

# ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN Y COSTOS EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LÁCTEOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA

(Artículo de investigación)

Adriana Girona Ventura<sup>1</sup>, Rosemary Condori Flores<sup>2</sup>, Rosalinda Chipana Ramos<sup>3</sup>, Edwin Poma Flores<sup>4</sup>, Grover Layme Ajacopa<sup>5</sup>, Juan José Aparicio Porres<sup>6</sup>, Esteban Ramiro Oblitas Quispe<sup>7</sup>

## Resumen

El Centro de Investigación de Lácteos de la carrera de ingeniería en producción y comercialización agropecuaria perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) cuenta con una línea de producción de yogurt frutado que cumple con los requisitos de la normativa vigente en materia de producción de alimentos. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de la línea de producción de yogurt frutado del Centro de Investigación de Lácteos de la UMSA en términos de productividad y calidad. Los resultados del estudio son positivos para la planta de lácteos del Centro de Investigación en Lácteos. Las proporciones de las áreas se encuentran dentro de los rangos recomendados, lo que indica que la planta tiene el espacio suficiente para realizar las operaciones necesarias para la producción de yogurt. El equipamiento de la planta es adecuado para la producción de yogurt frutado, lo que garantiza que se produzcan productos de alta calidad. Los costos directos de producción son relativamente bajos, lo que indica que la planta tiene un buen margen de ganancia, aunque no contempla los costos de mano de obra. Sobre la base de los resultados del estudio, se recomienda automatizar la línea de producción yogurt frutado del Centro de Investigación de Lácteos de la UMSA.

**Palabras clave:** yogurt frutado, áreas de producción, equipamiento, costos directos, proceso.

## INTRODUCCIÓN

La leche es un alimento completo que contiene casi todos los nutrientes esenciales para el hombre, con excepción de la vitamina C, la fibra y el hierro, las principales características de acuerdo a Carbajal (2022) son las siguientes:

- Es rica en agua (88%), por lo que su rendimiento energético es bajo (65 kcal/100 mL).
- A diferencia de otros alimentos de origen animal, contiene una significativa cantidad de hidratos de carbono (5 %) en forma de lactosa. La lactosa es mucho menos dulce que la sacarosa y puede reaccionar con algunos aminoácidos provocando cambios en el valor nutritivo y en el color y sabor de la leche.
- La enzima que se encarga de hidrolizar la lactosa durante el proceso digestivo, la lactasa, puede faltar en algunos grupos de población dando lugar a la intolerancia a la lactosa. La deficiencia de lactasa hace que la lactosa no se hidrolice y pase al colon donde es fermentada por bacterias produciendo ácido láctico y CO<sub>2</sub>. Esta incapacidad de digerir la lactosa de la leche o sus derivados puede producir molestias intestinales y diarrea.
- La leche contiene una proteína (3.3 %) de elevada calidad, principalmente caseína (80 %), lactoalbúmina y lactoglobulina.
- La grasa de la leche (3.7 % en la leche entera) es principalmente saturada.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó que para su adecuada nutrición, una persona debería consumir mínimo 182 litros de leche al año; por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

<sup>1</sup> Estudiante, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9811-1298>. [coreosadriana@gmail.com](mailto:coreosadriana@gmail.com)

<sup>2</sup> Estudiante, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3486-8145>. [rossycondori549@gmail.com](mailto:rossycondori549@gmail.com)

<sup>3</sup> Estudiante, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0005-8371-5259>. [chipanarosa21@gmail.com](mailto:chipanarosa21@gmail.com)

<sup>4</sup> Estudiante, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5569-2908>. [edwinnpf09@gmail.com](mailto:edwinnpf09@gmail.com)

<sup>5</sup> Estudiante, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. [roverlaymeajacopa@gmail.com](mailto:roverlaymeajacopa@gmail.com)

<sup>6</sup> Docente Investigador, Instituto de Investigación en Producción, Transformación y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4555-4037>. [jjaparicio@umsa.bo](mailto:jjaparicio@umsa.bo)

<sup>7</sup> Docente, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés [eroblitas@umsa.bo](mailto:eroblitas@umsa.bo)

(FAO) determinó que sea entre 160 a 170 litros de leche al año; siendo buenos ejemplos de consumo el Uruguay con 250 litros, la Argentina con 210 litros, el Paraguay con 180 litros y Brasil con 160 litros/ año per cápita (Peña, 2018).

