

GUÍA DE APRENDIZAJE PARA EL FORTALECIMIENTO DE PROYECTOS PEDAGÓGICOS PRODUCTIVOS DE AGROINDUSTRIA LÁCTEA



AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria


Agricultura



Guía de aprendizaje para el fortalecimiento de los proyectos pedagógicos productivos de agroindustria láctea / Jhon Alexander Rincón Reina, Ana Mirian Camacho Bravo, Kelly Jhoana Pedroza Berrio [y otros cuatro]

Primera edición. — Bogotá, Colombia : Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, 2025.

1 recurso en línea: 63 páginas: ilustraciones, gráficos

Incluye referencias bibliográficas

ISBN digital: 978-958-740-876-8

1. Productos lácteos - Colombia. 2. Industrias agrícolas — Colombia. 3. Economía doméstica. 4. Sistemas agrícolas. 5. Proyectos de desarrollo agrícola. 6. Educación agrícola. 7. Agricultura - Enseñanza. I. Rincón Reina, Jhon Alexander, autor. II. Camacho Bravo, Ana Mirian, autora. III. Pedroza Berrio, Kelly Jhoana, autora. IV. Pabón Leal, Diego Mauricio, autor. V. Sandoval, Héctor, autor. VI. Ramos Calderón, Pablo Fernando, autor. VII. Galindo-Rozo, Yeimy Paola, autora.

CDD 637 ed.23

CEP-Universidad de La Salle. Dirección de Bibliotecas y Recursos de Apoyo

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria — Agrosavia

Centro de investigación Nataima
Kilómetro 9, vía Espinal-Chicoral, Tolima,
código postal 733520, Colombia.

Esta publicación es resultado del proyecto de Agrosavia “Generar oportunidades a jóvenes rurales para su integración generacional en el campo”, financiado con recursos públicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) mediante TV24.

Preparación editorial
Ediciones UNISALLE
edicionesunisalle@lasalle.edu.co

Corrección de estilo: Miguel Rendón Hurtado,
Ana Sofía Romero.
Diseño y diagramación:
María Fernanda Avella Castillo.
Ilustración: Daniel Julián Salgado Pineda.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Citación Sugerida:

Rincón Reina, J.A., Camacho Bravo, A.M., Pedroza Barrio, K.J., Pabón Leal, D.M., Sandoval, H., Ramos Calderón, P.F., Galindo-Rozo, Y.P. (2025). *Guía de aprendizaje para el fortalecimiento del proyecto pedagógico productivo de agroindustria láctea*. (Agrosavia). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7408768>

Cláusula de responsabilidad:

Agrosavia no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente:
(+57) 601 914 4677
atencionalcliente@agrosavia.co
<https://www.agrosavia.co/>



Autores

Jhon Alexander Rincón Reina
Profesional de apoyo a la Investigación – CI La Libertad

Ana Mirian Camacho Bravo
Profesional de Apoyo a la Investigación – Sede Putumayo

Kelly Jhoana Pedroza Berrio
Profesional de Apoyo a la Investigación – CI Nataima

Diego Mauricio Pabón Leal
Profesional de apoyo a la investigación – Sede Yopal

Héctor Augusto Sandoval Contreras
Investigador Máster – Sede Yopal

Pablo Fernando Ramos Calderón
Investigador Máster – Sede Florencia

Yeimy Paola Galindo-Rozo
Coordinadora de Innovación Regional – Sede Yopal

Edición Pedagógica

Carlos Valerio Echavarría-Grajales
Jairo Sánchez-Camargo
Marisol Cortes-Parra
Héctor David Ariza-Betancur

Revisores

Giuliana Daza- PAL
Johan F Bernal - Coordinador laboratorio

Reconocimiento Legal

Esta publicación forma parte de los resultados del proyecto “Generar oportunidades a jóvenes rurales para su integración generacional en el campo a partir del fortalecimiento de ambientes de formación, con enfoque diferencial y territorial en espacios de articulación de 50 instituciones educativas rurales de Colombia” desarrollados por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, el cual fue financiado con recursos públicos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) mediante TV24.

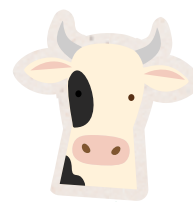


Agradecimientos

La presente guía de aprendizaje fue posible gracias al apoyo de entidades comprometidas con el fortalecimiento del sector agroalimentario y educativo en las zonas rurales del país. En este sentido, expresamos nuestro agradecimiento al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y al Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN).

De igual manera, extendemos nuestra gratitud a las Instituciones Educativas y Centros de Investigación que participaron activamente en el desarrollo, contextualización y validación de esta herramienta pedagógica, validación y desarrollo de esta guía. En especial, reconocemos a la Institución Educativa Agrícola de Guacavía, del municipio de Cumaral, Meta; al Centro Regional de Investigación, Educación y Extensión de Tauramena – CRIEET, en el municipio de Tauramena, Casanare; a la Institución Educativa Promoción Agropecuaria del municipio de Tame, Arauca; a la Institución Educativa Marina Beltrán, del municipio de Silvia, Cauca; a la Institución Educativa Rural Agropecuaria Ciudad de Villagarzón, del municipio de Villagarzón, Putumayo; a la Institución Educativa Rural El Sábalo, del municipio de San Miguel – Vereda El Sábalo, Putumayo; y a la Institución Educativa Agrotécnico Mixto, del municipio de Belén de los Andaquíes, en el departamento de Caquetá.

Finalmente, se destaca el apoyo del equipo de AGROSAVIA – Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, quienes contribuyeron activamente en las fases de diseño, revisión y redacción de la presente guía de aprendizaje.



Contenido

Introducción.....	7
Momento 1: Planeación.....	16
Momento 2: Ejecución y seguimiento del PPP.....	34
Momento 3: Más que evaluar, valorar y proyectar	45
Anexo: Modelo bitácora Ceibo	57
Referencias.....	58

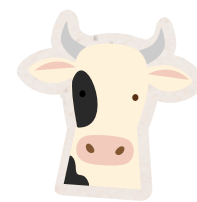


Introducción

La presente ruta de aprendizaje está dirigida a los diferentes actores del Modelo Pedagógico Ceibo: conocimientos y saberes enraizados en el territorio.

Por: Carlos Valerio Echavarría-Grajales
Jairo Sánchez-Camargo
Marisol Cortes-Parra
Héctor David Ariza-Betancur

¡Bienvenidos estudiantes! Les presentamos la cartilla *“Guía de aprendizaje para el fortalecimiento de proyectos pedagógicos productivos de agroindustria láctea”*, con la cual pretendemos acompañar su proceso de estudio, apropiación y aplicación de los conocimientos relacionados con la planeación, implementación y evaluación de un Proyecto Pedagógico Productivo [en adelante PPP] en el campo de conocimiento de la apicultura. Para alcanzar este propósito, les presentamos el Modelo Pedagógico Ceibo [en adelante MPC], el cual se inspiró en el desarrollo de las Misiones Pedagógicas Territoriales (MPT) que realiza la Universidad de la Salle, el Doctorado en Educación y sociedad, el Centro de Estudios rurales-CEIR, Periplo Corporación y la Escuela de Pensamiento Situado- EPS; cuyo propósito es la producción de conocimiento colaborativo, la formación en entornos reales y la innovación territorial y territorializada mediante la conformación de Comunidades mixtas de Investigación, Formación e Innovación (CMIFI), el desarrollo del Taller pedagógico investigativo territorial (TPIT) y los Círculos de reflexión crítica (CRC) (Echavarría-Grajales, et al, 2022; Echavarría-Grajales y González-Meléndez (2023).



El origen del modelo surgió en la última MPT en Amazonas, al observar la parte superior de un Ceibo amazónico y percatarnos que su follaje forma un fractal natural, que representa en distintas escalas y diferentes niveles los mismos patrones; es decir, reglas simples de repetición, de ramificaciones pequeñas hacia ramificaciones mucho más grandes y más amplias. Este fractal natural funciona como metáfora del proceso de formación y sustenta el propósito sistemático, relacional y transformador de un PPP, lo cual delinea, adicionalmente, una ruta pedagógica donde el aprendizaje puede volver a sus fundamentos para fortalecerse y crecer desde nuevas perspectivas (Echavarría-Grajales, Sánchez-Camargo, Cortés-Parra y Ariza-Betancur, 2025). Consideramos, por lo tanto, que esta metáfora no solo es fractal, también es ecosistémica por los vínculos de interdependencia que se crean entre el Ceibo y la tierra, donde se reproduce, se alimenta de las raíces y el agua, el sol, el aire y los procesos de fotosíntesis que producen el oxígeno. Es decir, los vínculos que se dan entre el Ceibo, las condiciones para su vida y las posibilidades de vida que crea para otros seres vivos humanos y no humanos son el fundamento para nuestra metáfora. Así mismo, comprendemos la escuela en relación con la familia, la comunidad y el territorio como un ecosistema de formación, de apropiación social de conocimiento y de transformación de las dinámicas sociales y culturales, con el propósito de crear capacidades para que los ciudadanos sean dignos por sí mismos (Nussbaum, 2012).

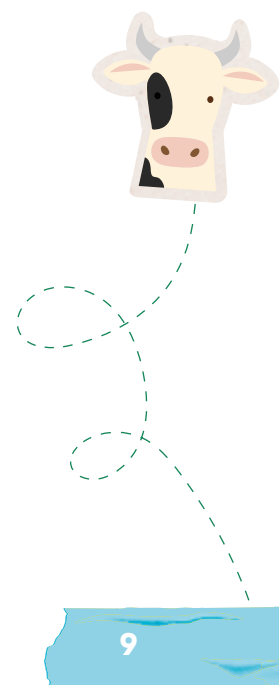
El MPC se comprende entonces como una metáfora natural en la que se preservan relaciones del sistema biológico [raíces, tronco, follaje y semillas] con los modos en qué se desarrolla un proceso educativo formal de qué enseñar, para qué, con qué y cómo. Esta representación fractal de la gestión pedagógica invita a que la planeación, implementación y evaluación de un PPP se realice de manera ecosistémica.

