

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA BOVINA (*Bos taurus*) QUE SE EXPENDE EN EL MERCADO DEL CANTÓN CHONE

Luis Adolfo Aveíga Zambrano

Ingeniero en Industrias Agropecuarias

Correo electrónico: laveiga2226@utm.edu.ec

Filial institucional: Universidad Técnica de Manabí-Carrera de Ingeniería Agroindustrial

Eva Zoneyda López Cedeño

Ingeniero en Industrias Agropecuarias

Correo electrónico: elopez9153@utm.edu.ec

Filial institucional: Universidad Técnica de Manabí-Carrera de Ingeniería Agroindustrial

Maritza Viviana Talledo Solórzano

Magister en Zootecnia -Producción animal sostenible

Correo electrónico: mtalledo4282@utm.edu.ec

Filial institucional: Universidad Técnica de Manabí-Facultad de Ciencias Zootécnicas

Código ORCID: 0000-0002-5735-9490

Gerardo Jose Cuenca-Nevárez

Máster en Gestión y Auditorías Ambientales.

Correo electrónico: gerardo.cuenca@utm.edu.ec

Filiación institucional: Universidad Técnica de Manabí-Facultad de Ciencias Zootécnicas

Código ORCID: 0000-0002-1128-3013

Artículo derivado de un proyecto de investigación Calidad e Inocuidad de las Materias Primas Alimentarias, Asociado al grupo de investigación: BioGea

Como citar:

Cuenca-Nevares, G. (2021). EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA BOVINA (*Bos taurus*) QUE SE EXPENDE EN EL MERCADO DEL CANTÓN CHONE. *Revista Sinergia*, (10), 95-114. Recuperado a partir de <http://sinergia.colmayor.edu.co/ojs/index.php/Revistasinergia/article/view/143>

DOI: 10.54997/rsinergia.n10a6

Enviado: 03 de noviembre de 2021

Aceptado: 12 de diciembre de 2021

Publicado: 27 de diciembre de 2021

Correo principal:

gerardo.cuenca@utm.edu.ec

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objeto analizar los parámetros de calidad tanto composicional como higiénica de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chone, para lo cual se seleccionaron al azar 4 expendedores que aportaron 24 muestras, durante 90 días. Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos tales como: pH, densidad, sólidos totales, grasa, sales, lactosa y proteína, recuento de aerobios mesófilos, Enterobacterias, *Staphylococcus aureus* y bacterias ácido láctico (BAL) respectivamente. Los datos se analizaron con el software estadístico SAS al 95% de nivel de confianza. Se encontró que los valores de los parámetros fisicoquímicos en su mayoría se encontraban dentro de los rangos permisibles determinados por organismos de control nacional e internacional. En lo que respecta a la calidad microbiológica de la leche está se encontró que no cumplió con los parámetros exigidos por la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 9:2015. Esto nos permitió determinar que la leche cruda que se expende en la ciudad de Chone, cumple con la normativa desde el punto de vista fisicoquímico, no así en lo que respecta al análisis microbiano. Por lo que se concluyó que esta materia prima alimentaria se expende bajo malas condiciones higiénicas y sin guardar una cadena de frío óptima; por lo que se pone en peligro la seguridad alimentaria de los consumidores.

PALABRAS CLAVE: *Control fisicoquímico, control microbiológico, seguridad alimentaria, bacterias patógenas, normativa técnica*

PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE QUALITY OF RAW BOVINE MILK (*Bos taurus*) SOLD IN THE CHONE CANTON MARKET

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the compositional and hygienic quality parameters of raw milk sold in the city of Chone, for which 4 retailers were randomly selected to provide 24 samples during 90 days. Physicochemical and microbiological analyses were performed, such as: pH, density, total solids, fat, salts, lactose and protein, mesophilic aerobic count, Enterobacter, *Staphylococcus aureus* and lactic acid bacteria (LAB), respectively. Data were analyzed with SAS statistical software at 95% confidence level. It was found that the values of the physicochemical parameters were mostly within the permissible ranges determined by national and international control agencies. Regarding the microbiological quality of the milk, it was found that it did not meet the parameters required by the Ecuadorian technical standard NTE INEN 9:2015. This allowed us to determine that the raw milk sold in the city of Chone complies with the regulations from the physicochemical point of view, but not with regard to microbial analysis. Therefore, it was concluded that this raw food material is sold under poor hygienic conditions and without keeping an optimal cold chain, thus endangering the food safety of consumers.

KEYWORDS: Physicochemical control, microbiological control, food safety, pathogenic bacteria, technical regulations.

INTRODUCCIÓN

La producción de leche en Ecuador es sin duda uno de los alimentos humanos más importantes gracias a su alto valor nutricional y la diversidad de productos derivados que se obtienen. La producción lechera del país se concentra en la región interandina, donde se encuentran los mayores hatos lecheros, confirmándose que el 73% de la producción nacional de leche se produce en la Sierra, el 19% en la Costa y el 8% en el Oriente (INEC, 2017). Esta misma entidad indica que de la producción total de leche a nivel nacional, el 75% se genera en las fincas que corresponden a fincas pequeñas y medianas de 1 a menos de 100 ha, donde no existen condiciones de manejo adecuadas para la obtención y transporte de la leche, por lo que la calidad está en desventaja (Contero et al., 2021).

El INEC (2017), establece que el 90% de las principales lecherías están asentadas en la región interandina, las mismas que se enfocan principalmente en la

producción de leche líquida pasteurizada, queso y crema, donde los demás derivados lácteos son secundarios. De ahí que la disponibilidad de leche cruda nacional está en el rango de 3,5 a 4,5 millones de litros diarios, de las cuales, el 75% de la producción está destinada al uso humano.

