rangos indicados por la NOM-155-SCFI-2003 y son similares a los observados por Pinto-Ruiz et al. (2012) quienes reportan valores de 3.2, 4.4 y 8.82 %.

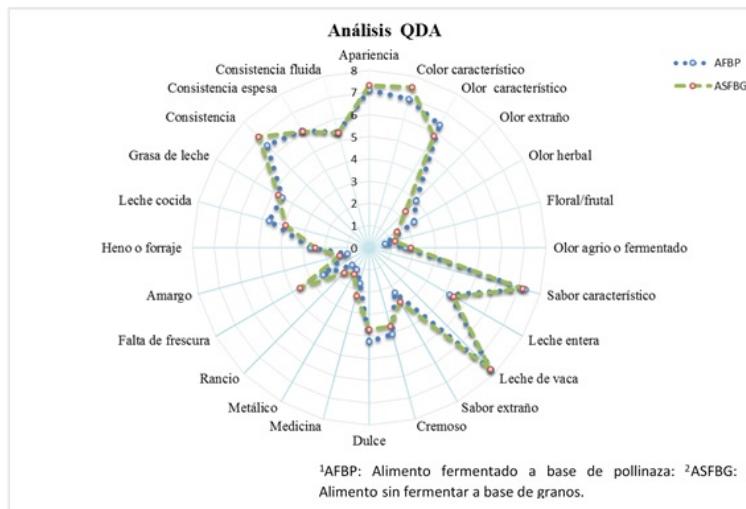
La calidad sanitaria de la leche de los diferentes tratamientos estuvo dentro de los valores establecidos por las normas oficiales mexicanas. Se encontraron valores de 54 954 y 63 095 CS/mL en la leche de las vacas suplementadas con AFBP y ASFBG, respectivamente. Estos valores corresponden a una leche de clase uno de acuerdo con la norma NMX-F-700-CFOCALEC-2012, lo que indica que son valores adecuados, ya que conteos superiores de CS afectan de forma negativa la producción y composición de la leche (Ma et al. 2000, Pedraza et al. 2000).

Para mesófilos aerobios, la norma NMX-F-700-CFOCALEC-2012 especifica que para leche clase uno se requieren valores menores o iguales a 100 000 UFC  $\text{mL}^{-1}$  en la leche cruda, lo cual indica que la leche de los tratamientos evaluados se puede considerar como de clase uno. Los conteos de coliformes totales fueron de 8 UFC  $\text{mL}^{-1}$  para el AFBP y 5 UFC  $\text{mL}^{-1}$  para el ASFBG. De acuerdo con Pérez (2010) el límite máximo para los coliformes en leche cruda de vaca es de 300 UFC  $\text{mL}^{-1}$ , mientras que la NOM-243-SSA1-2010 indica valores máximos de 20 UFC  $\text{mL}^{-1}$ . Normalmente un recuento elevado de mesófilos y coliformes en la leche cruda, indica deficiencias en el sistema de obtención del producto (Signorini et al. 2008). Por lo que bajos valores de mesófilos y coliformes indican un procedimiento adecuado en la obtención y manejo de las muestras. La ausencia de *E. coli*,

**Tabla 3.** Composición nutricional y calidad sanitaria de leche de vacas con los dos suplementos.

Características	Tratamientos		EE $\pm$
	AFBP	ASFBG	
Grasa (%)	1.16	1.09	0.1389
Proteína cruda (%)	3.33	3.37	0.04777
Lactosa (%)	4.68	4.73	0.0718
Sólidos no grasos (%)	8.51	8.61	0.1312
Grasa (%)	1.16	1.09	0.1389
Células somáticas ( $\log_{10}$ CS mL $^{-1}$ )	4.74 (54,954) $^{\dagger}$	4.80 (63,095) $^{\dagger}$	0.1645
Mesófilos aerobios ( $\log_{10}$ [Y+1] UFC mL $^{-1}$ )	1.32 (21) $^{\dagger}$	1.65 (44) $^{\dagger}$	0.3589
Coliformes ( $\log_{10}$ [Y+1] UFC mL $^{-1}$ )	0.90 (8) $^{\dagger}$	0.70 (5) $^{\dagger}$	0.4073
<i>E. coli</i> (UFC mL $^{-1}$ )	0	0	—
<i>Salmonella</i> spp	-	-	—
Antibióticos	-	-	—

$^{\dagger}$ Valores absolutos sin transformación logarítmica.