En la gráfica 1 se visualiza la estructura de la propuesta pedagógica, cuyo objetivo es que tu puedas aprender a planear, implementar y evaluar un PPP. Este se entiende como una estrategia educativa que le proporciona a los estudiantes, a los docentes y, las instituciones educativas en general, “oportunidades para articular la dinámica escolar con la de la comunidad, considerando el emprendimiento y el aprovechamiento de los recursos en el entorno como una base para el aprendizaje y el desarrollo social” (MEN, 2010, p. 10). Así como las raíces le dan estabilidad y soporte al gran Ceibo amazónico, le permiten la absorción de nutrientes y la conducción de agua; también contribuyen a regular los microhábitats de los suelos, modificando la humedad, la distribución de nutrientes y, además,

almacenan carbono vital para el balance del ecosistema. En el MPC, las raíces representan los principios y los enfoques que orientan la reflexión crítica y el sentido ético-político de la enseñanza y el aprendizaje. Los principios de reciprocidad, de interdependencia y de vida definen criterios de acción sobre los cuales sustentar los acuerdos sociales y normativos, así como los vínculos y relacionamientos que se entablan entre las personas que participan en una Comunidad Mixta de Investigación, Formación e Innovación-CMIFI.

Consideramos que estos principios son el horizonte ético y político del quehacer pedagógico y técnico, puesto que fundamenta la acción educativa en el sentido de la corresponsabilidad, el trabajo colaborativo e interdependiente, la justicia social, ambiental y epistémica. No se trata únicamente de aprender una serie de conocimientos declarativos y procedimentales, se busca que los implicados en esta formación se interroguen por el qué pueden hacer y transformar con el conocimiento que aprenden y aplican, y también que se involucren desde la escuela en las dinámicas propias de lo territorial para potenciar desde su quehacer en el PPP un proyecto de cohesión social y comunitario.

Las raíces, expresadas en los principios de reciprocidad, interdependencia y vida, así como en los enfoques de derecho, territorial y de competencias, constituyen el soporte y el sentido de la enseñanza. Los principios son horizontes de sentido que orientan las prácticas del quehacer juntos, desde criterios de reconocimiento, corresponsabilidad y cuidado mutuo. Su función en el MPC es mantener los criterios y los acuerdos normativos, las reglas de juego necesarias y fundamentales para crear una proyecto educativo, social y comunitario en conjunto. Los principios de reciprocidad, interdependencia y vida actúan como condiciones de posibilidad del aprendizaje situado y territorial y del valor social de los resultados. En el MPC los enfoques de derecho, territorial y de competencias orientan y amplían el horizonte de la formación; también contribuyen de manera complementaria a reflexionar críticamente acerca de para qué aprendemos, qué podemos hacer con ello para nosotros mismos y cómo esto impacta en la sociedad. En el MPC se promueven criterios de actuación incluyentes, contextualizados y que ofrezcan resultados de aprendizaje significativo y útiles para la transformación de la institución educativa en el territorio. En el MPC los principios y los enfoques constituyen un sistema de relaciones, a partir del cual argumentar la importancia que tiene para la escuela enseñar una ciencia coproducida en CMIFI, participativa, colaborativa y que tiene impacto social significativo.





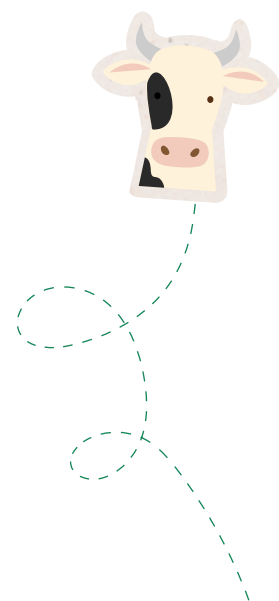
La copa y las hojas del Ceibo cumplen funciones ecosistémicas de suma importancia para producir azúcares y regular el intercambio de gases y vapor de agua; así mismo, para atenuar la radiación, la temperatura y el viento; también para regular los intercambios de energía, carbono y agua entre los ecosistemas y la atmósfera. Con la descomposición de la hojarasca (restos vegetales recién caídos y que se acumulan en el suelo), el Ceibo devuelve nutrientes al suelo que le dan vida y alimenta hongos, bacterias, hormigas y lombrices que fragmentan y mineralizan la materia con lo que mejoran la estructura de la tierra, además, actúa como acolchado natural, reduce la evaporación y regula la temperatura. En el MPC el follaje del Ceibo representa los variados caminos que pueden recorrerse para alcanzar los resultados de aprendizaje. Cada uno de los dispositivos pedagógicos está propuesto con el fin de desarrollar un trabajo colaborativo, de mutuo reconocimiento, participativo y corresponsable.

El trabajo en las CMIFI favorece la vinculación de distintos actores (maestras, maestros, estudiantes de distintos grados, sabedores, líderes comunitarios, madres y padres de familia) que produce un trabajo sinérgico, donde cada uno es aprendiz del otro, hacen el proceso de formación mucho más comprensible, rico en las múltiples perspectivas de saberes y conocimientos y crea sentidos colegiados, comunitarios y de relación mucho más estrecha entre la institución educativa, la familia y la comunidad. De esta manera, se integra a las dinámicas escolares y comunitarias el desarrollo de competencias y la creación de condiciones para generar aprendizajes significativos en quienes estudian, apropian e implementan sus contenidos.

Los demás dispositivos pedagógicos (las conversaciones peripatéticas y los laboratorios colaborativos) buscan que parte de las dinámicas de trabajo de cada una de las CMIFI actúe como una especie de fotosíntesis social que, en primer lugar, involucre a la comunidad por medio de la recopilación de saberes y conocimientos del territorio útiles para el aprendizaje y el desarrollo de competencias. Así mismo, los dispositivos pedagógicos buscan hacer partícipe a la comunidad para que analice conjuntamente los problemas que enfrenta y que pueda construir caminos de transformación desde el PPP. En segundo lugar, desde la CMIFI se busca regular los modos de cómo se investiga, se involucran las fuentes de conocimiento y se hace circular la información en informes, acuerdos y acciones formativas; como son los laboratorios colaborativos, en donde todos aprenden de todos, planean conversaciones peripatéticas, mesas de trabajo, ferias,

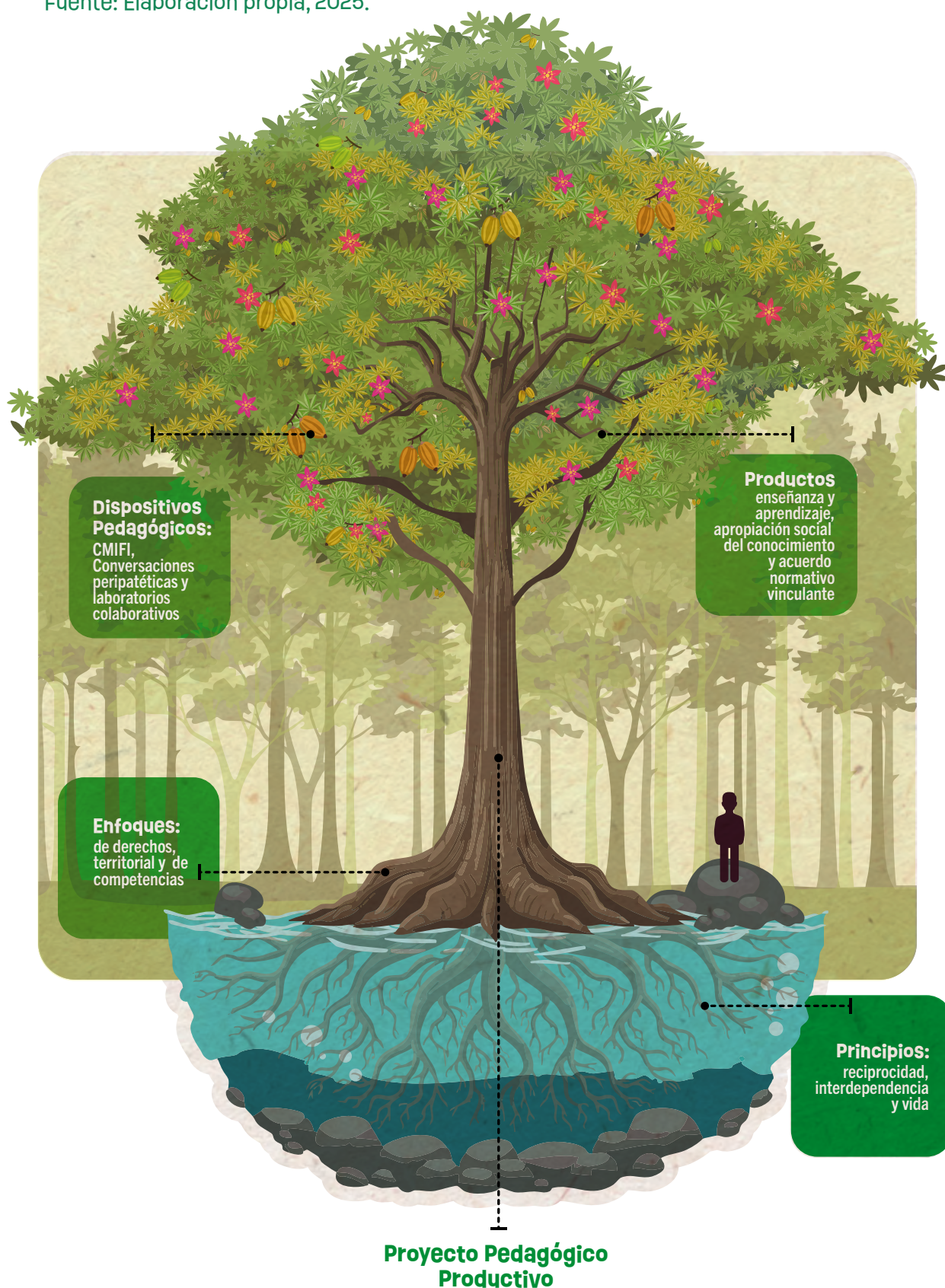
visitas técnicas, medios de difusión y comunicación de avance del PPP y de las dinámicas de trabajo colaborativo. En tercer lugar, a partir de la creación de las CMIFI, se busca cuidar el clima socioemocional, mediante la concreción de acuerdos normativos claros, comunicación asertiva, autorregulación emocional y toma de decisiones participativas y corresponsables. Finalmente, a la manera de la hojarasca, es preciso garantizar que el desarrollo del proceso formativo en todas sus etapas y momentos, así como sus realizaciones y resultados, se comuniquen a todos los implicados, además, que se generen nuevos materiales que retornen al territorio a la manera de acuerdos, productos derivados del PPP y formas alternativas de seguir alimentando el trabajo articulado entre la institución educativa, la familia y la comunidad. Por consiguiente, los dispositivos pedagógicos constituyen condiciones necesarias para garantizar una enseñanza inter y transdisciplinar, experimental y a cielo abierto. Desde los Laboratorios Colaborativos y las Conversaciones Peripatéticas se busca propiciar un aprendizaje significativo que articule las dinámicas escolares con los modos de producción de ciencia en los territorios y las comunidades. Este propósito pedagógico lo relacionamos con el follaje del Ceibo por los patrones que representan, los cuales nos dan la idea de múltiples perspectivas, diversos horizontes de comprensión de un hecho social, productivo y científico, y también de las variadas maneras de cómo puede estudiarse, apropiarse e implementar un proyecto productivo.