Hoyos & D'Agostini (2017), señalan que la leche es un producto lácteo que se somete a un proceso térmico para asegurar la destrucción total de patógenos tóxicos, sin ninguna modificación sensible de su naturaleza organoléptica, características fisicoquímicas, bioquímicas. Cualidades biológicas y nutricionales de la leche (Carlóni et al., 2016).

La calidad de la leche se puede separar en dos grandes referencias, la composicional y la higiénico-sanitaria. La calidad composicional se refiere a los requisitos de "composición fisicoquímica" que debe cumplir la leche y se evalúa midiendo el contenido de sólidos totales, grasas y proteínas, parámetros que determinan su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos (Arrieta et al., 2019).

La calidad de la leche cruda es de fundamental importancia para obtener un producto uniforme con buenas calidades, a pesar de los avances en los diseños y características de los equipos, se puede afirmar que es imposible hacer productos de calidad aceptable si hay leche de mala calidad. O de menor calidad. Por ello, la leche debe ser controlada diariamente y tener criterios suficientes para su admisión o rechazo para su posterior uso ya sea como alimento principal o materia prima para la producción de derivados lácteos (Ludmila & Falguni, 2015).

Según Carlóni et al. (2016), indican que la leche cruda para ser considerada de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida o tener un color u olor inusual; su contenido bacteriano debe ser bajo; no debe contener productos químicos (como antibióticos y detergentes) y tanto su composición como su acidez deben ser normales. La seguridad de la leche cruda es el factor más importante que determina la calidad de los productos lácteos. No se pueden obtener excelentes productos lácteos sin leche cruda de buena calidad (Ramírez et al., 2019).

La leche es un producto que no está exento de riesgos ya que puede contaminarse en cada uno de los múltiples pasos que van desde su secreción de la vaca hasta su consumo (Ndahetuye et al., 2020). Los dos principales grupos de riesgo a los que está expuesta la leche y por tanto el consumidor son: microbiológico y químico. Por ello, el principal objetivo de esta investigación es evaluar la calidad de la leche cruda de vacuno (*Bos taurus*) que se comercializa en el mercado del cantón Chone.

METODOLOGÍA

RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

La realización de la presente investigación consideró tomar muestras de leche de cuatro expendedores de leche asentados dentro y fuera del mercado de abastos de la ciudad de Chone, las mismas que fueron tomadas durante tres meses cada 15 días (teniendo en total 6 repeticiones). Las muestras fueron tomadas en frascos plásticos estériles de 1000mL, los mismos que fueron codificados, además, se procedió a llevar una ficha de datos la misma que se llenaba con información tomada en el mismo momento que se realizó el muestreo.

A continuación, las muestras se almacenaron en una hielera a una temperatura de refrigeración 4 a 5°C; con la finalidad de que las mismas mantuvieran sus características fisicoquímicas y se inhibiera la potencial presencia de microorganismos patógenos. Este trabajo fue realizado cada 15 días durante 90 días.

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE LECHE

ANÁLISIS DE LA DENSIDAD DE LA LECHE

Para realizar este análisis se empleó el método del lactodensímetro (15°C); para lo cual se homogenizó la muestra de leche y se dispusieron 250mL de la misma en una probeta, después se tomó la temperatura de la leche, a continuación, se sumergió el lactodensímetro hasta que se estabilizó completamente. Por último, se realizó la corrección de la densidad considerando la temperatura de la leche si es que la misma se encuentra por encima o debajo de los 15°C ($FC=0,0002$).

ANÁLISIS DEL pH

Para el análisis del pH se tomaron 10mL de la muestra de leche en un vaso de precipitación, luego se introdujo el electrodo del potenciómetro (Hanna®) y se procedió a registrar la lectura del pH.

ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES DE LA LECHE

En lo que respecta al análisis de los sólidos totales, se dispusieron dos gotas de la muestra de leche a analizar en el prisma de un refractómetro (ABBE®); luego se registró el valor obtenido.

ANÁLISIS DE AGUA DE LA LECHE

Para este procedimiento, se secó previamente la cápsula, arena (10g) y varilla de vidrio esmerilada a 102 +/- 2°C secada durante un tiempo de 30 minutos; luego se puso la cápsula en la campana de desecación hasta que se enfríe a temperatura ambiente. A continuación, se pesó la cápsula sin muestra, al cual se le denominó (p.1), luego se colocó la muestra en la cápsula y se pesó 10g de arena,

varilla de vidrio y 3mL de leche (p.2). Se introdujo la cápsula de porcelana en la campana de desecación y se lo llevó llevarla a la estufa de desecación por un periodo de 3 a 4 horas. Como siguiente paso, se sacó la cápsula de la estufa y se enfrió a temperatura ambiente al interior de un desecador y se pesó (p.3). Cabe mencionar que se debe repetir la desecación hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas no sea mayor de 0.5mg.

ANÁLISIS DE CENIZAS DE LA LECHE

Se limpió un crisol de porcelana con una solución de alcohol con la finalidad de eliminar impurezas, posterior a esto se introdujo el crisol a una mufla a 105°C durante 60 minutos hasta conseguir un peso constante, luego con la ayuda de unas pinzas metálicas sacar el crisol de la mufla e introducirlo en una campana desecadora por espacio de 30 minutos con la finalidad de que se enfríe; pasado este tiempo, se pesa con la ayuda de una balanza analítica, registrando este peso. Luego se coloca el crisol con la muestra de la leche dentro de la mufla por espacio de 180 minutos a 150°C y se procedió a hallar el peso de la misma forma que se procedió anteriormente.