**Figura 1.** Perfil sensorial de la leche proveniente de las vacas suplementada con AFBP y ASFBG.

**Tabla 4.** Número de aciertos en las pruebas discriminativas para el AFBP y ASFBG en las cuatro evaluaciones realizadas en los dos períodos.

Dúo-trío	Pruebas discriminativas		Triangular	
	Nº de respuestas correctas del total de pruebas	Valor-p*		
E1P1	14/30	> 0.05	11/30	> 0.05
E2P1	17/30	> 0.05	10/30	> 0.05
E1P2	12/25	> 0.05	13/25	< 0.05
E2P2	12/25	> 0.05	17/25	< 0.05

E1P1: Evaluación uno período uno; E2P1: Evaluación dos período uno; E1P2: Evaluación uno período dos; E2P2: Evaluación dos período dos; \*( $p < 0.05$ ) de acuerdo a Roessler et al. (1978).

con pruebas negativas para *Salmonella* spp y antibióticos, demuestran la calidad de la leche de ambos tratamientos, desde el punto de vista sanitario (Pérez 2011).

En la evaluación sensorial discriminativa los

jueces no identificaron diferencias perceptibles entre la leche de las vacas suplementadas con ambos tratamientos. Sin embargo si detectaron diferencias significativas en las muestras correspondientes al segundo período, en la prueba discriminativa tipo

triangular. No obstante, la diferencia percibida parece no estar influenciada por la composición nutricional de la leche, dado que no se encontraron diferencias en composición química. Es importante resaltar que las diferencias detectadas entre las muestras en el segundo periodo por la prueba triangular, no se deben a características desagradables como sabor extraño, amargo, rancio, medicina, olor extraño, agrio o fermentado, como lo indica la prueba descriptiva. Por lo que se puede inferir que tales diferencias no corresponden a efectos negativos debido al uso de un alimento fermentado a base de pollinaza en la dieta. Al respecto Francis et al. (2005) indican que una leche de calidad debe tener un sabor característico y dulzón, no tener olores ni sabores residuales. Sin embargo, dicha calidad es susceptible a alteraciones debido a diversos factores, desde el manejo y alimentación de las vacas, condiciones del entorno y durante la ordeña, hasta las condiciones de manejo del producto. Al respecto Bloksma et al. (2008) indican que el sabor de la leche es fuertemente influenciado por el tipo de alimentación de las vacas, al igual que el contenido de grasa, lo cual influye en la consistencia haciéndola fluida o cremosa. No obstante, en este caso es difícil identificar la naturaleza exacta de la diferencia percibida en la prueba triangular, dado que tal diferencia no fue corroborada en la prueba descriptiva.

Por otro lado existe la posibilidad de que la diferencia percibida en la prueba triangular no sea tal, dado que en una prueba de diferencia es necesario considerar diversos factores que pueden influir

## LITERATURA CITADA

- Aguirre-Medina JF, Martínez-Tinajero JJ, Ley De Coss A, Velazco-Zebadua ME (2013) Producción de carne con *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit en banco de proteína y asociación *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth - *Cynodon plectostachyus* (K) Schum. Pilger. AGROproductividad 6: 16-22.
- AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación (1997) Análisis Sensorial. Asociación Española de Normalización y Certificación. Tomo 1: Alimentación. Recopilación de normas UNE. AENOR, Madrid, España. 253p.
- Bloksma J, Adriaansen-Tennekes R, Huber M, van de Vijver L, Baars T, de Wit J (2008) Comparison of organic and conventional raw milk quality in the Netherlands. Biological Agriculture and Horticulture 26: 69-83.

en la respuesta, como la adaptación y los criterios de decisión individuales involucrados, los cuales se relacionan con los procesos cognitivos individuales y niveles de respuesta particulares a un estímulo dado (Olivas-Gastelum et al. 2009). Estos resultados muestran que la leche de las vacas que consumieron AFBP no fue afectada en atributos sensoriales, lo cual indica que con el proceso de fermentación el olor a  $\text{NH}_3$  característico en la pollinaza fresca se elimina, probablemente por la conversión del  $\text{NH}_3$  a amonio ( $\text{NH}_4$ ), lo que permite obtener un producto con olor agradable y apetecible para los animales. Al respecto Elsaify et al. (2015) indican los beneficios, que presenta la pollinaza fermentada respecto a la pollinaza sin tratamiento.