Los frutos y las semillas en el Ceibo aseguran la continuidad del sistema, mantienen la diversidad en los bosques. En el MPC los frutos y semillas representan los productos y resultados a partir de los cuales se pretende garantizar la continuidad de aprendizajes, la transferencia de prácticas, saberes y conocimientos útiles y transformadores. De igual manera, se promueve las acciones colaborativas, interdependientes y de beneficio territorial comunitario. En términos de proyección, las semillas que deja el desarrollo de PPP invitan a que las nuevas siembras se realicen con otras familias, nuevos implicados liderazgos.



Gráfica 1. Estructura Modelo Pedagógico Ceibo

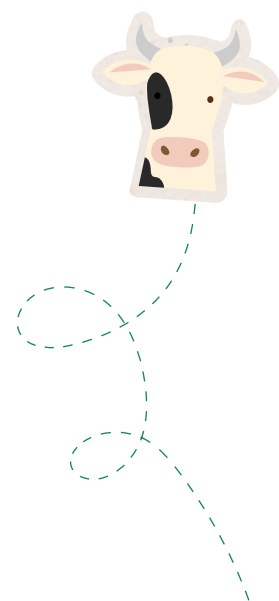
Fuente: Elaboración propia, 2025.



Desde el modelo Ceibo: saberes y conocimientos enraizados, se promueven procesos para un aprendizaje significativo, experiencia y comunidades de investigación, se estimula el desarrollo de competencias y se crean condiciones para coproducir alternativas transformadoras y articuladas con las exigencias del sistema educativo colombiano, la restitución de derechos, la pertinencia pedagógica, el dialogo entre ciencia, cultura y saberes. Basados en los desarrollos de las MPT, particularmente en sus metodologías y dispositivos pedagógicos de producción de conocimiento territorial, en la observación de la vegetación que crece en la ribera del río putumayo y del río Cara-Paraná y, además, en las conversaciones con el equipo pedagógico (Echavarría-Grajales, Sánchez-Camargo, Cortés-Parra y Ariza-Betancur), nos aventuramos articular este itinerario al Modelo Pedagógico Ceibo, el cual comprendemos como una metáfora viva, que se alimenta de la sabiduría de los territorios y la magia de la selva amazónica, en donde todo está interrelacionado ecosistémicamente y la vida se sostiene en el cuidado, la reciprocidad y la interdependencia. En otros términos, significa que cualquier acción implica que cada uno de los miembros de las CMIFI se involucre y participe como parte de una red interdependiente y corresponsable, se reconozca a si mismo y a los demás como sujetos de saber y de conocimiento, como co-constructores, intérpretes y hacedores; así mismo, como parte de una comunidad que interpreta, interviene y transforma sus problemas.

El MPC propone que ustedes, como principales actores en este proceso de formación, no solo reconozcan los conocimientos técnicos y útiles que se plantean en la cartilla para generar transformaciones sociales y culturales, sino también, que identifiquen las maneras de cómo se orienta el estudio, la apropiación y la implementación de cada de los momentos del PPP (planear, implementar y evaluar). Así mismo es una invitación a que cada acción que se realice, por mínima que sea, esté intencionada a la creación de capacidades y de competencias, a potenciar un pensamiento colaborativo y en las CMIFI a utilizar y a diseñar otras técnicas de conversación, del hacer juntos, del convocar y cohesionar las comunidades educativas en su articulación con la familia y el territorio.

Esta guía los invita a apropiarse el sentido ecosistémico y relacional de la cartilla, así como su propósito articulador, escalonado y por niveles. De esta manera, las CMIFI, las CP y los LC son dispositivos que abren caminos y muestran alternativas de cómo crear juntos condiciones de dignidad, de justicia, fundamentadas en el derecho a ejercer los derechos, la parti-



cipación en la toma de decisiones y la corresponsabilidad. Así mismo, el modelo se plantea para que quienes hagan parte de este no solo desarrollen sus competencias técnicas, básicas y socioemocionales, sino también que desarrollen capacidades para el trabajo colaborativo en Comunidades Mixtas de Investigación, Formación e Innovación.

Por lo tanto, la guía que tienes en tus manos no es solo un manual técnico de un Proyecto Pedagógico Productivo en específico. Es un itinerario de formación, con propósitos éticos, políticos y pedagógicos, que pretende articular las ciencias, los conocimientos y los saberes con el quehacer colaborativo, los desarrollos del conocer en comunidades de pensamiento y las prácticas del seguir aprendiendo a vivir juntos sin arrasamientos.

Cuando observen la parte superior de un árbol en su territorio, podrán apreciar también los fractales naturales que existen en sus contextos, por lo tanto, podrán describir de primera mano los patrones que se repiten sistemáticamente a diversas escalas y estarán en capacidad de crear sus propias metáforas con las cuales sustentar la sistematicidad, las múltiples relaciones, el trabajo colaborativo de su PPP. También podrán descifrar las enseñanzas de la historia de sus territorios, la relevancia de la interdependencia y la vida comunitaria y la necesidad imperante de proteger y de cuidar la selva. (Kopenawa y Bruce, 2024). Así mismo, estarán en capacidad de fortalecer el estudio y la apropiación social de conocimiento, así como el estudio, la sistematización y la explicitación de los saberes locales y territoriales.

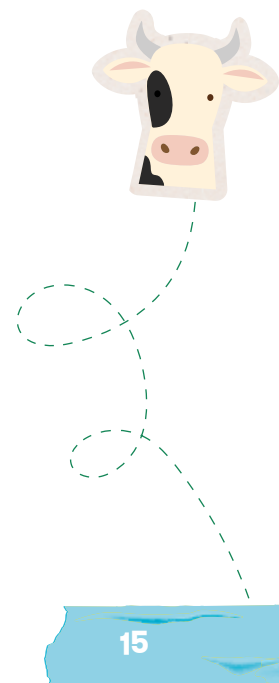
Con sus acciones podrán contribuir al tejido social y la dignificación de las comunidades rurales colombianas; así mismo, aportarán al desarrollo de capacidades para vivir sin arrasamientos, para trabajar colaborativamente y cocrear alternativas cercanas a la vida que desean vivir. Con el desarrollo de la propuesta, de igual manera, estarán en capacidad de dar cuenta de los conocimientos técnicos y científicos, así como de los saberes locales, territoriales y ancestrales que produjeron y aprendieron en el proceso de formación.

Adicionalmente, con la planeación, implementación y evaluación del PPP podrán dar cuenta del horizonte pedagógico, de la sistematicidad, la coherencia y de cómo se lleva a cabo una acción ecosistémica de repetición con sentido y escalonada para lograr determinados aprendizajes y el desarrollo de competencias. También estarán en capacidad de argumentar de qué manera su proceso de formación conecta los aprendizajes con el arraigo territorial, la identidad y la apropiación social del conocimiento en



los territorios colombianos. En segundo lugar, serán capaces de hallar en la metáfora del Ceibo y del fractal las relaciones con el quehacer pedagógico: (a) las raíces con los horizontes de sentido de la propuesta pedagógica: los principios de interdependencia, reciprocidad y vida, así como los tres enfoques, de derechos, territorial y de desarrollo de competencias; (b) el tronco con el eje estructurante de la propuesta formativa del Proyecto Pedagógico Productivo; (c) el follaje con los dispositivos pedagógicos con los cuales desarrollar las competencias e incentivar las comunidades mixtas de investigación formación e innovación, las conversaciones peripatéticas y los laboratorios colaborativos; (d) los frutos y las semillas son los resultados con sentido y valor social: manifiestos y acuerdos sociales y comunitarios.

Lo anterior significa, que cada actividad propuesta y desarrollada no se puede comprender de manera aislada, sino en el conjunto de las relaciones entre los principios y dispositivos pedagógicos, los enfoques de profundización, los resultados con sentido, valor social y las transformaciones esperadas. De esta manera, reconocerse a sí mismo como sujeto de derechos y a la escuela como una institución social que se organiza y se estructura para crear capacidades que restituyan y garanticen el derecho a una educación de calidad para todos sin distinción alguna.



Momento 1: planeación

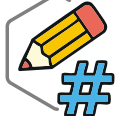
El PPP invita a relacionarse con elementos teóricos, técnicos y, además, a generar el reconocimiento de los saberes y prácticas del contexto en clave de la agroindustria láctea. Así, se busca construir colectivamente en acuerdo con estrategias que respondan a las necesidades contextuales y, sobre todo, se pretende potencializar los procesos de innovación. En este primer momento se iniciará con el diseño colaborativo y comunitario de un proyecto innovador alrededor de la transformación de la leche, explorando productos, sabores; así como, desarrollando sus habilidades desde un posicionamiento ético y político.

Caja de herramientas del primer momento

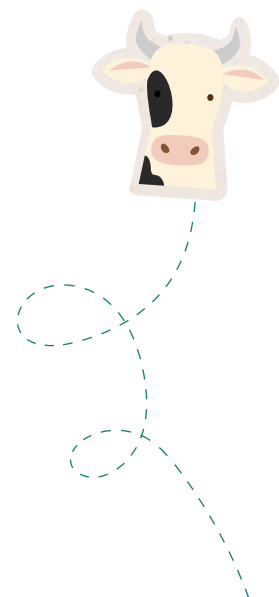
Introducción: Pruebas de la plataforma en leches

Este primer momento está orientado a introducir a los fundamentos del control de calidad de la leche bovina como materia prima esencial para la industria láctea. Se enfoca en la ejecución de pruebas básicas de plataforma que permiten identificar si la leche es apta para su procesamiento agroindustrial, garantizando su inocuidad, y calidad. El Decreto 616 de 2006 establece las características que deben cumplir cada tipo de leche, para la leche cruda. También tendrán la oportunidad de explorar los saberes previos, así como también podrán conformar su CMIFI, logrando reconocer los saberes tradicionales y comunitarios que hay alrededor de la producción de alimentos derivados de la leche.