ANÁLISIS DE LACTOSA DE LA LECHE

En un matraz de 100mL, se colocaron exactamente 10mL de leche y se diluyó con 70mL de agua destilada, luego se adicionó 5mL de reactivo de Courtonne (subacetato de plomo al 30 %), se agitó vigorosamente y se llevó a 100mL con agua destilada; después se homogenizó y se filtró a través de un papel filtro tipo Whatman; el líquido filtrado fue el que se le valoró el contenido de lactosa por el método de Fehling- Causse-Bonnans.

ANÁLISIS DE PROTEÍNA DE LA LECHE

Se empleó el método de Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno de una muestra. El proceso, se divide en tres etapas, la primera llamada de digestión se tomó 5mL de muestra y se introdujeron en un tubo de ensayo junto con 20mL de H₂SO₄ concentrado y una pastilla de digestión, posteriormente se digirió a 420°C durante unos 30 minutos. Luego en la etapa de digestión, al tubo de ensayo con la muestra digerida se adicionó 25mL de agua destilada, con la finalidad de que se enfríe. Después que el tubo de ensayo se enfrió se puso en el soporte del destilador (Vapodest 2000 ®) y se adicionó 50mL de NaOH (10N); luego por arrastre de vapor el amoniaco liberado es recogido sobre una disolución de H₂BO₃ (4% p/v) más 3-4 gotas de fenolftaleína. El destilado tomó un color verde luego esto se tituló con una solución de H₂SO₄ (0,02N) hasta que la muestra viró a un color rosa pálido; se tomaron los ml consumidos y se aplicó la respectiva fórmula.

ANÁLISIS DE LA GRASA DE LA LECHE

Se preparó la muestra, para lo cual se calentó la leche en un tubo de ensayo a una temperatura de 20°C y se homogenizó cuidadosamente evitando la tendencia

a convertirse en mantequilla. Luego de que se ajustó la temperatura, la leche se dejó reposar durante 5 minutos con el fin de eliminar las burbujas de aire. Se midió con una probeta 10mL de H_2SO_4 y se colocó dentro de un butirómetro. Ya preparada la muestra, se tomó 10,75mL de la misma a $20^{\circ}C$ y se introdujo en el butirómetro. La adición se realizó cuidadosamente evitando así que se humedeciera el cuello del butirómetro y que los líquidos no se mezclen. A continuación, se añadió 1mL de alcohol isoamílico al butirómetro y se cerró con su respectivo tapón. Se agitó vigorosamente para que la leche y el H_2SO_4 se mezclen y la proteína esté totalmente disuelta. Luego se calentó el butirómetro hasta que los productos que se forman tienen la disolución de color marrón. Luego, se centrifugó los butirómetros por espacio de 5 minutos a $65^{\circ}C$ en una centrifuga termostada. Por último, la lectura se realizó observando que la línea divisoria H_2SO_4 / grasa este sobre una de las líneas de la escala del butirómetro.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DETERMINACIÓN DE BACTERIAS MESÓFILAS

Para realizar el cultivo, se procedió a usar agar Plate Count (APC); previamente las placas Petri se rotularon con la fecha, medio de cultivo y el número de dilución correspondiente. Posteriormente, se aplicó sobre la superficie del agar preparado, 100 μ L de cada dilución, luego mediante el empleo del asa de Drigalsky se estrió. A continuación, se invirtieron las placas y se las sometió a incubación a temperaturas de $30^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ por 24-48 horas.

Se tomaron como colonias formadas sobre el agar a las de color blanco crema que presentaba un diámetro de entre 2 a 3mm de diámetro. El conteo se reportó como UFC mL⁻¹.

DETERMINACIÓN DE ENTEROBACTERIAS

El cultivo se lo realizó en agar MacConkey Agar, una vez preparado el medio, se procedió a rotular las cajas Petri y de las diluciones realizadas con antelación se tomaron 100 μ L de la muestra y se la suspende en la superficie del agar, luego con un asa de Drigalsky proceder a estriar por el método de agotamiento. A continuación, invertir las cajas Petri selladas con cintas de Parafilm e incubar a $35-37^{\circ}C$ por 24- 48 horas. Al final de la incubación, se procedió a leer los resultados y se contó las colonias con apariencia rosácea que presentaban o no halo. El conteo se reportó en UFC mL⁻¹

DETERMINACIÓN DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Para realizar el cultivo de esta bacteria se utilizó el agar Baird Parker, al cual se le añadió 25mL de emulsión de yema de huevo y 10mL de una solución de telurito. Se procedió a mezclar para luego añadirla en las cajas de Petri, se espera unos pocos minutos para que la mezcla se solidifique y se almacenó en refrigeración. El momento de la siembra se rotularon las cajas de Petri; se tomó una

micropipeta y se dispensó 100µL de muestra diluida sobre la superficie del agar, posteriormente con el asa de Drigaslsky estriar la muestra.

A continuación, se incubaron bajo aerobiosis, a 35-37°C por 24-48 horas. Las colonias reportadas como positivas fueron las de color negro, así como agrupaciones transparentes con formación o no de halo alrededor de las mismas. Su tamaño varía entre 2 hasta 5mm de diámetro.

DETERMINACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL)

Para el cultivo de las BAL (*Lactococcus*), se usaron los medios caldo M17 + agar Bacto previamente esterilizados a 121°C por 15 minutos. Luego se colocó una alícuota de 1000µL de muestra diluida en una caja Petri vacía y previamente rotulada; a continuación, por el método de profundidad se colocó el agar a temperatura de 35°C sobre la muestra colocada en la caja Petri, se homogenizó con ligeros movimientos de vaivén de derecha a izquierda y de abajo hacia arriba por unos 3 minutos. Posteriormente, se solidificó el medio y se colocó en forma invertida, llevándolo a incubación en un ambiente anaeróbico a 35-37°C durante 24- 48 horas. Se reportaron como positivas las formaciones coloniales blanquecinas, con un diámetro de entre 1 a 2mm.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se consideraron en una base de datos de Microsoft Excel y el análisis se hizo a través de procedimientos estadísticos descriptivos que incluyeron promedios, desviación estándar, valores mínimos y máximos para cada uno de los parámetros evaluados y comparándolos con los niveles de referencia emitidos por los entes de control de calidad de la leche cruda tanto a nivel nacional como internacional. Además, para los para la comparación entre los sitios de expendio se utilizó el programa estadístico SAS (2018); para realizar el análisis de varianza (ANOVA) respectivo y posteriormente para determinar diferencias significativas al 95% de intervalo de significancia se utilizó la prueba de Duncan.