## CONCLUSIONES

La composición y calidad sanitaria de la leche no fue afectada por el tipo de suplemento consumido por las vacas. Los parámetros de calidad evaluados estuvieron dentro de los rangos establecidos por las normas oficiales mexicanas, con excepción del contenido de grasa, que fue bajo. La calidad sensorial de la leche no fue afectada por el tipo de suplemento, las diferencias percibidas en la prueba triangular en el segundo periodo, no corresponden a efectos negativos del alimento sobre el sabor o el olor de la leche, de acuerdo con el perfil sensorial obtenido. Los resultados indican que el AFBP puede ser utilizado en la suplementación de las vacas de doble propósito sin causar efectos negativos en la leche.

- Francis LL, Kong SH, Chambers DH, Jeon IJ, Simmons SR, Schmidt KA (2005) Serving temperature effects on milk flavor, milk aftertaste, and volatile-compound quantification in nonfat and whole milk. *Journal of Food Science* 70: 413-418.
- García E (1988) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF. 246p.
- Elsaidy N, Abouelenien F, Kirrella GAK (2015) Impact of using raw or fermented manure as fish feed on microbial quality of water and fish. *Egyptian Journal of Aquatic Research* 41: 93-100
- Hazan R, Levine A, Abeliovich H (2004) Benzoic acid, a weak organic acid food preservative, exerts specific effects on intracellular membrane trafficking pathways in *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 4449-4457.
- ISO 10399 (2004) Sensory analysis. Methodology. Duo-trio test. International Organization for Standardization. [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=34323](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=34323). Fecha de consulta 20 de mayo de 2015.
- ISO 4120 (2004) Sensory analysis. Methodology. Triangle test. International Organization for Standardization. [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=33495](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=33495). Fecha de consulta 20 de mayo de 2015.
- Larsen MK, Kidmose U, Kristensen T, Beaumont P, Mortensen G (2013) Chemical composition and sensory quality of bovine milk as affected by type of forage and proportion of concentrate in the feed ration. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93: 93-99.
- Ma Y, Ryan C, Barbano DM, Galton DM, Rudan MA, Boor KJ (2000) Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. *Journal of Dairy Science* 83: 264-274.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT (1999) Sensory evaluation techniques. CRC Press. Boca Raton, FLA, USA. pp: 199-222.
- Moskowitz HR (1983) Product testing and sensory evaluation of foods: marketing and R & D approaches. Food & Nutrition Press. Westport, USA. 605p.
- Muia JMK, Tamminga S, Mbugua PN (2000) Effect of supplementing Napier grass (*Pennisetum purpureum*) with sunflower meal or poultry litter-based concentrates on feed intake, live-weight changes and economics of milk production in Friesian cows. *Livestock Production Science* 67: 89-99.
- Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2003 (2003) Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=690308&fecha=12/09/2003](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=690308&fecha=12/09/2003). Fecha de consulta 20 de mayo de 2015.
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5160755&fecha=27/09/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5160755&fecha=27/09/2010). Fecha de consulta 20 de mayo de 2015.
- Obeidat BS, Awawdeh MS, Abdullah AY, Muwalla MM, Abu Ishmais MA, Telfah BT, et al. (2011) Effects of feeding broiler litter on performance of awassi lambs fed finishing diets. *Animal Feed Science and Technology* 165: 15-22.
- Olivas-Gastélum R, Nevárez-Moorillón GV, Gastélum-Franco MG (2009) Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnociencia Chihuahua* 3: 1-7.

Pacheco JA, Rosciano GJ, Villegas CW, Alcocer VV, Castellanos R A (2003) Cuantificación del contenido de cobre y otros minerales en pollinazas producidas en el estado de Yucatán. *Técnica Pecuaria en México* 41: 197-207.