Temática	Actividad	Dispositivo	Ecosistémico
Indagación de saberes previos	Indagación sobre saberes previos. Con orientación del docente, se explorarán preguntas que permitirán identificar cuáles son las nociones, conceptos y prácticas que tienen los participantes. Para el proceso de formación se recomienda que las y los estudiantes y su docente, registren de manera sistemática y reflexiva en un instrumento que llamaremos Bitácora. Esta herramienta será la memoria viva del proceso.		 
- Prueba de alcohol - Prueba de acidez - Medición de densidad - Lactometría - Análisis de resultados	- Evaluar la estabilidad proteica de la leche - Determinar la acidez de la leche mediante titulación. - Determinar adulteraciones en leches. - Usar un refractómetro para analizar la composición de la leche. - Interpretar los datos recopilados para asegurar la calidad de la leche.		  
Planteamiento de problema y diseño de estrategia de innovación	Los participantes hasta el momento tienen dos insumos, los saberes previos y los elementos técnicos y teóricos. Ahora, es el momento de reconocer las necesidades y particulares del contexto. Para ello los invitamos a realizar un recorrido a manera de conversaciones peripatéticas en campo, visitando familias y productores. Luego del recorrido, realizarán el análisis de la información recolectada e identificarán variables o focos problemáticos y, de esta manera, conformarán CMIFI. ¿Quiénes hacen parte de la CMIFI? Estará conformada por las y los estudiantes, el docente, las familias y productores. Los integrantes, acordarán un foco o problema de interés para plantear alternativas de solución con sus respectivos objetivos.	 	  

Fuente: elaboración propia



¡Esta es la hora!

La bitácora a partir de este momento se convertirá en tu compañera, recuerda que, en ella, podrás registrar todo lo que transite y sea de tu interés a partir de las orientaciones dadas al inicio de esta guía.

Indagación sobre saberes previos

El docente, a través de un círculo de la palabra explorará los saberes y nociones que tiene cada participante, a través de preguntas, en relación con prácticas. Desde el reconocimiento y dar el valor de manera colectiva, esta será la raíz, y el sentido de la base de los principios de interdependencia, reciprocidad y la vida. En la base del diseño del PPP, al darles a los estudiantes un posicionamiento a través de sus saberes, se garantiza la empatía social en el valor del saber de la comunidad y de los productores. También, permite que los estudiantes asuman un rol ético-político, a la hora de propender por los derechos del campesinado y, en el caso de las premisas del enfoque territorial.

Conceptos básicos

¡Hola! En este momento de planeación, hemos logrado reconocer de manera colectiva los saberes previos de las y los estudiantes, con ello se da valor a los conceptos y prácticas que han logrado apropiarse a través de la vivencia en sus familias y en comunidad. Así como este saber es fundamental, también se tendrá la oportunidad de enriquecer con elementos técnicos y prácticos, dando herramientas para proponer un PPP contextualizado y acorde a las necesidades productivas en el campo.

En términos técnicos y prácticos, las y los estudiantes se introducirán en los fundamentos del control de calidad de la leche bovina como materia prima esencial para la industria láctea. Se enfoca en la ejecución de pruebas básicas de plataforma que permiten identificar si la leche es apta para su procesamiento agroindustrial, garantizando su inocuidad, y calidad. El Decreto 616 de 2006 establece las características que deben cumplir cada tipo de leche, para la leche cruda, objeto de esta guía, se establece:



Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos para la leche cruda

Parámetro/Unidad	Leche cruda	
Grasa % m / v mínimo	3.00	
Extracto seco total % m / m mínimo	11.30	
Extracto seco desengrasado % m / m mínimo	8.30	
Índice Lacto-métrico	8.40	
	Min	Max
Densidad 15/15°C g/ml	1.030	1.033
Acidez expresada como ácido láctico %m/v	0.13	0.17
Índice °C crioscópico °H	-0.530	-0.510
	-0.550	-0.530

Fuente: Ministerio de la Protección Social (2006)

En este momento, se aprenderá a realizar análisis fisicoquímicos fundamentales como la prueba de alcohol, acidez, densidad y lactometría, utilizando técnicas sencillas pero eficaces (ver Figura 1). Estas pruebas les permitirán reconocer características de la leche cruda, detectar adulteraciones o deterioro y, además, comprender la importancia de la cadena de frío y el manejo higiénico.

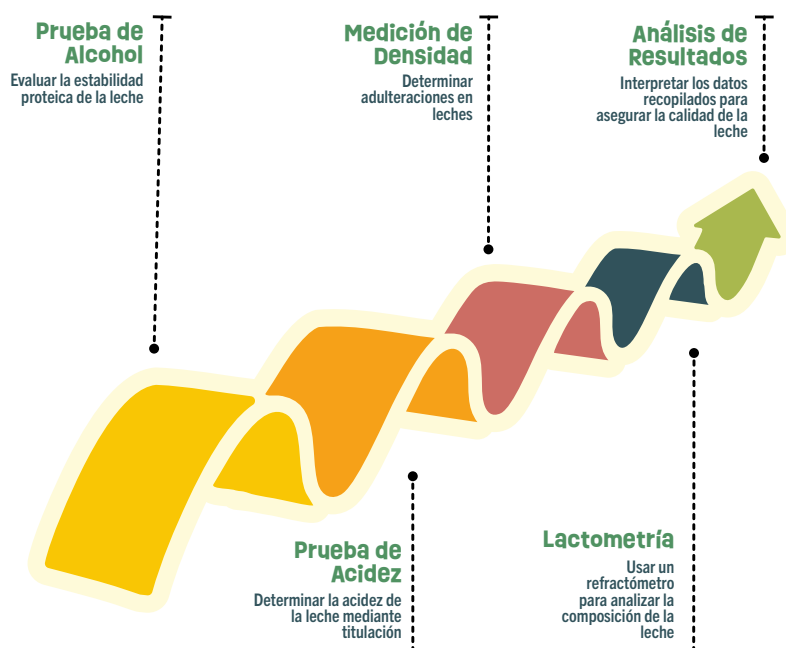
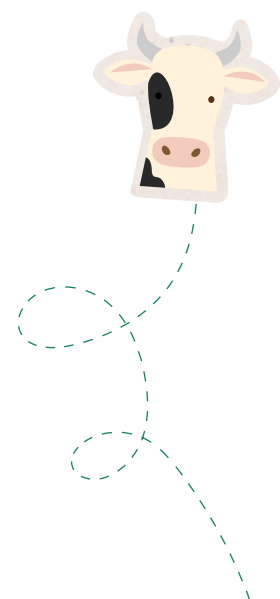


Figura 1. Temáticas centrales de la sesión

Fuente: Elaboración propia.



Objetivo de aprendizaje

Los estudiantes identificarán y aplicarán adecuadamente las pruebas básicas de plataforma para evaluar la calidad de la leche cruda (densidad, acidez, alcohol, pH y lactometría), comprendiendo su importancia en la determinación de la aptitud de la materia prima para la transformación agroindustrial de productos lácteos, bajo condiciones seguras, higiénicas y controladas.

En este momento tejaremos

CT: Aplicar análisis fisicoquímicos en muestras de leche cruda según procedimiento técnico, para la generación de datos que permita la toma de decisiones basada en la evidencia en la ruralidad (acidez, densidad, alcohol y lactometría).

Evaluar la calidad de las materias primas lácteas a partir de los resultados de las pruebas y dar concepto sobre su aceptación o rechazo.

CB: Matemáticas: Uso de técnicas de recolección de datos y métodos estadísticos para analizar información cuantitativa.

Química: Uso de técnicas a partir de fundamentos fisicoquímicos para la determinación de calidad de la leche.

CS: Empatía: Sentir lo que otras personas sienten cuando están pasando por algo difícil.

Escucha activa: Concentrar mi atención en lo que otros me quieren decir y mostrarles que me importa.

OS: Manejar herramientas básicas para el diseño y gestión de proyectos productivos escolares y comunitarios.

Participar activamente en actividades de aprendizaje por proyectos, reconociendo su potencial formativo y ocupacional.

¿Qué necesitamos?

Los recursos necesarios para la realización de las pruebas de plataforma en leche se relacionan en la tabla 6.



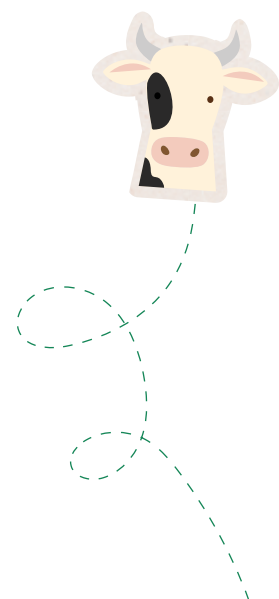
Tabla 6. Recursos requeridos para pruebas de plataforma en leche

Categoría	Recurso
Materiales y reactivos	- Leche fresca (cruda, deslactosada, con inicio de acidez)
	- Alcohol al 68%
	- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N
	- Fenolftaleína (indicador)
	- Agua destilada
	- Toallas de papel
Equipos y herramientas	- Probetas (100 ml y 250 ml)
	- Vasos de precipitado
	- Bureta y soporte universal
	- Lactodensímetro
	- Refractómetro
	- Pipetas Pasteur
	- Termómetro
	- Agitadores (vidrio o plástico)
Elementos de protección personal (EPP)	- Cronómetro
	- Guantes de nitrilo
	- Tapabocas
	- Bata de laboratorio
	- Gafas de seguridad
Recursos didácticos y tecnológicos	- Gorro desechable
	- Protocolo AGROSAVIA – ITIT
	- Cuaderno de laboratorio
	- Guías impresas para el estudiante
	- Tablero y marcador
	- Computador o Tablet (opcional)
	- Acceso a internet para material complementario

Fuente: Elaboración propia.