La producción de leche y sus derivados es una actividad económica importante en Bolivia, que contribuye a la seguridad alimentaria y la generación de empleo, “se estima para el año 2023, la crianza de más de 4.4 millones de ganado lechero, evidenciándose una tendencia de crecimiento del 2 %, es decir, 70 mil cabezas más en comparación al 2022; la producción de leche también presentará un crecimiento del 1.7 %, con más de 10.5 millones de litros de leche con respecto al 2022” (SIIP, 2023).

Santa Cruz es el departamento que produce más leche en Bolivia, con un promedio de 600 000 litros por día, le siguen Cochabamba, con 250 000 litros por día, y La Paz, con 150 000 litros por día, el 70 % de la leche producida en Bolivia se destina al consumo humano, mientras que el 30 % restante se utiliza para la producción de derivados lácteos, como queso, yogur y mantequilla (SENASAG, 2012).

En el Altiplano paceño, las provincias productoras de ganado bovino de leche son Omasuyos, Los Andes, Ingavi, Murillo y Aroma. El mejor parámetro productivo de leche lo tiene la provincia Omasuyos con 8.1 litros/día por vaca (Morales et al., 2009). La comercialización de leche se realiza principalmente a las empresas acopiadoras como PIL Andina, Delizia, Panda, SOALPRO y LACTEOSBOL, también existen asociaciones pequeñas e Instituciones académicas destinadas a la enseñanza superior, como el Centro de Investigación de Lácteos de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, que se dedican a la investigación, desarrollo e innovación en el sector lácteo de Bolivia.

“El yogurt es un producto lácteo fermentado que resulta del desarrollo de dos bacterias termófilas: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. La primera es una bacteria láctica que se desarrolla en forma óptima entre 42 y 50 °C y proporciona la acidez característica del yogurt; la segunda es otra bacteria láctica que contrariamente se reproduce a temperaturas entre 37 y 42 °C y se encarga de dar el aroma característico del yogurt; según La textura final el yogurt puede ser aflanado (de aspecto gelatinoso) o líquido (bebible). El proceso consiste en ajustar el contenido de sólidos, pasteurizar la mezcla, enfriar hasta 42 °C, agregar la mezcla del cultivo láctico e incubar por tres horas hasta alcanzar una acidez de 0.7 %, para que en el cuarto frío llegue a 0.85 - 0.90 %. Antes de llenar en los envases se puede agregar frutas en forma de mermelada” (FAO, 2004).

El presente artículo, surge de una práctica de aula de la asignatura de Administración de Empresas Agropecuarias, cuyo objetivo es Evaluar la eficiencia de producción, costos y de normativas en el Centro de Investigación de Lácteos de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación de Lácteos de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria (CIPyCA) de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. El centro se encuentra ubicado en la zona Umacahua del distrito 1 de la ciudad de Viacha, provincia Ingavi, en el altiplano norte del departamento de La Paz (Bolivia). Las coordenadas geográficas del centro son 16° 38' 46.23" S y 68° 17' 34.63" O. La altitud aproximada es de 3 875 m s.n.m.

### Metodología

*Levantamiento de información.* El análisis de producción y costo en el Centro de Investigaciones de Lácteos CIPyCA. Durante esta etapa, se recopiló información detallada sobre áreas de producción, procesos productivos, insumos utilizados, mano de obra requerida y el tiempo de producción. Esta información se obtuvo a través de diferentes fuentes, como registros internos, observaciones directas en el lugar de trabajo y entrevistas con el personal involucrado en la producción.

Es fundamental recopilar datos precisos y actualizados para tener una visión completa y precisa de los procesos productivos y los costos asociados. Además, se realizó un seguimiento constante de la información a lo largo del tiempo

para detectar posibles variaciones o tendencias en los procesos productivos y los costos. Esto implica mantener registros actualizados y realizar análisis periódicos para evaluar el rendimiento del centro en términos de producción y costo.