DISCUSIONES

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LA LECHE

En el mercado de abastos de la ciudad de Chone, podemos determinar que la densidad de la leche cruda en promedio 1.029g mL⁻¹, con un valor máximo de 1.032g mL⁻¹ y un valor mínimo de 1.025g mL⁻¹. Así mismo, como podemos apreciar, no se obtuvieron diferencias significativas para este parámetro. Esto nos permite vislumbrar, que la leche que se expende en el mercado de la ciudad de Chone, cumple con lo requerido en la normativa técnica ecuatoriana vigente NTE INEN 9,

2015; en lo que respecta a la densidad.

Por lo que es conveniente mencionar, que el valor de la densidad está dentro del rango de 1.028-1.032g mL⁻¹. Dentro de este orden de cosas, es preciso mencionar que el valor de densidad hallado en este estudio son análogos a los reportados por Chimborazo, (2020) en un análisis de la calidad de la leche cruda de un centro de acopio en la ciudad de Riobamba. Así mismo, podemos determinar que este valor está dentro del rango reportado por Guevara et al. (2019) para calidad de leche de pequeños productores de Cotopaxi.

Cabe mencionar que, de acuerdo con Calderón et al. (2006) estos resultados demuestran que no existe adulteración de la leche cruda ya que si estos valores se encuentran fuera del rango pudiera existir la adición de agua a la leche modificando así su peso real, alterando la grasa y el extracto seco de la misma.

Tabla 1. Análisis de la densidad (g mL⁻¹) de la leche cruda expendida en el Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	1.028	1.025	1.029	0.001
2	6	1.029	1.027	1.032	0.002
3	6	1.029	1.027	1.032	0.002
4	6	1.028	1.026	1.032	0.002

Fuente: Elaboración propia

DETERMINACIÓN DEL PH DE LA LECHE

El valor promedio del pH en el presente estudio se ubica en 6.97 ± 0.121 razón por la cual este valor se encuentra fuera del rango de 6.5 – 6.8 propuesto por MAGAP & AGROCALIDAD, en (2013); por esta razón se determina que la leche está contaminada debido al mal manejo de la conservación de la leche y a las malas condiciones higiénicas de manipulación de la misma. De acuerdo con Salguero, (2019); las leches con valores por encima del rango de pH propuesto por lo organismos de control demuestran que la leche ha sido estabilizada con productos alcalinos, como el bicarbonato de sodio.

Cabe mencionar que al analizar los resultados bajo un rango de comparación de medias por Duncan ($p > 0.05$); los mismos presentan diferencias significativas entre el expendedor 1 (E1) 6.77 ± 0.143 y los otros tres expendedores, por lo que podemos apreciar que únicamente el E1 se encuentra dentro del rango de calidad establecido para el pH (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis del pH de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	6.77 ^a	6.54	6.92	0.143
2	6	7.02 ^b	6.81	7.34	0.186
3	6	7.05 ^b	6.90	7.30	0.152
4	6	7.03 ^b	6.00	8.06	0.002

Fuente: Elaboración propia

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Los valores de pH hallados en el presente estudio se encuentran ligeramente por encima de los reportados por Moreira et al. (2020); quienes determinaron que el contenido promedio del pH en leche de los sistemas bovinos del cantón El Carmen, se encontró en 6.51. El pH en general debe de ser considerado un parámetro a mantener mucho cuidado ya que incide en las condiciones higiénicas de la leche desde que se la ordeña hasta que llega al consumidor final.

DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES DE LA LECHE

En los análisis realizados se puede determinar que existe un valor promedio de sólidos totales en la leche cruda de 12.63% por lo que se encuentra acreditado por la normativa técnica ecuatoriana vigente NTE INEN 9:2015, cuyo valor mínimo es de 11.2%. Cabe mencionar, que los valores aquí reportados tienen diferencias significativas entre los expendedores, al aplicar el test de Duncan de comparación de medias ($p > 0.05$); siendo el E3 el que menor porcentaje de sólidos presenta (12.37%) y el que mayor porcentaje presenta es la leche del expendedor E4

(12.84%). Estos valores son análogos a los reportados por (Molina, 2009), quien obtuvo valores de sólidos totales de 10.69% en leche cruda en la parroquia de Pintag de la ciudad de Quito.

Por otra parte, y no menos importante, es menester indicar que los diversos valores hallados entre los expendedores de leche, se debe a que tienen diferentes maneras de filtrar la leche desde los tanques de aluminio a los tanques de recepción que muchas veces son de PVC y de aluminio; así mismo el material de filtrado es diverso desde lienzos hasta cedazos de diverso ojo de malla.

Tabla 3. Análisis de sólidos totales (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S.
1	6	12.77 ^c	12.73	12.83	0.036
2	6	12.52 ^b	12.47	12.56	0.033
3	6	12.37 ^a	12.31	12.41	0.039
4	6	12.84 ^d	12.79	12.88	0.034

Fuente: Elaboración propia

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE

El contenido de grasa de la leche cruda analizada en la presente investigación tiene un rango promedio que va desde 3.81% a 4.40%; presentándose diferencias significativas entre los expendedores ($p > 0.05$), la normativa técnica ecuatoriana vigente NTE INEN 9:2015; expresa que estos valores se encuentran por encima del valor mínimo establecido como requisito que es de 3.2%.