¡Mira lo que estás a punto de aprender y hacer!

Comprenderás los conceptos fundamentales, relacionados con la calidad de la leche como materia prima para la industria agroalimentaria. Además, cómo evaluar las propiedades fisicoquímicas de la leche mediante



pruebas básicas y cómo estos parámetros inciden en la aptitud del producto para su transformación en derivados lácteos como queso y yogurt.



Figura 2. Conceptos aplicados
Fuente: Elaboración propia

Procedimiento:

Para el análisis de calidad en leches se realizan diferentes pruebas fisicoquímicas y pruebas de plataforma, cuyo propósito es diagnosticar la calidad inicial de la leche cruda como materia prima para procesos agroindustriales. Estas actividades se realizan de forma práctica y bajo condiciones controladas, siguiendo protocolos establecidos y aplicando principios de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de acuerdo con la Resolución 2674 de 2013. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).



Figura 5. pruebas desarrolladas con estudiantes
Fuente: Jhon Rincón

a. Prueba de alcohol:

Una de las pruebas más utilizadas para evaluar la estabilidad de las proteínas en la leche cruda es la prueba de alcohol. Esta técnica permite identificar alteraciones en la calidad de la leche, mediante la detección de inestabilidad de la caseína, lo cual es especialmente relevante para los procesos de transformación como la elaboración de quesos o yogurt (Tavera, 2012).

Resultado observado	Interpretación
No hay precipitación	Leche estable → Apta para procesamiento.
Precipitación leve o flóculos	Leche con acidez elevada → Riesgo en transformación.
Coagulación inmediata	Leche alterada, posiblemente fermentada → No apta.

Figura 6. Parámetros de la prueba de alcohol

Fuente: Elaboración propia.

Referencia práctica: El resultado óptimo (no hay precipitación) está asociado a una acidez menor de 18 grados Dornic (°D) y a una cadena de frío adecuada (0 – 4°C +/- 2°C).

A continuación, en la Figura 7, se presenta de forma esquemática el desarrollo paso a paso de esta prueba, desde la preparación de la mezcla hasta el registro de los resultados obtenidos.

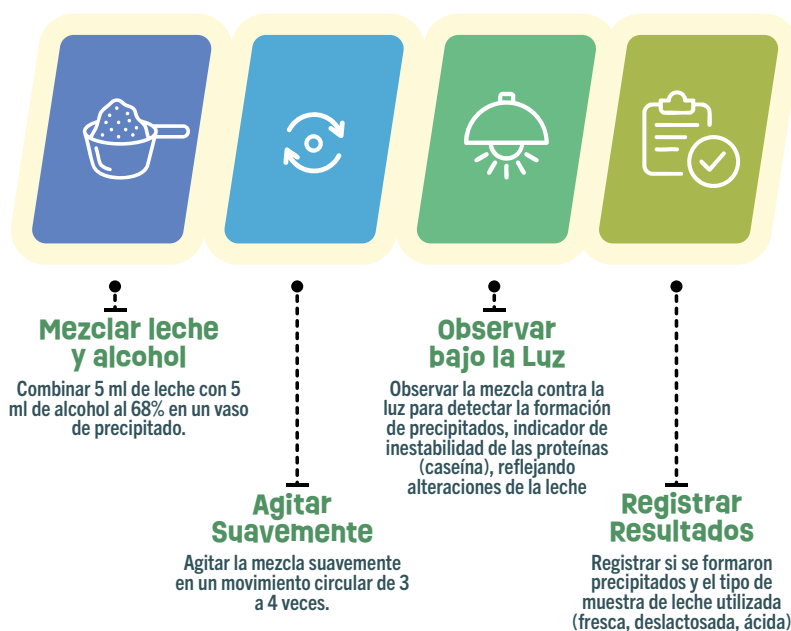
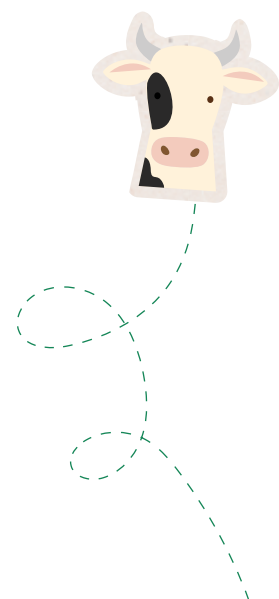


Figura 7. Desarrollo de la prueba de estabilidad de proteínas de la leche
Fuente: Elaboración propia.



b. Prueba lactométrica

La prueba lactométrica es una herramienta esencial en el análisis de calidad de la leche, ya que permite estimar su contenido de sólidos solubles y detectar posibles adulteraciones, como la adición de agua. Este procedimiento requiere una correcta calibración del refractómetro para evitar errores de lectura. Se debe realizar una medición individual para cada tipo de leche analizada. El rango normal para leche cruda bovina es de 28 – 32 grados Lactométricos (°L) (Cardona Iglesias et al., 2022).

Tabla 7. Valores para la prueba de densidad

Índice lactométrico	Interpretación
< 28 °L	Posible adulteración con agua (Calderón, et al. 2012).
28 – 32 °L	Rango ideal de leche fresca y sin adulterar (Calderón, et al. 2012).
> 32 °L	Puede indicar leche descremada o muy concentrada (Calderón, et al. 2012).

Fuente: Calderón, et al. (2012).

Nota técnica: Este valor debe correlacionarse con la densidad (1.028 – 1.033 g/mL) para una interpretación precisa.

En la Figura 8, se presenta de manera visual y ordenada cada uno de los pasos necesarios para realizar la prueba lactométrica, desde la calibración del equipo hasta el registro final de los valores:



Figura 8. Descripción de proceso de medición lactométrica

Fuente: elaboración propia.

c. Prueba de densidad

La medición de la densidad es una técnica sencilla pero fundamental en el control de calidad de la leche, ya que permite detectar alteraciones en su composición, como la adición de agua (adulteración) o la extracción de grasa (descremado). Para ello, se emplea un lactodensímetro: instrumento que se introduce en una probeta con leche y que indica la densidad aparente según su punto de flotación.

Este análisis requiere dejar reposar la muestra de leche de 2-5 minutos después de ser adicionada a la probeta para la medición de la densidad, para reducir la formación de espuma que podría alterar la lectura. Los valores obtenidos deben compararse con los rangos estándar para determinar si la muestra es apta o no para procesos agroindustriales (Rendón Ocampo et al., 2021).

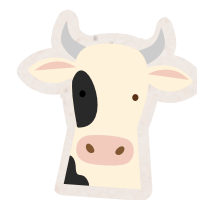
A continuación, se describen los pasos del procedimiento técnico que el estudiante debe seguir para realizar la prueba correctamente.

Procedimiento:

- Llenar con cuidado una probeta con 900 ml de leche (evitando espuma).
- Introducir el lactodensímetro suavemente hasta que flote y se estabilice.
- Leer la escala en el punto de equilibrio.
- Valores normales: 1,028 – 1,033 g/mL (Calderon et al., 2012).
 - Inferiores: leche posiblemente adulterada.
 - Superiores: leche descremada.
 - Registrar los resultados para cada tipo de muestra.



Figura 9. Medición de densidad
Fuente: Jhon Rincón



d. Prueba de acidez titulable

La acidez titulable es uno de los parámetros más relevantes para evaluar la frescura de la leche cruda y su idoneidad como materia prima para la transformación a sus derivados. Este análisis permite cuantificar la presencia de ácidos orgánicos, principalmente, ácido láctico, resultado de procesos fermentativos. Niveles elevados de acidez ($>1,033$ g/mL) indican un deterioro del producto, afectando su aptitud para la transformación.

La prueba se realiza mediante una titulación con hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N), utilizando fenolftaleína como indicador. El resultado se expresa en grados Dornic ($^{\circ}$ D), y debe interpretarse según los valores estándar para leche fresca (Calderon et al., 2012).

A continuación, se describen los pasos para ejecutar correctamente la prueba:

- Colocar 9 ml de leche en un vaso de precipitado de 250 ml.
- Agregar 3 gotas de fenolftaleína como indicador.
- Adicionar lentamente (gota a gota) NaOH 0.1 N desde una bureta, agitando continuamente el vaso de precipitado, hasta que la muestra adquiriera un viraje rosa pálido.
- Registrar el volumen de NaOH gastado y calcular la acidez en grados Dornic ($^{\circ}$ D).
- Valores de referencia (Calderon et al., 2012):
 - Acidez aceptable para leche fresca: 14 – 18 $^{\circ}$ D
 - Valores superiores: indican fermentación o inicio de descomposición.
 - Fórmula para el cálculo de acidez.



Figura 10. Color de la titulación con NaOH 0.1 N

Fuente: (Velásquez, Y. 2021).

Estas pruebas de plataforma representan la base del aseguramiento de la calidad de productos de la cadena agroindustrial láctea. Su correcta ejecución permite no solo identificar alteraciones en la leche, sino también tomar decisiones técnicas basadas en los datos para su aceptación o rechazo como materia prima. Al integrar conocimientos teóricos con habilidades prácticas, se fortalece la capacidad para actuar de forma responsable y técnica en entornos productivos reales, asegurando la inocuidad y la calidad de los derivados lácteos en los contextos propios donde se elaborarán las siguientes etapas del proceso formativo.

Con estos fundamentos, los estudiantes están preparados para aplicar lo aprendido en un entorno de laboratorio, desarrollando criterios de evaluación propios y asumiendo el rol de actores clave para el aseguramiento de la calidad agroalimentaria desde la producción primaria.

Actividad de aprendizaje:

a. Aplicación técnica de pruebas de plataforma en leche cruda:

Los estudiantes, organizados en grupos, desarrollarán de manera autónoma y guiada las pruebas de plataforma aprendidas durante la sesión, aplicándolas a tres tipos de muestras de leche: fresca, deslactosada y con signos de acidez. Esta actividad busca poner en práctica los conocimientos teóricos, fortalecer habilidades técnicas y fomentar el trabajo colaborativo y la interpretación crítica de resultados.



Figura 11. Actividad de aprendizaje “evaluación de la calidad de la leche”

Fuente: Elaboración propia.

