

# COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS AUTOMATIZADOS PARA ANÁLISIS DE LECHE BOVINA

**Autor/es:** Villaseñor GF1, Ruvalcaba GJM1,2, Espinosa MMA3, Arteaga GRI4, Ruvalcaba AMJ5, Montes OLR6\*, Hernández JAL5, Érica AL5. 1Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP-CIRPAC; 2 Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada-IPN. Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala, México; 3Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; 4Centro Nacional de Recursos Genéticos, INIFAP-CIRPAC; 5Centro Universitario de los Altos.

## Resumen

Dada la importancia de contar con técnicas de análisis que permitan conocer de manera rápida y precisa la composición de la leche, diversos instrumentos han sido desarrollados. Los instrumentos basados en el uso de espectroscopia de infrarrojo ofrecen precisión y rapidez en el análisis de muestras de leche y otros derivados. Sin embargo, una de las principales limitantes es la inversión que representa este tipo de equipos, además de su difícil portabilidad, lo que complica su uso rutinario a niveles más cercanos a los sitios de producción o centros de recepción de leche. En ese sentido, se han desarrollado equipos portátiles basados en uso de ultrasonido, con resultados en poco tiempo, menor inversión y mantenimiento; sin embargo, no hay evidencia suficiente sobre su precisión y confiabilidad. Por ello, en el presente estudio 145 muestras de leche colectadas en explotaciones lecheras familiares fueron analizadas para conocer su composición mediante el uso de dos equipos automatizados, uno basado en la técnica de infrarrojo y el otro en ultrasonido. Los resultados no mostraron diferencia estadística significativa ( $P>0.05$ ) entre equipos de análisis para los porcentajes de grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos. La información obtenida podría aprovecharse para generar análisis de asociación y

modelos de ajuste que permitan brindar mayor certeza a los resultados obtenidos por ultrasonido.

**Palabras clave:** Composición de leche, lechería familiar, infrarrojo, ultrasonido.

## Introducción

Conocer la composición y cambios en la leche bovina, es importante para asegurar la calidad de los derivados que se elaboran a partir de ella, conocer el estado de salud de los animales que la producen, evaluar la efectividad de las dietas, mejorar la detección de enfermedades a nivel de ubre, monitorear la fertilidad y parámetros reproductivos, entre otros (Brandt *et al.*, 2010). En ese sentido, la calidad de leche puede afectarse negativamente por condiciones anti- higiénicas durante su obtención y/o manipulación, rutinas de ordeño inapropiadas y el estado de salud de la vaca a nivel de la glándula mamaria. (Haman, 2005; Brandt *et al.*, 2010). Adicionalmente, la información generada puede ser útil para monitorear el estado nutricional de los animales y la adaptación a cambios en la dieta. Los constituyentes en leche que mayor información pueden proporcionar sobre el estado metabólico y nutricional de la vaca son grasa, proteína, urea y acetona (Mottram *et al.*, 2002); mientras que grasa y proteína están directamente relacionados con la cantidad de energía y fibra que se suplementa en la dieta y la relación de ambos (grasa:proteína) es el indicador más sensible del estado metabólico. Algunos otros constituyentes como son lactosa y caseína total en leche, y su variación puede servir como indicador de enfermedades como mastitis. Por todo lo anterior, es importante contar con métodos adecuados de análisis de leche que permitan tener resultados en el menor tiempo posible y con la confiabilidad suficiente para que los resultados puedan ser utilizados para la toma de decisiones. Para atender esta demanda, diversos equipos con métodos automatizados para el análisis de leche han sido desarrollados, incluidos métodos rápidos, no-destructivos, basados en la respuesta de la leche al aplicar ultrasonido u ondas electromagnéticas. El principal de ellos (reconocido por la normatividad internacional), es el basado en la espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (Biggs 1967) ofreciendo una gran exactitud y repetibilidad, sobre todo cuando la muestra es colectada y homogeneizada apropiadamente. Sin embargo, para fines prácticos o rutinarios, sobre todo para sistemas familiares de producción de leche, no siempre es posible el acceso a este tipo de instrumentos, por lo que es común el uso