Palomera CL, Ramírez GJ, Rodríguez FA (2007) Producción de leche en vacas de doble propósito tratadas con oxitocina bajo condiciones de trópico húmedo mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15: 15-24.

Pedraza, GC, Mansilla MA, Fajardo RP, Agüero EH (2000) Cambios en la producción y composición láctea por efecto del incremento de células somáticas en leche de vacas. *Agricultura Técnica* 60: 251-258.

Perez LM (2011) La producción de leche. In: *El libro blanco de la leche y los productos lácteos*. Estrada MM (ed). Litho Offset Imprenta México, DF. pp: 10-26.

Pinto-Ruiz R, Alfonso-Ruiz E, Gomez-Castro H, Guvara-Hernandez F, Ruiz-Sesma B, Jimenez-Trujillo JA (2012) Quality of chicken manure as cattle feed and its effect on composition of cows milk and blood serum in a dry tropical pastoral system. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 11: 289-294.

PROY-NMX-F-700-CFOCALEC-2012 (2012) Sistema producto leche-alimento lácteo-leche cruda de vaca-especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. [http://www.canilec.org.mx/Circulares%202012/93del12/PROY-NMX-F-700\\_CFOCALEC2012%20110212.pdf](http://www.canilec.org.mx/Circulares%202012/93del12/PROY-NMX-F-700_CFOCALEC2012%20110212.pdf). Fecha de consulta 20 de mayo de 2015.

Ramos JA, López AR, Elías A, Bautista CC, Aranda EM, Martínez DC (2013) Fermentación en estado sólido de la mezcla de pollinaza, melaza y vitafert. En: *Memorias de la XXIII Reunión de la ALPA y IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*. Díaz SMF, Herrera GR y Ruíz VT (Eds). Palacio de convenciones de La Habana, Cuba. pp. 1697-1701.

Ríos de Álvarez L, Combellas J, Álvarez R (2005) Uso de excretas de aves en la alimentación de ovinos. *Zootecnia Tropical* 23: 183-210.

Roessler EB, Pangborn RM, Sidel JL, Stone H (1978) Expanded statistical tables for estimating significance in paired preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests. *Journal of Food Science* 43: 940-941.

Sampaio BC, Detmann E, Paulino MF, Valadares SC, De Souza MA, Lazzarini I (2010) Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Tropical Animal Health and Production* 42: 1471-1479.

Savadogo A (2012) The role of fermentation in the elimination of harmful components present in food raw materials. In: *Fermentation: effects on food properties*. Mehta BM, Kamal-Eldin A, Iwanski RZ (eds). CRC Press, Taylor & Francis Group. New York. pp: 169-179.

Signorini LM, Sequeira JG, Bonazza JC, Dalla SR, Martí LE, Sebastián FL (2008) Utilización de microorganismos marcadores para la evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias en la producción primaria de leche. *Revista Científica* 18: 207-217.

Singhania RR, Patel AK, Soccol CR, Pandey A (2009) Recent advances in solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal* 44: 13-18.

Sonoda LT, Moura DJ, Bueno LG, Cordeiro DC, Mendes AS (2012) Broiler litter reutilization applying different composting concepts. *Revista Brasileira de Ciencia Avícola* 14: 227-232.

Stone H, Sidel JL (2004) *Sensory evaluation practices*. Third edition. Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA. 365p.

Tinoco-Magaña JC, Aguilar-Pérez CF, Delgado-León R, Magaña-Monforte JG, Ku-Vera JC, Herrera-Camacho J (2012) Effects of energy supplementation on productivity of dual purpose cows grazing in a silvopastoral system in the tropics. *Tropical Animal Health and Production* 44: 1073-1078.

Wolf VI, Bergamini VC, Perotti CM, Hynes RE (2013) Sensory and flavor characteristic of milk. In: Milk and dairy products in human nutrition: production, composition and health. First edition. Park WY, Haenlein FWJ (Eds). Jhon Wiley & Sons, Ltd. Iowa USA. pp: 310-337.

Wolter W, Castañeda H, Kloppert B, Zschock M (2004) Mastitis bovina. Prevención, diagnóstico y tratamiento. Editorial universitaria. Guadalajara Jalisco, México. 143p.