Planteamiento del problema y diseño de estrategia de innovación

Para nuestro PPP, los y las estudiantes han adquirido una serie de conocimientos y prácticas que les permitirán aplicar en contexto y de manera real, para ello requieren dar un paso muy importante, por ello los y las invitamos a vivenciar dos experiencias que permitirán completar el momento de planeación. Para esta etapa los invitamos a recordar que cuentan con los dispositivos del modelo Ceibo. Primero realizarán conversaciones peripatéticas por su vereda o territorio, con el fin de identificar familias o productores de leche, luego de la identificación se les motiva que, a través de Laboratorios Colaborativos, compartan y tejan sus conocimientos prácticos y técnicos con los saberes y prácticas tradicionales con las que cuentan su población focalizada, garantizando una práctica enriquecida y cumpliendo los principios Ceibo de interdependencia, reciprocidad y cuidado de la vida.

Actividad de diagnóstico territorial ¿Qué necesitamos?

1. Diseñar preguntas que permitirán definir el foco de interés.
2. Diseñar una ruta o recorrido, identificar las familias y/o productores con quienes trabajarán de manera colaborativa.
3. Recorrido de conversación peripatética. Equipo de protección básico para salidas de campo (botas, sombrero, bloqueador, bitácora). Las y los estudiantes, luego del recorrido, realizarán el análisis de la información recolectada e identificarán variables o focos problemáticos y de esta manera conformarán CMIFI, en ellas las y los integrantes, acordarán un foco o problema de interés, con el fin de plantear alternativas de solución con sus respectivos objetivos.

Recorriendo y reconociendo el territorio:

Las y los estudiantes han definido preguntas, acordaron un recorrido y unos actores, es hora de caminar y reconocer el territorio y sus problemáticas en torno de la transformación de productos a partir de la leche con otros ojos, para esto planteamos las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las particularidades en las prácticas de los productores?
2. ¿Cuáles son las principales problemáticas?



3. ¿Qué dificultades o necesidades tienen en los procesos de transformación?
4. ¿Qué alternativas técnicas y de saber tradicional han implementado los productores para la solución de problemas?

Al regresar de la caminata peripatética de diagnóstico, las y los estudiantes expondrán sus hallazgos, en el círculo de palabra a partir de la identificación de variables o focos problemáticos, de esta manera se les invita a conformar sus CMIFI en torno a intereses.

¿Cómo y para qué conformamos nuestras CMIFI?

Es importante recordar que las CMIFI, cumplen un papel fundamental a la hora de reconocer y darle valor a las voces de los diferentes agentes que conformaran el PPP. Este proyecto surge desde el lugar de la escuela, pero requiere que las y los estudiantes, docentes, familias, comunidad, líderes y productores, se agrupen y puedan aunar esfuerzos, a partir de las reflexiones, propuestas y prácticas, garantizando el posicionamiento y pervivencia de este. Se invita a los integrantes de la CMIFI a que le den personalidad, dándole un nombre.

A partir del recorrido, los y las estudiantes tienen más insumos, para ello es importante hacer uso de otro de los dispositivos, como lo son los círculos de reflexión; este será el espacio donde se reúnan, reflexionen y acuerden, temáticas derivadas de problemas, posibles acciones para su solución o mitigación, ruta, tiempos, costos, premisas u objetivos. Así mismo, los invitamos a que proyecten acciones más allá de este proceso de formación, desde la identificación de posibles relacionamientos interinstitucionales, para de esta manera ampliar el impacto y visibilización del proyecto innovador.

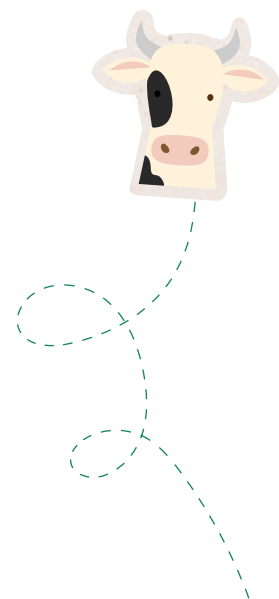
¡Este proceso debe trascender de la escuela para ser parte de los derechos territoriales y comunitarios, eres parte del cambio!

Acuerdo y diseño una estrategia:

A partir de los insumos, en cada una de las CMIFI que organizaron, las y los estudiantes, liderarán la proposición del PPP para la solución del problema acordado.

Desarrollo de competencias en clave de derechos:

Nos encontramos en la raíz de nuestro modelo Ceibo, esta es la oportunidad de darle fuerza y sentido a nuestro PPP, para ello ten en cuenta las



conversaciones peripatéticas y el diagnóstico territorial. Invitamos a las y los estudiantes en sus CMIFI a reflexionar sobre: ¿cómo la transformación de la lecha garantiza la autonomía, seguridad y soberanía alimentaria? Este elemento es fundamental en términos de la empatía y la capacidad de plantear alternativas innovadoras y amigables. Se invita a registrar las reflexiones y acuerdos en la Bitácora.

Este es el momento de contrastar y poner en contexto los hallazgos con un proyecto productivo, que les permitirá a los integrantes de las CMIFI, en el círculo de reflexión, desarrollar competencias socioemocionales, habilidades alrededor de las competencias, enfoques de derecho, territoriales y, de esta manera, darle más sentido a su PPP.

Material complementario – reforzar los saberes

Con el propósito de fortalecer las actividades relacionadas con las pruebas de plataforma aplicadas a la leche cruda, es fundamental identificar y aplicar la normatividad vigente que regula los parámetros de calidad e inocuidad en la industria láctea, relacionados a continuación:

- Decreto 616 de 2006, emitido por el Ministerio de la Protección Social, el cual establece el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios y de calidad que debe cumplir la leche destinada al consumo humano (Secretaría Jurídica Distrital, 2006). <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21980>.
- Norma Técnica Colombiana NTC 399, expedida por el ICONTEC, especifica los requisitos que debe cumplir la leche cruda utilizada como materia prima para procesos de industrialización, proporcionando lineamientos clave para evaluar las condiciones higiénico-sanitarias y de composición de la leche cruda, sirviendo como referente obligatorio para su aceptación en procesos de producción (ICONTEC, 2018) "author": [{"family": "ICONTEC", "given": ""}], "accessed": {"date-parts": [{"2025", 7, 31}], "issued": {"date-parts": [{"2018"}]}}, "schema": "https://github.com/citation-style-language/schema/raw/master/csl-citation.json" https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11638/81646_62292.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Valoración de los conocimientos

A continuación, se presenta una propuesta de evaluación, recuerda que así podrás reflexionar sobre la apropiación de los conceptos, técnicas y saberes que nutrirán sus conocimientos.

- Analiza e interpreta:

Con base en los resultados presentados, responde de forma argumentada las preguntas planteadas:

Tabla 8. Datos simulados para un análisis de calidad de leche

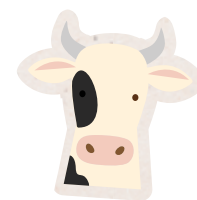
Prueba	Muestra A (fresca)	Muestra B (deslactosada)	Muestra C (con acidez)
Alcohol (precipita/no)	No precipita	No precipita	Precipita
Índice lactométrico	30	28	25
Densidad (g/ml)	1.030	1.035	1.025
Acidez (°D Dornic)	16	15	22

Fuente: Elaboración propia

- ¿Cuál de las muestras es apta para procesamiento?, ¿Por qué?, (Considera los rangos normales de acidez, densidad y estabilidad proteica) _____

- ¿Qué indican los resultados sobre la calidad de cada muestra?, (Describe al menos una fortaleza y una debilidad de cada muestra) _____

- ¿Qué errores podrían presentarse al realizar estas pruebas?, ¿Cómo los evitarías?, (Piensa en el uso de los instrumentos, la precisión de las mediciones, el manejo de las muestras o los reactivos) _____



Valoración de la práctica

Instrumentos sugeridos:

Las CMIFI en el círculo de reflexión, identificarán y valorarán de manera colectiva, continua y práctica cómo han progresado en cada encuentro. No se trata solo de una evaluación, sino de un seguimiento constante de tu aprendizaje y participación. Aquí te explicamos cómo se hará:

- Observación directa y participación

Tu docente estará atento a cómo te involucras en las actividades, cómo interactúas con tus compañeros de la CMIFI y qué tan activamente participas en las discusiones. Tu disposición a preguntar, compartir ideas y colaborar es muy importante, pues refleja la forma en que articulas los saberes y prácticas tradicionales en el PPP.

- Productos generados en las actividades

Cada actividad que realices dentro de la guía tendrá un producto específico que deberás entregar. Este proceso es el tronco de nuestro Ceibo, así consolidaras la estructura de tu PPP.

- **Cartografía de cada CMIFI:** Esta cartografía reflejará el propósito, sueño y diagnóstico de cada CMIFI, y, además, las estrategias o proyecto que propondrán para la solución de la problemática.
- **Bitácora:** Registro sistemático y reflexionado en la CMIFI e individualmente. Se presentarán desde los principios, los derechos y elementos técnicos derivados de la problemática acordada. Anotarás tus reflexiones, los problemas que encontraste y cómo los resolviste, tus aprendizajes clave y cualquier idea nueva. Esta bitácora te ayudará a autoevaluarte y le permitirá al docente ver tu proceso de pensamiento y mejora continua.
- **Presentación de PPP alternativos de transformación de la leche:** Para saber si eres creativo y propones soluciones prácticas.



Por ejemplo:

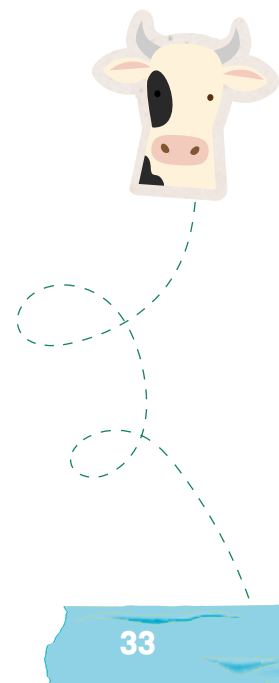
- Informes de diagnóstico: Para ver si sabes poner en contexto la práctica de saberes técnicos.
- Propuestas de proyectos: Para saber si puedes diseñar un plan claro y sostenible.

Estos productos serán evaluados por el docente, a partir de las actividades de evaluación; así como, la bitácora, los encuentros de las CMIFI, las conversaciones peripatéticas y los laboratorios colaborativos y demás instrumentos diseñados por los docentes.