**Análisis de información.** Una vez recopilada la información, se realizó un análisis de producción y costo. En esta etapa, se examinó detalladamente los datos recopilados para evaluar la eficiencia y la rentabilidad de los procesos productivos. Se analizó los costos asociados a la producción de lácteos de materia prima, mano de obra, energía, mantenimiento y otros gastos operativos. También se evalúa la calidad la calidad del producto final y su impacto en los costos.

El análisis tiene como objetivo identificar posibles áreas de mejora y optimización en los procesos productivos. Además, se considera el mercado y la demanda de los productos lácteos para tomar decisiones informadas sobre la producción. Se analizan las tendencias del mercado, las preferencias de consumidor y la competencia existente. Esto permite ajustar la producción según las necesidades del mercado y maximizar el rendimiento económico del centro.

Principalmente para análisis de datos se aplicó algunas herramientas y programas Para levantar una planilla de información se opta la versión Excel 2019 que nos permite organizar analizar visualizar los datos de manera eficiente, de la misma manera se opta del programa Microsoft office versión 2016 que nos permite crear y editar documentos.

Las variables fueron las siguientes:

- Costos: El costo se midió mediante un análisis de costos basado en actividades, donde se analizaron datos para determinar el costo total del proceso, así como costos fijos y variables tanto costos y beneficios.
- Flujo de producción: Se midió mediante el uso de un sistema de seguimiento del tiempo y se analizaron los datos para identificar las áreas donde se podrían realizar mejoras.
- Equipamiento: El rendimiento del equipo se midió mediante la recopilación de datos de producción y que se analizaron los datos para determinar la eficiencia del equipo.

La eficiencia productiva, identifica las condiciones en las que se pueden producir bienes al menor costo unitario posible.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Infraestructura

En el Centro de Investigación se realiza la elaboración de yogurt, aproximadamente cuenta con una superficie de 112 m<sup>2</sup> (Figura 1) de superficie donde hay instalaciones exclusivas para todo tipo de ambiente de un proceso de la elaboración de yogurt para garantizar que la planta cumpla con los requisitos de seguridad, higiene y producción.