de analizadores más económicos y portátiles, como son los basados en el uso de energía ultrasónica. Estos equipos regularmente son utilizados para determinar grasa, lactosa y proteína y de acuerdo a ensayos, cumplen con los requerimientos de análisis para manejo del hato y toma de decisiones (Ordolff, 2005). Algunas ventajas de estos equipos, sobre los que se basan en el uso de infrarrojo es que requieren una menor inversión inicial, tienen mayor portabilidad, las operaciones de limpieza son sencillas y en función del correcto manejo, la calibración se mantiene estable. Sin embargo, al no ser un método oficial de análisis es importante contar con evidencia de su exactitud y repetibilidad en las mediciones que realizan.

## **Objetivo**

Comparar los resultados obtenidos de la composición de leche cruda de bovino, en un analizador automático por ultrasonido y un analizador por espectroscopia de infrarrojo.

## **Materiales y métodos**

En 11 unidades de producción de leche características del sistema de lechería familiar o semitecnificado (Arias *et al.*, 2010), se realizaron visitas durante un periodo de seis meses, para obtener un total de 145 muestras (45 ml) de leche cruda. La colecta de muestras se llevó a cabo durante el ordeño mediante el uso de pesadores de leche (Waikato®), con reservorio auto-muestreador. Las muestras se depositaron en recipientes de plástico de 50 ml de capacidad con conservador a base de Bronopol y se conservaron en refrigeración (4-7 °C) hasta su análisis. Previo a este, las muestras de leche fueron colocadas en baño maría sin agitación hasta alcanzar una temperatura de 40°C, seguido de agitación suave durante dos minutos para homogeneizar todos los constituyentes. Enseguida las muestras fueron estabilizadas a 24°C para su análisis. El análisis de composición se llevó a cabo mediante espectroscopia de infrarrojo en un equipo Milkoscan FT- 120 (Foss®) y mediante analizador ultrasónico (Ultrasonic milk analizar AKM-98 FARM ECO®). Los parámetros incluidos en la evaluación fueron grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos. Para determinar si existieron diferencias entre equipos para los resultados de composición de la leche, para cada uno de los meses analizados se

realizaron análisis de varianza a través del paquete estadístico SAS, con un nivel de significancia  $\alpha$  de 0.05.

## Resultados

Los promedios para cada uno de los componentes de la leche se muestran en el Cuadro 1. Los valores promedio del porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos no mostraron diferencia ( $P>0.05$ ) entre los equipos de análisis estudiados. Sin embargo, para lactosa, crioscopía y densidad se observaron diferencias ( $P<0.05$ ) en los resultados promedio registrados. En general, el porcentaje de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales muestran un incremento en el segundo mes y posteriormente se observan decrementos hasta llegar al sexto mes. Esto fue similar en los resultados obtenidos con los dos equipos de análisis. Sin embargo, para el porcentaje de sólidos no grasos, la composición fue variable en los 6 meses analizados.

**Cuadro 1. Composición de leche de bovino obtenida por análisis basado en espectroscopía de infrarrojo (T1) y ultrasonido (T2)**

<b>Parámetro</b>	<b>Mes</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>Grasa</b> (%)	1	2.99±1.23 <sup>a</sup>	2.61±1.17 <sup>b</sup>
	2	3.23±1.12	3.03±1.16
	3	3.37±1.08	3.43±1.00
	4	3.12±1.21	3.00±1.06
	5	2.84±0.95	2.79±0.97
	6	2.57±0.82	2.45±0.85
<b>Promedio</b>		<b>3.15±1.15</b>	<b>3.00±1.14</b>
<b>Proteína</b> (%)	1	3.04±0.32	3.00±0.33
	2	3.14±0.44	3.06±0.15
	3	3.04±0.27	3.07±0.22
	4	2.98±0.29	3.07±0.16
	5	2.88±0.25	3.03±0.13
	6	2.95±0.41	3.09±0.16
<b>Promedio</b>		<b>3.04±0.34</b>	<b>3.05±0.22</b>