Tabla 4. Análisis del contenido de grasa (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	4.40 ^c	4.34	4.47	0.044
2	6	4.37 ^c	4.32	4.41	0.035
3	6	3.81 ^a	3.78	3.84	0.023
4	6	4.03 ^b	3.99	4.08	0.037

Fuente: Elaboración propia

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Por otra parte, estos valores están por encima del valor promedio de 3.8% reportado por Mariscal, Ibáñez & Gutiérrez en (2013); de acuerdo a estos autores el porcentaje de grasa presente en la leche cruda está influenciada por factores tales como la raza, el estado de lactancia, el tipo de dieta, entre otros factores. Pereira, por su parte, en (2014), determina que la leche proveniente de bovinos contiene entre un 3 a 4% de grasa, lo que indica que los valores hallados en esta investigación

se encuentran dentro del rango propuesto por el autor anteriormente mencionado.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES DE LA LECHE

El porcentaje de sales en la leche cruda que se analizó en la presente investigación presenta valores promedio que van desde los 0.69 a 0.71%; cabe mencionar que los valores reportados no presentaron diferencias significativas entre los expendedores ($p > 0.05$).

Tabla 5. Análisis del contenido de sales (%) de la leche cruda expendida en el Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	0.69	0.67	0.71	0.014
2	6	0.71	0.68	0.73	0.019
3	6	0.70	0.69	0.72	0.012
4	6	0.69	0.64	0.73	0.031

Fuente: Elaboración propia

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

De acuerdo con Cervantes, Cesín & Mamani en (2013); el contenido de sales en la leche se puede presentar de forma coloidal o en solución, en esta última forma se pueden encontrar como iones libres.

De todas formas, de acuerdo con Vázquez en (2007) la concentración de sales en la leche cruda tiene como referencia un valor de 0.9%; este valor es superior a los encontrados en el presente estudio, esto producto de la regulación osmótica que según Santos (2000), hace que la concentración de sales sea inversamente proporcional al contenido de lactosa.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE LACTOSA DE LA LECHE

Los valores del porcentaje de lactosa encontrados en la presente investigación determinan un rango de concentración promedio de 4.60 a 4.68%; determinándose que existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los expendedores 1, 3 y 4 frente al expendedor 2.

Tabla 6. Análisis del contenido de lactosa (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	4.61 ^a	4.58	4.63	0.018
2	6	4.68 ^b	4.65	4.73	0.033
3	6	4.60 ^a	4.56	4.65	0.032
4	6	4.62 ^a	4.59	4.65	0.022

Fuente: Elaboración propia

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Takahashi (2011), reporta que el valor referencial del porcentaje de lactosa en la leche cruda es de 4.9%; por lo tanto, los valores aquí descritos se encuentran por debajo de dicha referencia. Sin embargo, los valores descritos en esta investigación son superiores al determinado por Rodríguez (2017), mismo que obtuvo un valor de 4.3%; esto potencialmente podría deberse a la presencia de mastitis en la leche.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA DE LA LECHE

El promedio obtenido de proteína en el presente estudio es de 3.06 %, con un promedio máximo de 3.14% y un mínimo de 2.97%, en el Mercado de la ciudad de Chone

Tabla 7. Análisis del contenido de proteína (%) de la leche cruda expendida en al Mercado de la ciudad de Chone.

Expendedores	n	Promedio	min	Max	D.S
1	6	3.08 ^{b,c}	3.05	3.11	0.022
2	6	3.11 ^c	3.08	3.14	0.023
3	6	3.01 ^a	2.97	3.04	0.026
4	6	3.05 ^b	3.01	3.10	0.036

Fuente: Elaboración propia

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) Según lo descrito por Rodríguez (2017), donde obtuvo un promedio de 2.99%. Así mismo, este valor es mayor al estipulado por la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 9:2015, cuyo valor establecido como referencia es 2.9%. El valor variable del contenido de proteína en la leche cruda descritos en el presente estudio podría estar determinado por la edad y diversidad de razas del ganado; así como presencia de mastitis (Wolf et al., 2013). Es menester, indicar que el contenido de proteína en la leche guarda una relación directamente proporcional (López, 2016).

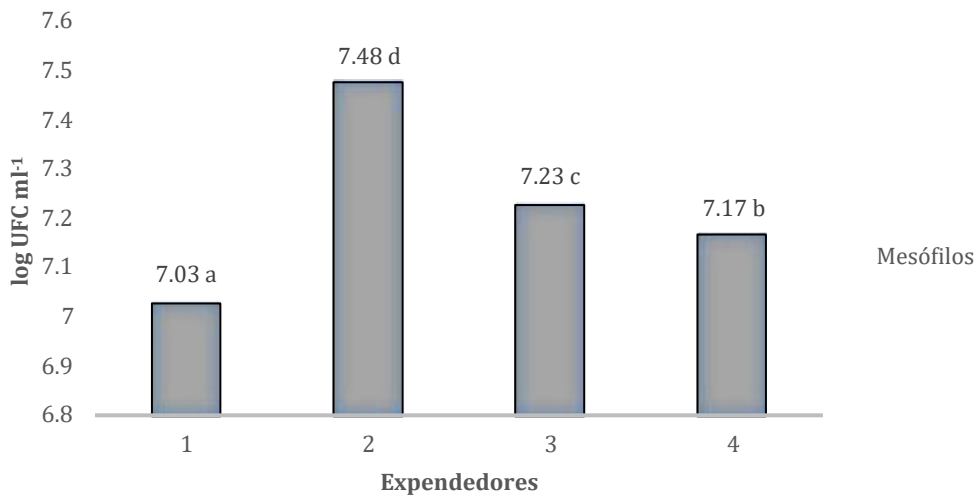
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DETERMINACIÓN DE BACTERIAS