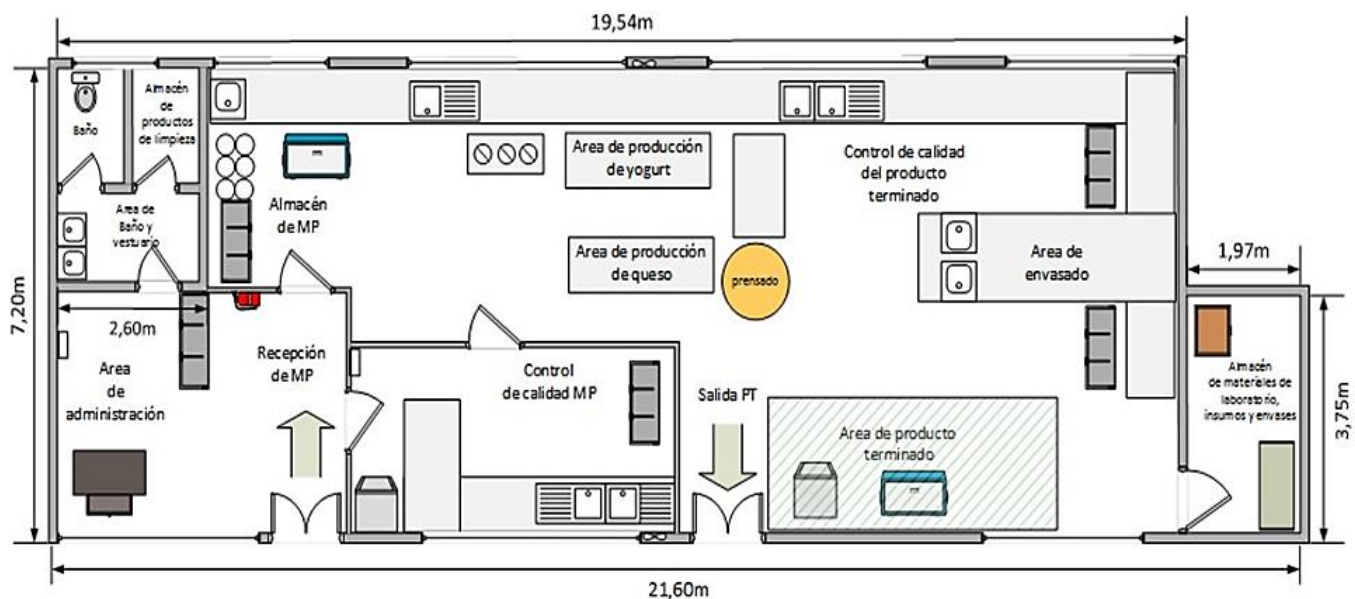


Figura 1. Plano del Centro de Investigación en Lácteos.

Tiene un aproximado de 14 m de frente y 8 m de ancho esta planta está diseñada y adecuada para su funcionamiento donde dispone (Tabla 1):

Tabla 1: Área y superficie de la planta de panificación.

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Descripción
Administrativo	12.0	Área donde se centra la información administrativa
Vestuario	4.0	Área donde personal se cambia ropa
Recepción y Almacén MP	24.0	Área de recepción de materia prima
Área de producción (incluye envasado y almacenamiento)	48.05	Área desde la recepción hasta el terminado

Además, cuenta con instalaciones de limpieza, iluminación e instalaciones eléctricas, agua potable, ventilación, equipos para la elaboración del yogurt, almacenamiento de residuos y almacenamientos de materiales no comestibles. La unidad productiva cuenta con instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los utensilios y equipos de trabajo. La zona de manipulación de productos de la planta de lácteos cuenta con la iluminación natural y artificial que facilita la realización de las tareas y no afecte la higiene de los alimentos. La ventilación es adecuada para evitar el calor excesivo, la condensación del vapor, la acumulación de polvo y para eliminar el aire contaminado.

Los materiales equipos y utensilios utilizados en la elaboración del yogurt son de material resistente a la corrosión del material no absorbente que no transmite el olor ni sabor al producto durable y fácil limpieza y desinfección. Los materiales no comestibles se le realiza una inspección que no causen contaminación al producto se le realiza el remplazo ya que ha cumplido su tiempo de vida. Los solventes y otras sustancias están en su envase original para su conservación y es manipulado por el personal autorizado.

Fortin (2011) menciona que una planta de lácteos debe tener salas separadas para la pasteurización, transformación, refrigeración, reconstitución, condensación, secado y envasado de leche. Se habilitarán zonas o salas específicas para la recepción, manipulación y almacenamiento de la leche y los productos lácteos envasados devueltos. La separación/clarificación de la leche cruda podrá en un local cerrado en el que se descarguen y/o limpien e higienicen los camiones cisterna limpieza y desinfección. Toda la leche y los productos lácteos envasados que hayan abandonado físicamente los locales de la planta lechera de transformación, se recibirán, manipularán y almacenarse en zonas o salas separadas y aisladas de las operaciones lácteas.

La relación del Centro de Investigación de Lácteos, en la línea de producción de yogurt, está dentro los parámetros, teniendo claramente zonas separadas.

## Equipamiento

El equipamiento de una planta de lácteos es esencial para la producción de yogurt (Tabla 2). El equipo adecuado puede ayudar a los operadores a producir productos de alta calidad de manera eficiente y consistente.

Tabla 2. Descripción de los equipos y materiales del proceso productivo.