¡No olvides tu Bitácora!

- Retroalimentación constante

El docente te hará retroalimentación y a través de los encuentros de reflexión de la CMIFI a lo largo del proceso. Esto significa que te dirá qué estás haciendo bien y en qué puedes mejorar, no solo al final, sino en cada paso. También habrá sesiones grupales donde tú y tus compañeros podrán darse retroalimentación mutuamente, aprendiendo unos de otros.

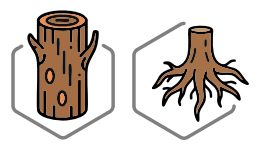
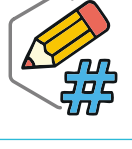


Momento 2: Ejecución y seguimiento del PPP

Caja de herramientas

Elaboración de bebida fermentada a base de leche (yogurt)

Los estudiantes aprenderán el proceso técnico y microbiológico para elaborar yogurt como bebida fermentada a partir de leche, aplicando principios de higiene, calidad e inocuidad alimentaria. Se plasma el uso de cultivos lácticos, técnicas de pasteurización, fermentación y formulación, comprendiendo tanto los fundamentos científicos como las oportunidades de aprovechamiento agroindustrial. A partir de estos conocimientos, los pondrán en práctica en las CMIFI y, de manera integrada, tejerán con los saberes tradicionales de los integrantes de la CMIFI.

Temática	Actividad	Dispositivo	Ecosistémico
Conceptos básicos	Actividades teórico-prácticas sobre: • Fermentación Láctica • Cultivos especiales • Pasteurización. • Buenas prácticas de Manufactura (BPM)		  
Práctica	Aplicación de fórmulas a manera de laboratorio colaborativo en clase, con la orientación del docente.	 	  

Temática	Actividad	Dispositivo	Ecosistémico
Seguimiento al proyecto o estrategia	Conversaciones peripatéticas, salidas de campo o visitas a familias o productores focalizados. Recuerda tener en cuenta las voces y los saberes tradicionales, para que las puedas integrar a la propuesta práctica. Los y las estudiantes podrán en práctica con sus CMIFI los conocimientos y técnicas, permitiendo diversificar y enriquecer la transformación de productos lácteos.	 	  

Fuente: Elaboración propia.

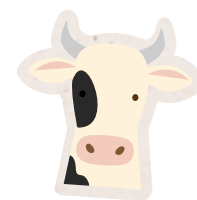
Objetivo de aprendizaje

Al finalizar esta sesión, los estudiantes estarán en capacidad de elaborar una bebida fermentada a base de leche (yogurt), aplicando técnicas de pasteurización, inoculación de cultivos lácticos y control de fermentación. De este modo, se dará la comprensión de los principios microbiológicos involucrados y se reconocerá su potencial como producto con valor agregado para el emprendimiento rural y la seguridad alimentaria local.

¿Qué necesitamos?

Para el adecuado desarrollo práctico de elaboración de yogurt, es necesario contar con una serie de materiales, equipos, utensilios y elementos de protección personal que garanticen condiciones higiénicas, seguras y técnicamente correctas. Estos recursos permitirán a los estudiantes realizar cada etapa del proceso productivo, desde la recepción de la materia prima hasta el envasado del producto final.

Así mismo, se incluyen recursos educativos y tecnológicos que facilitan la comprensión teórica y la consulta de información complementaria. La correcta disposición y uso de estos insumos contribuye no solo al logro de los objetivos de aprendizaje, sino también a la formación en buenas prácticas de manufactura y cultura de la calidad.



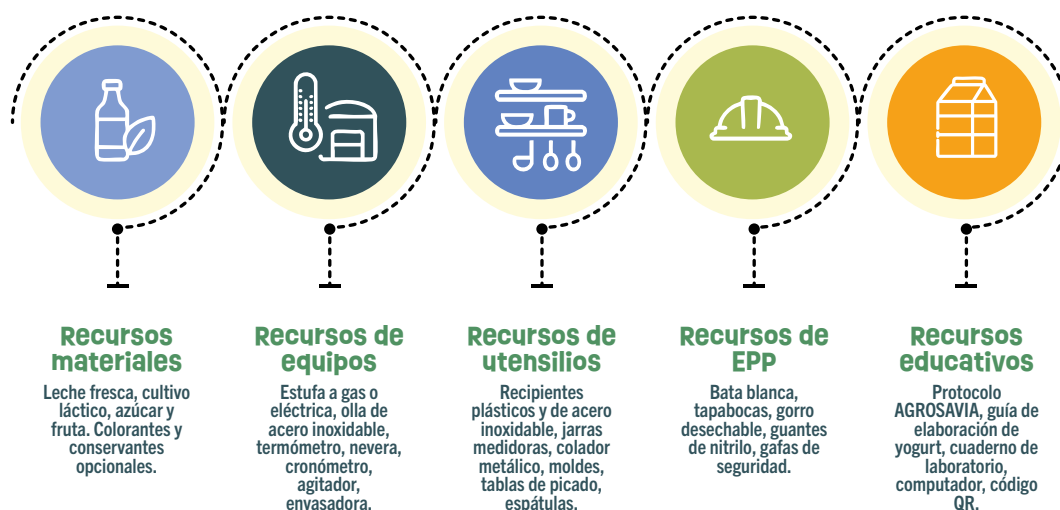


Figura 12. Recursos para la producción de yogurt.

Fuente: Elaboración propia.

Conceptos básicos

¡Prepárate! Durante este momento en lo teórico-práctico, adquirirán conocimientos fundamentales sobre los procesos microbiológicos, fisicoquímicos y tecnológicos que intervienen en la elaboración del yogurt como bebida fermentada a base de leche. Así, comprenderás el papel de los cultivos lácticos en la transformación de la lactosa en ácido láctico, así como la importancia del control de temperatura, humedad y pH y, además, lo fundamental que es la higiene en cada etapa del proceso, siguiendo los parámetros establecidos por la Resolución 616 de 2006.

Conceptos clave a desarrollar:

- Fermentación láctica: transformación de lactosa en ácido láctico por acción de bacterias específicas (Rojas et al., 2015).
- Cultivos lácticos: microorganismos beneficiosos como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* (Rojas et al., 2015).
- Pasteurización: tratamiento térmico para garantizar la inocuidad de la leche antes de la fermentación (Rojas et al., 2015).
- Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): condiciones higiénicas y técnicas para asegurar la calidad del producto final, las cuales se establecen en la Resolución 2674 de 2013 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).



Procedimiento

Durante este momento, los estudiantes seguirán un proceso de aprendizaje activo para la elaboración de productos lácteos de calidad, es fundamental partir de una materia prima que cumpla con los estándares fisicoquímicos y microbiológicos exigidos por la normatividad vigente. Estos parámetros permiten detectar alteraciones, evitar riesgos sanitarios y garantizar productos inocuos, estables y aceptables sensorialmente. Con base en ello, se pueden hacer los ajustes necesarios en la formulación y procesamiento. Finalmente, se promoverá la discusión grupal para contrastar saberes empíricos con fundamentos técnicos, integrando el enfoque de sostenibilidad y pertinencia local.

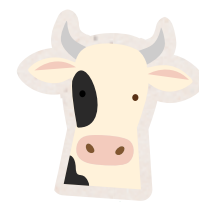
En la siguiente tabla se presentan los valores de referencia que debe cumplir la leche cruda destinada al procesamiento agroindustrial, según los lineamientos técnicos y legales actualizados.

Tabla 10. Parámetros de calidad fisicoquímica para leche cruda bovina

Parámetro / Unidad	Valor de referencia
Grasa (%)	≥ 3.0
Extracto seco total (%)	≥ 11.3
Extracto seco desgrasado (%)	≥ 8.3
Densidad (15/15 °C) (g/ml)	1.028 – 1.033
Índice lactométrico (°L)	28 – 32
pH	6.5 – 6.8
Acidez titulable Grados Dornic (°D) o % ácido láctico	14 – 18 °D / 0.14 – 0.18 %
Temperatura de recepción (°C)	≤ 8 °C
Ausencia de antibióticos y contaminantes	Requisito obligatorio

Fuente: Adaptado de NTC 399:2018 (ICONTEC, 2018).

Las condiciones de ordeño, almacenamiento y transporte influyen directamente en los parámetros, especialmente, los asociados a calidad higiénica (ej: Acidez titulable). Si la leche no cumple con estos valores, se deben aplicar correctivos o evitar su procesamiento. La estabilidad en la prueba de alcohol, aunque no aparece en la tabla 10, debe ser confirmada como parte de los requisitos previos a fermentaciones o coagulación.



Elaboración de bebida fermentada (Yogurt)

Para la elaboración de fermentaciones lácteas, se utilizan diferentes equipos y utensilios, los cuales son elementos claves para la elaboración de diversos derivados lácteos.

Formulación

La formulación es una etapa clave en la elaboración del yogurt, ya que define la proporción y combinación adecuada de ingredientes para garantizar un producto de buena calidad sensorial, estable y seguro para el consumo. Esta fase no solo implica precisión en las cantidades, sino también comprensión de las funciones tecnológicas y nutricionales de cada componente.

El yogurt puede ser enriquecido con frutas, saborizantes y otros aditivos que mejoran su aceptación en el mercado y aumentan su valor agregado. En la 11, se presenta la formulación base para la elaboración de yogurt, la cual puede ser ajustada según las preferencias del consumidor, el tipo de fermentación y las condiciones del entorno productivo:

Tabla 11. Materiales empleados en la elaboración de yogurt

Material	Descripción
Materia prima	Porcentaje
Leche	Base de formulación
Sacarosa	12% - 15%
Cultivo Láctico	6%
Fruta	8% - 12%
Colorante (opcional)	0.01%
Saborizante (opcional)	0.15 ml x litro
Conservante	0.05%

Fuente: Elaboración propia.

Proceso de transformación.