MESÓFILAS

De acuerdo con la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 9:2015 el límite que se establece dentro de dicha normativa es de $6.18 \log \text{ UFC mL}^{-1}$, es por esto que podemos apreciar en la figura 1, que los 4 expendedores venden leche por fuera del rango permisible, tanto así que ($E1= 7.03 \pm 0.01$; $E2= 7.48 \pm 0.01$; $E3= 7.23 \pm 0.01$ y $E4= 7.17 \pm 0.02$), en todos los casos se mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Estos valores son análogos a los presentados por Chimborazo en (2020); quien reporta valores de bacterias mesófilas entre 7.34 y $8.34 \log \text{ UFC mL}^{-1}$. Tal situación puede presentarse producto de un mal manejo del mantenimiento en refrigeración de la leche, así mismos valores altos de mesófilos dan cuenta de una mala higiene en las manos por parte del ordeñador, ubres sucias o utensilios usados en esta labor mal lavados.

Por otra parte, es menester considerar que, en los sitios de expendio del mercado, la leche se la mantiene en fundas plásticas o en canecas las mismas que al pasar las horas de la mañana y tarde se calientan, haciendo que en la leche proliferen este grupo de bacterias, lo que conlleva a una pérdida en las características nutricionales y sensoriales del producto (Calderón et al., 2006).

Figura 1. Análisis de la presencia y cantidad de Mesófilos en muestras de leche cruda expandidas en el mercado de abastos de Chone.



Fuente: elaboración propia

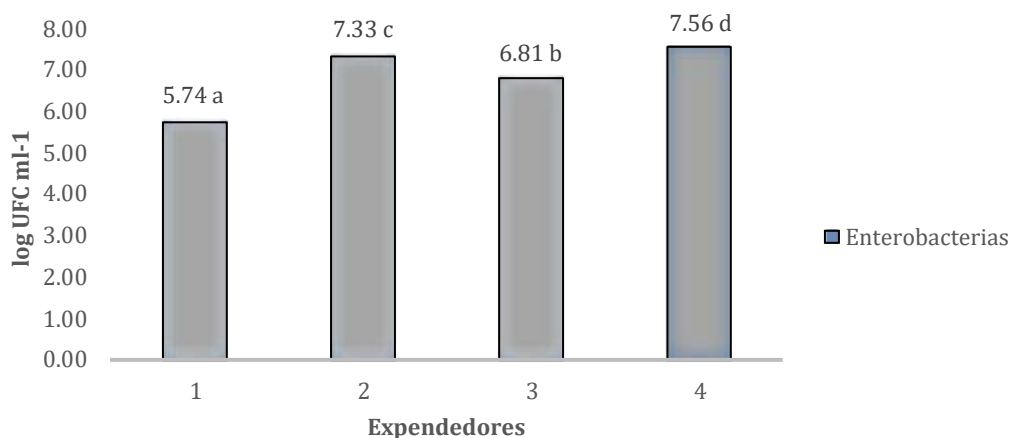
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

DETERMINACIÓN DE ENTEROBACTERIAS

De acuerdo con Mallet et al. (2012), determinan que el valor máximo para encontrar las bacterias del género Enterobacterias es $5.11 \log \text{ UFC mL}^{-1}$ en la leche cruda, en esta investigación podemos encontrar valores que van desde 5.74 a $7.56 \log \text{ UFC mL}^{-1}$; encontrando que existen diferencias significativas entre los expendedores de leche ($p > 0.05$). Cabe notar, que estos valores se constituyen en un indicador de la incorrecta higiene que existe en la tarea de ordeño tanto por parte del ordeñador como también por la limpieza del animal antes de ser ordeñado. En el caso de los expendedores del mercado, las condiciones climáticas hacen que existan insectos como moscas que se encuentran posándose sobre la superficie de mostradores, contenedores, transmitiendo de esta manera contaminación por patógenos como el caso de *Escherichia coli*. Es preciso, determinar que los expendedores no tienen guantes y toman el dinero que pasa de mano en mano sin tener control de la higiene y lavado de sus manos.

Por otra parte, la alta carga bacteriana de Enterobacterias, también se puede ver influenciada por la época lluviosa, ya que como lo señala Moreno (2007), en esta época la actividad lechera se enfrenta a exposiciones a ambientes contaminados con estiércol, lodo, entre otros.

Figura 2. Análisis de la presencia y cantidad de enterobacterias en muestras de leche cruda expendidas en el mercado de abastos de Chone. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