Cantidad-Piezas	Descripción	Precio unitario (Bs.)	Monto total (Bs.)
<b>Equipos</b>			
4	Tacho de acopio 20 litros	750	3 000
1	Filtro	730	730
1	Pistola de salud	1 000	1 000
1	Balanza de piso	1 036	1 036
1	Carito (despachadora)	1 000	1 000
2	Cocina	1 300	2 600
2	Ollas (sul)	760	1 520
1	Mesa (inox)	7 000	7 000
1	Refrigerador	3 165	3 165
1	Peachimetro	1 000	1 000
1	Balanza de mesa	120	120
1	Termómetro digital	500	500

Materiales			
2	Bañadores	90	180
2	Paletas	80	160
84	Envases de yogurt	1.62	136.08
84	Tapas de envases	0.23	19.55
3	Jarras	8	24.0
1	Marcador de agua	3	3
84	Etiquetas	0.20	16.80
Laboratorio			
1	Vaso de precipitado	50	50
4	Vasos	2.50	10
1	Bureta	250	250
1	Probeta	300	300
1	Pipeta	25	25
1	Refractómetro	700	700
		Total	24 704.83

1 \$us = 6.91 Bs.

El equipamiento que se tiene es artesanal, y puede mejorarse completamente, lo que implicaría aumentar su capacidad de producción y reducir el tiempo de procesamiento.

### Proceso de producción del yogurt

El proceso de producción de yogurt se puede dividir en las siguientes etapas (Tabla 3):

Tabla 3. Descripción del proceso del yogurt.

Actividad	Descripción
Recepción de leche fresca	Se debe realizar a la leche análisis fisicoquímico en cuestión de Acidez: 16-18 °Dornic, % Solidos no grasos (SNG), Densidad 1.032 g/ml.
Filtración	La leche debe filtrarse a través de una tela fina, para eliminar cuerpos extraños.
Pasteurización	Consiste en calentar la leche a una temperatura de 65 °C, seguidamente añadiendo el azúcar y gelatina, se sigue calentando hasta llegar a una temperatura de 85 °C por 15 min, para eliminar los microorganismos patógenos y mantener las propiedades nutricionales de la leche, posteriormente se añade el Acidulante (E-331) y Conservante (E- 202).
Enfriado	Se debe enfriar inmediatamente hasta llegar a una temperatura de 45 °C.
Incubación	Una vez añadido los fermentos lácticos se deja incubando por un tiempo de 6 a 8 horas, tomando en cuenta el la acidez deseada (80 °D).
Enfriado	Se debe bajar la temperatura a los 15 °C, para la adición de la mermelada al 6 – 10 %.
Control de calidad de producto	Después del proceso, el personal se encarga de revisar el trabajo para asegurar la máxima calidad y durabilidad posible, así como la mejor presentación del mismo.
Envasado	Se envasa en botellas de polietileno de alta densidad para alimentos con capacidad de 1 000 ml.
Almacén de producto terminado	Se refrigera a una temperatura no mayor de 4 - 6 °C.

Fuente: Espinoza (2023).

### Costos de producción

Los costos de producción se pueden dividir en dos categorías principales: costos directos e indirectos (Tabla 4). Los costos directos son aquellos que se pueden asignar directamente a un producto o servicio específico.

Tabla 4. Costos directos de producción (solo insumos) para 1 litro de yogurt frutado.

Insumo	Cantidad (A)	Unidad	Número de unidades de productos o servicios (B)	Precio unitario (Bs.) (C)	Total (Bs.) (A/B)*C
Leche	80.00	Litro	80	2.80	2.80
Azúcar	6.40	kg	80	1.20	0.10
Gelatina Neutra	200.00	g	80	0.08	0.19
Citrato de sodio	139.20	g	80	0.10	0.17
Sorbato de potasio	40.00	g	80	0.06	0.03
Saborizante	56.00	ml	80	0.15	0.11
Cultivo Lácteo ( <i>Lacto Bacillus</i> )	1.00	Sobre	500	75.00	0.15
Colorante	18.00	ml	80	0.01	0.00
Botella	1.00	Unidad	1	1.62	1.62
Tapa	1.00	Unidad	1	0.23	0.23
Fruta	20.00	kg	80	4.80	1.20
Etiqueta	1.00	Unidad	1	0.20	0.20
Total costo en Bs. (D):					6.8
Precio de Venta (Bs.):					15.0
Utilidad Bruta (Bs.):					8.2