	1	4.00±0.00	4.73±0.02
<b>Lactosa (%)</b>	2	4.89±0.48	4.76±0.22
	3	4.94±0.17 <sup>a</sup>	4.76±0.34 <sup>b</sup>
	4	4.91±0.14 <sup>a</sup>	4.77±0.23 <sup>b</sup>
	5	5.01±0.17	4.88±0.54
	6	4.97±0.15	4.79±0.25
<b>Promedio</b>		<b>4.91±0.42<sup>a</sup></b>	<b>4.76±0.41<sup>b</sup></b>
<b>Sólidos totales (%)</b>	1	11.47±1.17 <sup>a</sup>	10.97±1.48 <sup>b</sup>
	2	11.69±1.39	11.63±1.34
	3	11.93±0.97	12.05±0.95
	4	11.65±1.30	11.58±0.91
	5	11.26±0.99	11.04±1.07
	6	11.12±1.69	11.12±1.67
<b>Promedio</b>		<b>11.66±1.21</b>	<b>11.51±1.25</b>
<b>Sólidos no grasos (%)</b>	1	8.53±0.45	8.35±0.90
	2	8.57±0.40	8.59±0.39
	3	8.38±0.74	8.61±0.60
	4	8.40±0.37	8.62±0.43
	5	8.34±0.46	8.25±0.87
	6	8.42±0.62	8.67±0.45
<b>Promedio</b>		<b>8.47±0.45</b>	<b>8.52±0.65</b>

Los valores representan la media±desviación estándar de las muestras obtenidas por mes de evaluación analizadas por triplicado. <sup>a,b</sup>Medias dentro de una fila por parámetro de composición con diferente literal son significativamente diferentes ( $p<0.05$ )

## Discusión

Los resultados obtenidos indican que no hay diferencias entre el análisis por infrarrojo y el análisis por ultrasonido para la mayoría de los principales indicadores de composición de la leche: grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos. Es importante destacar que los resultados obtenidos para la totalidad de los indicadores se encuentran dentro de los valores publicados en sobre composición de leche producida en explotaciones lecheras familiares (Bernal et al 2007), y basados en las

mínimas diferencias que se observan en los resultados obtenidos en los dos equipos, el analizador basado en ultrasonido representa una alternativa confiable para medir la calidad composicional de la leche a nivel de unidad de producción o en centros de acopio de leche. La información obtenida en el presente estudio podría ser aprovechada para ser analizada a mayor profundidad, bajo procedimientos que demuestren asociación entre la determinación obtenida bajo ambas técnicas de análisis, lo que permitiría generar mayor evidencia sobre la exactitud y repetibilidad que ofrece la técnica de análisis por ultrasonido, y de ser necesario, generar modelos de ajuste que brinden mayor exactitud a las determinaciones.

El comportamiento observado en las concentraciones porcentuales de diferentes componentes fue similar entre equipos de análisis, por lo que el análisis por ultrasonido brindaría no sólo resultados similares en los componentes de leche, sino además permite observar tendencias de cambio a través del tiempo similar a lo que registra un equipo de análisis aceptado internacionalmente. Es importante mencionar que la variabilidad observada en ambas técnicas es similar, y podría estar asociada no solo al principio de la técnica, sino al tipo de conservador utilizado para el transporte de las muestras. Se ha reportado que, al menos para el caso de análisis por infrarrojo, tanto el uso de bronopol como conservador, así como tiempos prolongados de conservación previo al análisis, favorecen la generación de lecturas incorrectas, sobre todo para proteína (Barbano *et al.*, 2010).

## **Conclusiones**

El uso de instrumentos basados en ultrasonido para determinar la composición fisicoquímica de leche cruda, representan una alternativa confiable y comparable con el análisis por espectroscopia de infrarrojo, especialmente para la determinación del contenido de grasa, proteína y sólidos totales. Estudios adicionales son necesarios, especialmente para generar modelos de ajuste que permitan obtener resultados con la mayor precisión, a través del uso de equipos basados en ultrasonido.

## **Referencias y Fuente.**

<https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/mvz-comparacion-dos-metodos-t42676.htm>