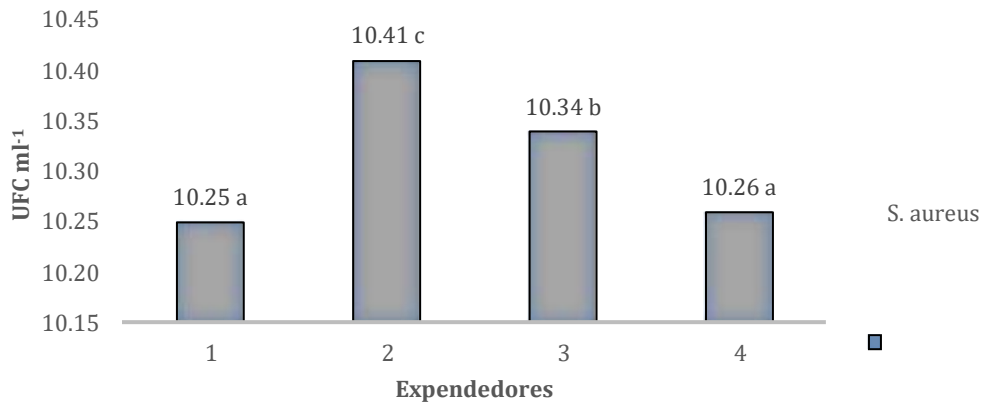


Fuente: Elaboración propia

DETERMINACIÓN DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS

A pesar de que la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN, no contempla límites para *Staphylococcus aureus*, sin embargo, Nyokabi et al. (2020); manifiestan que el límite máximo es de 10UFC mL⁻¹ para esta bacteria en la leche cruda. En lo que respecta a las diferencias significativas ($p > 0.05$) estas se dieron entre los expendedores E1 y E4 versus E2 y E3. Las presencias de *S. aureus*, en la leche cruda determina problemas de higiene en la actividad del ordeño, así como también refleja problemas de salud como mastitis, es por esto, que el ordeñador debe de antes de ejecutar el ordeño hacer una inspección visual de la ubre para determinar el estado de salud de las mismas. En caso de detectar alguna anomalía a nivel de las ubres es necesario registrar y tomar medidas profilácticas para que no exista transmisión al resto del ganado lechero (Le Marechal et al., 2011).

Figura 3. Análisis de la presencia y cantidad de *Staphylococcus aureus* en muestras de leche cruda expendidas en el mercado de abastos de Chone. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



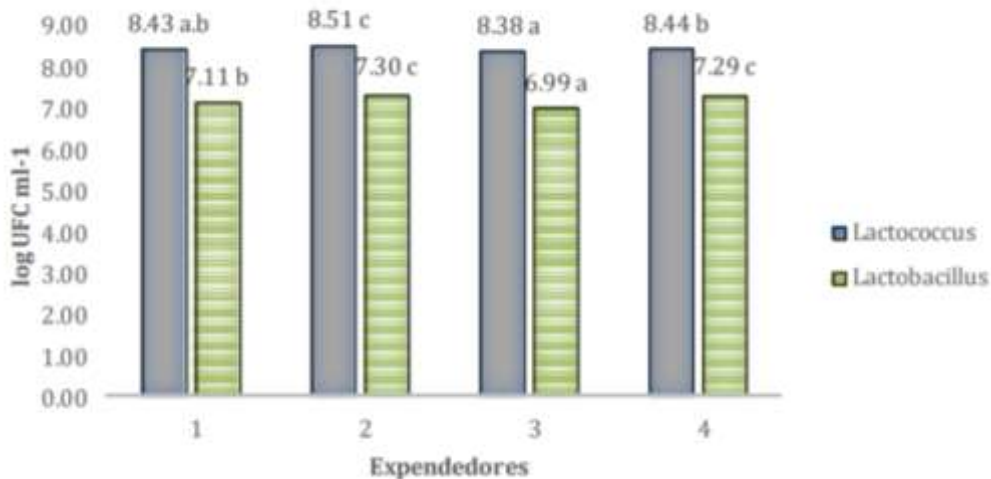
Fuente: Elaboración propia

DETERMINACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL)

No existe un límite establecido para determinar la cantidad de bacterias lácticas que pueden estar presentes en la leche cruda, pero en este estudio se determinó la presencia de *Lactococcus* en un rango de 8.38 a 8.51 UFC mL⁻¹; mientras que para *Lactobacillus* el rango encontrado se establece entre 6.99 y 7.30 UFC mL⁻¹. La presencia de estas bacterias en la leche cruda, de acuerdo con Vasiee, Behbahani, & Yazdi, (2017), se constituye como parte de la flora microbiana natural de la misma; estas bacterias hasta cierto punto son benéficas para la salud, además de que son de gran utilidad en la industria alimenticia como preservantes y mejoradores de ciertos parámetros sensoriales de los mismos.

Pero, por otra parte, la presencia en gran cantidad de las BAL en la leche cruda también acarrea una serie de problemáticas como acidificación de la leche producto de la no adecuada conservación de la leche, esta acidificación fermenta la lactosa que esta contiene y la convierte en ácido láctico permitiendo que las proteínas formen grumos y se decanten (Akabanda et al., 2014).

Figura 4. Análisis de la presencia y cantidad de BAL en muestras de leche cruda expendidas en el mercado de abastos de Chone. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

En características como densidad, pH, sólidos totales, contenido de grasa,

sales, lactosa y proteína, la leche que se comercializa en el mercado de la ciudad de Chone, presenta buenas características, debido a las buenas concentraciones (%) determinadas como requerimientos de calidad, los mismos que se establecen en el reglamento técnico ecuatoriano NTE INEN 9: 2015 y que ratifica que la leche que se comercializa en esta ciudad tiene buenos atributos a nivel de su composición química. En cuanto a la higiene con la que se comercializa la leche en el mercado de la ciudad de Chone, se determinó mediante la evaluación microbiológica de mesófilos, Enterobacterias y *Staphylococcus aureus*; Lo cual, al compararlo con la norma técnica nacional e internacional, determinó que no se cumplen las normas sanitarias correspondientes para este tipo de productos, determinando así que las condiciones de comercialización de la leche son inapropiadas. Se estableció que como fuentes de contaminación y adulteración de la leche cruda bovina que se comercializa en el mercado de la ciudad de Chone, se encuentran la falta de una cadena de refrigeración, la mala higiene de los envases donde se almacena la leche, la falta de higiene de manos por parte de los comerciantes, lo que puede dar lugar a un foco de contaminación cruzada.

CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES ÉTICOS

EXPRESIONES DE GRATITUD

Agradecemos la ayuda de GeaResearch por su apoyo técnico-científico.

DIVULGACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no tienen conflictos de intereses a revelar.