1 USD = 6,91 Bs.

Al comparar los costos de materia prima e insumos del primer año del Centro Experimental de Lácteos con la proyección desarrollada para la empresa de lácteos NAVI, se observa una diferencia significativa. El costo por litro de leche en NAVI se estima en 12.77 Bs (Tapia y Mamani, 2022), mientras que en el Centro de Investigación en Lácteos es de 6.8 Bs/litro. Esta diferencia representa un aumento del 88 % en los costos de NAVI. Esta diferencia puede deberse a la tecnología y la escala mayor de la empresa NAVI. La mano de obra directa, por esta ocasión no se considerará en el presente ejercicio, porque es mano de obra estudiantil como práctica académica

## CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación muestran que la infraestructura del Centro de Investigación de Lácteos es adecuada para la producción de yogurt. La planta cuenta con las áreas necesarias para la recepción, preparación, fermentación, enfriamiento, envasado y almacenamiento del producto.

El equipamiento de la planta es también adecuado para la producción de yogurt. El equipo es de calidad y está en buen estado de funcionamiento. El proceso de producción de yogurt en la planta es eficiente y cumple con los estándares de calidad. El proceso se lleva a cabo de acuerdo a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Los costos de producción de yogurt en la planta son competitivos. El costo de producción de 1 litro de yogurt frutado es de 6.8 bolivianos. Este costo es inferior al costo proyectado para la empresa de lácteos NAVI.

En general, los resultados de la investigación muestran que la planta de lácteos tiene el potencial de producir yogurt de alta calidad y a un costo competitivo. Sobre la base de los resultados del estudio, se recomienda automatizar la línea de producción yogurt frutado del Centro de Investigación de Lácteos de la Universidad Mayor de San Andrés.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carbajal, A. (2022). Universidad Complutense Madrid. Obtenido de La nutrición en la red - Manual de nutrición. Capítulo 14. Los alimentos como fuente de energía, nutrientes y otros bioactivos. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2018-01-10-cap-14-alimentos-2018.pdf>
- Espinoza, M. (2023). Plan de producción 2024. Centro de Investigación en Lácteos. Viacha, Bolivia: Centro Editorial Letanías.
- FAO. (2004). Fichas Técnicas - Procesados Lácteos. Costa Rica: Prodar - IICA - FAO. <https://www.fao.org/3/au170s/au170s.pdf>
- Morales, M., Rojas, A., & Gallo, J. (2009). Ganadería bovina de leche en el altiplano de La Paz: situación actual y proyecciones. La Paz: CIPCA - Ayuda en Acción Bolivia. <https://cipca.org.bo/publicaciones-e-investigaciones/libros/ganaderia-bovina-de-leche-en-el-altiplano-de-la-paz-situacion-actual-y-proyecciones>

- N.D., F. (2011). Regulations on the hygienic design of food processing factories in the United States. En J. Holah, & H. Lelieveld, Hygienic Design of Food Factories Vol. 62:55-74. Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857094933.1.55>
- Peña, M. (2018). Editorial. Aumentar el consumo de lácteos en Bolivia. Comercio Exterior No 266 - Lácteos: Aporte Nutricional en la dieta humana. <https://ibce.org.bo/images/publicaciones/ce-266-Lacteos-Aporte-Nutricional-en-la-dieta-humana.pdf>
- SENASAG. (2012). Caracterización del sector lechero en Bolivia. La Paz: Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria. <https://www.senasag.gob.bo/index.php/institucional/unidades-nacionales/administracion/category/5184-pai-lacteos?download=725:caracterizacion-sector-lechero>
- SIIP. (2023). Boletín Informativo No 4 - Situación Productiva del Sector Lechero a Nivel Nacional. La Paz: Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. <https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2023-8bde5-boletin-situacion-productiva-sector-lechero.pdf>
- Tapia, G., & Mamani, A. (2022). Producción y Comercialización de Yogurt Frutado Natural. Proyecto de Grado. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Ciencias Económicas y Financieras. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/30985/PG-3085.pdf?sequence=1&isAllowed=y>