REFERENCIAS

- Akabanda, T., J. Owusu-Kwarteng, K. Tano-Debrah, C. Parlouda, and L. Jespersen. 2014. The use of lactic acid bacteria starter culture in the production of nunu, a spontaneously fermented milk product in Ghana. *Int. J. Food Sci.* 2014:ID721067. doi:10.1155/2014/721067
- Arrieta, B.; Gómez, P.; Albis, F.; Calderón, A.; & Rodríguez, R. (2019). Calidad de La Leche cruda para consumo humano en dos localidades de Sucre, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba.* 24 (3), 7355-7361. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1829>.
- Calderón, A., García, F., & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ Córdoba.* 11: 725-737. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3299611>
- Carloni, E., Petruzzelli, A., Amagliani, G., Brandi, G., Caverni, F., Mangili, P., and Tonucci, F. (2016). Effect of farm characteristics and practices on hygienic

- quality of ovine raw milk used for artisan cheese production in central Italy. *Animal Science Journal*, 87(4):591-599. <https://bit.ly/3ayX60U>.
- Cervantes, F., Cesín, A., & Mamani, I. (2013). La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 4.1, 75-86. <https://bit.ly/2ZrA3Pb>.
- Chimborazo, D. (2020). Control de calidad de un centro de acopio de leche cruda CA1, en la provincia de Chimborazo. Tesis de Grado en la Carrera de Bioquímica Farmacéutica. Facultad de Ciencias. ESPOCH. Riobamba.
- Contero, R., Requelme, N., Cachipiendo, C. y Acurio, D. (2021). Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 33(1):31-43. <http://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.03>.
- Guevara, D., Montero, M., Valle, L., & Avilés, D. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(1), 247-255. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15679>
- Hoyos, C. y A. D'Agostini (2017). «Segurança alimentar e soberania alimentar: convergências e divergências». En: *Revista NERA* 35, 174-198. Online: <https://bit.ly/3rZm8fo>.
- INEC. (2017). Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC Ecuador.
- Le Marechal, C., Thiéry, R., Vautor, E., & Le Loir, Y. (2011). Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products. A review. *Dairy Science & Technology*, 91 (3), pp. 247-282.
- López, L., & Barriga, D. (2016). La leche, composición y características/ Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 34 p.
- Ludmila, S., & Falguni, G. (2015). Procesamiento de leche y elaboración de productos lácteos Catholic Relief Services (CRS); El Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente (PROGRESA); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); United States Department of Agriculture (USDA), Managua, NI. 124 p.
- Mallet, A., Guéguen, M., Kauffmann, F., Chesneau, C., Sesboue, A., & Desmasures, N. (2012). Quantitative and qualitative microbial analysis of raw milk reveals substantial diversity influenced by herd management practices. *International Dairy Journal*, 27 (1-2), 13-21.
- Mariscal, P., Ibáñez, R., y Gutiérrez, M. (2013). Características microbiológicas de leche cruda de vaca en mercados de abasto de Trinidad, Bolivia. *Agrociencias*

Amazonia, 1(2), 18-24.

MAGAP & AGROCALIDAD. (2013). Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de leche cruda. <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Manual-de-Leche-DAJ-2013461-0201.0213.pdf>

Molina, F. (2009). Determinación de la leche cruda (acidez, densidad, grasa, reductasa, sólidos totales), aplicando un programa de capacitación en 4 comunidades de la parroquia Pintag, Cantón Quito. Tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. ESPOCH. Riobamba.

Moreira, E.; García, R.; Montesdeoca, R.; Buste, M.; & López, G. 2020. Diagnosis of the hygienic sanitary quality of milk from bovine systems of Cantón El Carmen. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*. Vol 4 No 1. ISSN 2602-8220.

Moreno, F., Méndez, V., Osuna, L., Vargas, M., & Rodríguez, G. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 14, 61-83. <https://doi.org/10.19052/MV.1802>

Ndahetuye, J.; Artursson, K.; Båge, R.; Ingabire, A.; Karege, C.; Djangwani, J.; & Persson, Y. (2020). *MILK Symposium review: Microbiological quality and safety of milk from farm to milk collection centers in Rwanda*. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 9730–9739. doi:10.3168/jds.2020-18302

NTE INEN. (2015). Leche cruda. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9. Sexta revisión: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/n-te_inen_009_6r.pdf

Nyokabi, S. N., de Boer, I. J. M., Luning, P. A., Korir, L., Lindahl, J., Bett, B., & Oosting, S. J. (2020). Milk quality along dairy farming systems and associated value chains in Kenya: An analysis of composition, contamination and adulteration. *Food Control*, 107482. doi:10.1016/j.foodcont.2020.107482

Pereira, P. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*.30 (6) 619-27.

Ramírez-Rivera, E. y col. (2019). «Tropical milk production systems and milk quality: a review». En: *Tropical Animal Health and Production* 51.6, 1295-1305. Online: <https://bit.ly/2Niildt>.

Rodríguez, H. (2017). Determinación de la calidad físico-química de la leche fresca en el sector Urisanya-Qollana en época de secas.

Salguero, J. (2019). Calidad de leche cruda de pequeños productores del Cantón

Cayambe, por análisis físico químicos y ensayos cualitativos. Tesis de grado previo a la obtención del título como Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Central del Ecuador. Quito.

Takahashi, F. (2011). «Aplicação do controle estatístico de processo (CEP) como ferramenta para a melhoria da qualidade do leite». Tesis de mtría. Universidade de São Paulo.

Vasiee, A., Behbahani, A., & Yazdi, T. (2017). Diversity and Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from Horreh , a Traditional Iranian Fermented Food. DOI 10.1007/s12602- 017-9282-x.

Wolf, V., Bergamini, C., Perotti, M., & Hynes, E. (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.