A continuación, se describe el proceso de transformación para la obtención de yogurt:



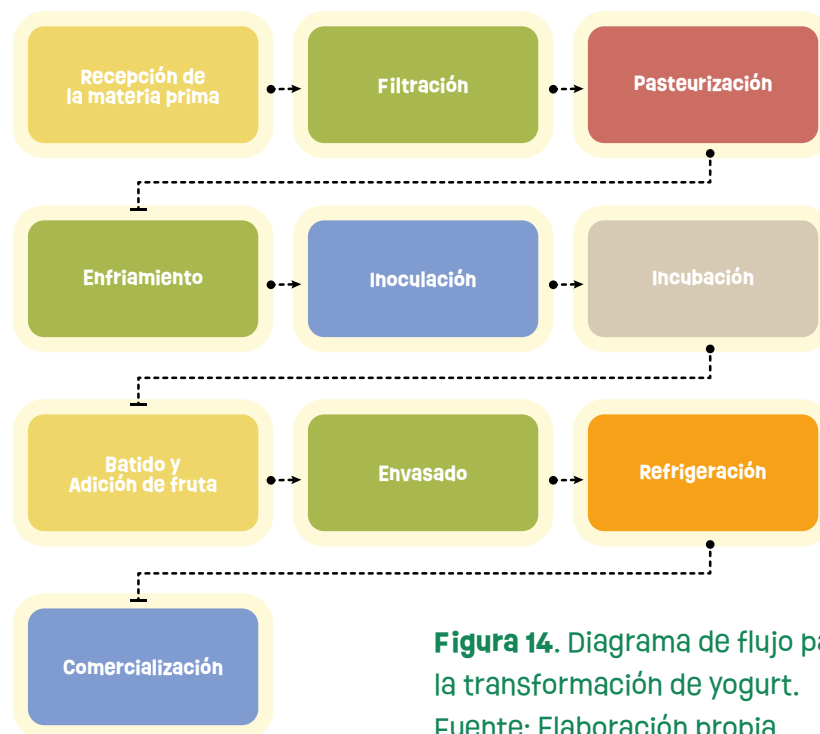


Figura 14. Diagrama de flujo para la transformación de yogurt.
Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener presente:

- Controles en el proceso de elaboración del Yogurt.
- Recepción de la Materia Prima (leche)

La leche cruda se recibe, realizando algunos de los controles para realizar su calidad:

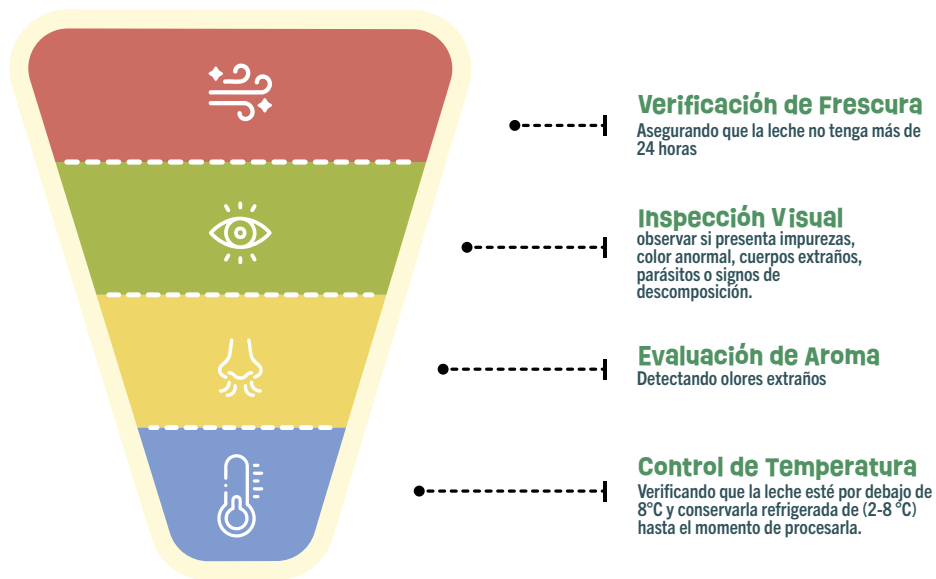
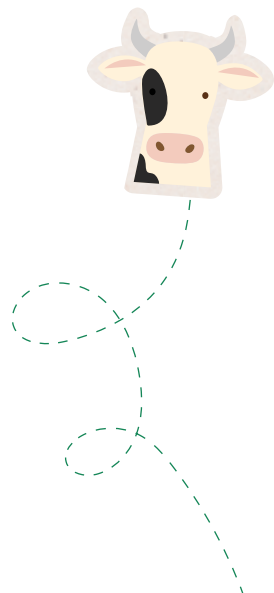


Figura 15. Proceso de control de calidad de la leche.
Fuente: Elaboración propia.



Proceso de elaboración

Durante el proceso de elaboración de yogurt se recomienda realizar los siguientes controles:

Limpieza de instalaciones, equipos y utensilios.

- Constatar la limpieza de las zonas de producción y su desinfección antes de comenzar el proceso.
- Garantizar la limpieza adecuada de todo utensilio que entrara en contacto con la leche y el yogurt.

Temperatura:

Durante el tratamiento térmico (pasteurización), la leche destinada a la elaboración de yogurt se somete a un calentamiento mínimo de 61–63 °C durante 30 minutos o 72 °C durante 15 segundos, según lo establecido en el Decreto 616 de 2006 (Ministerio de la Protección Social, 2006).

Posteriormente, para fines tecnológicos, se recomienda un tratamiento adicional de 85–90 °C durante 5–10 minutos, que contribuye a la desnaturalización parcial de las proteínas del suero, mejora la viscosidad y textura del yogurt y, además, favorece la estabilidad del gel.

Luego, la leche se enfría rápidamente hasta 42–45 °C, temperatura óptima para la inoculación de los cultivos lácticos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*), responsables de la fermentación ácido-láctica.

- **Grado de acidez:**
 - Medir pH 4.6 o 4.7 a acidez 80 – 90 °Dornic.
- **Enfriamiento e inoculación:**
 - Una vez completada la pasteurización, la leche se enfría rápidamente hasta 42–45 °C, temperatura óptima para el desarrollo de los cultivos lácticos termófilos. En este punto, se realiza la inoculación, adicionando el cultivo iniciador que contiene *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, bacterias responsables de la fermentación ácido-láctica. La inoculación debe



hacerse en condiciones higiénicas, garantizando una distribución uniforme del cultivo.

- **Tiempo de incubación:**

- La mezcla inoculada se mantiene a 42–45 °C durante 3 a 5 horas, dependiendo del tipo de cultivo y la formulación. Durante esta etapa, las bacterias lácticas transforman la lactosa en ácido láctico, reduciendo el pH hasta un valor de 4.4 – 4.6, lo que produce la coagulación de las proteínas y la formación del gel característico del yogurt. Es fundamental evitar vibraciones o movimientos bruscos para preservar la estructura del coágulo.

- **Enfriamiento y homogenización del coágulo:**

- Una vez alcanzado el grado de acidez deseado, se interrumpe la fermentación mediante un enfriamiento rápido hasta 6 – 10 °C. Este descenso de temperatura detiene la actividad bacteriana y estabiliza el coágulo. En el caso del yogurt batido, el coágulo se homogeniza suavemente para obtener una textura cremosa y uniforme; si se trata de yogurt tipo firme, se evita la agitación para conservar su estructura compacta.

- **Envasado y refrigeración:**

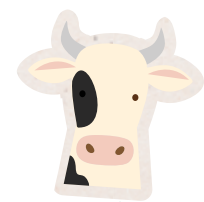
- El producto final se envasa en condiciones asépticas en recipientes limpios y desinfectados, minimizando la exposición al aire y la contaminación cruzada. Posteriormente, los envases se almacenan y distribuyen bajo cadena de frío (2 – 6 °C), garantizando la estabilidad microbiológica y sensorial del yogurt durante su vida útil.

Valoración de la práctica

Te invitamos a que, junto a la CMIFI, acuerden las características de yogurt que producirán. A continuación, te presentamos unos elementos para que tengan en cuenta:

Actividad de aprendizaje: practico y aplico lo que aprendí

“Lanza tu yogurt al mercado”



Te has convertido en un/a microempresario/a de productos lácteos. Ya terminaste tu primer lote de yogurt artesanal y, ahora, debes diseñar una propuesta comercial atractiva para tu comunidad escolar o rural.

Sigue estos pasos y trabaja de manera individual o en equipos de 2 a 4 personas:

- Crea una identidad de marca
 - Elige un nombre creativo para tu yogurt.
 - Diseña un logo sencillo (puedes hacerlo a mano o digital).
 - Redacta un eslogan corto y atractivo.
- Define tu producto
 - Elige un sabor o mezcla de sabores únicos.
 - Justifica por qué elegiste esos ingredientes (gustos locales, disponibilidad, valor nutritivo).
- Analiza tu mercado
 - Describe tu público objetivo (niños, jóvenes, adultos, comunidad escolar, etc.).
 - Piensa en cómo presentarás el yogurt: ¿botellas?, ¿vasos plásticos?, ¿envases reciclables?

Competencia socio- emocional: Responsabilidad. **“Del Corral a la Mesa: Tu Yogur, Tu Legado”**

Cada mañana, cuando ordeñas con cuidado y procesas la leche para hacer yogur, no solo estás siguiendo pasos técnicos, estás creando un alimento lleno de vida que llegará a familias enteras. La producción de yogur te exige paciencia para controlar fermentos, disciplina para mantener la higiene perfecta y, sobre todo, responsabilidad para garantizar que en cada envase encuentres un alimento seguro y nutritivo. Imagina el orgullo de ver cómo tu dedicación se convierte en un producto que nutre a niños, fortalece a trabajadores y alegra meriendas.



¿Qué valor agregado podrías darle a tu yogur para hacerlo único en tu región?

Recuerda: detrás de cada cucharada cremosa hay horas de tu esfuerzo consciente, y esa es la verdadera esencia del trabajo agroindustrial bien hecho.

Resultado del aprendizaje

Al finalizar la sesión, los estudiantes estarán en capacidad de:

- Elaborar yogurt a partir de leche cruda, mediante procesos controlados de pasteurización, fermentación e incorporación de ingredientes adicionales.
- Aplicar buenas prácticas de manufactura (BPM) y procedimientos higiénicos durante toda la elaboración del producto.

Material complementario- reforzar los saberes.

Con el fin de fortalecer los componentes de la sesión, se recomienda visitar los siguientes links:

- Toma de muestras de Leche cruda para control lechero <https://youtu.be/GH8c5z-UMrl?si=sH9BPBBopdH8pT9Z>
- Calidad higiénica en leche cruda para procesamiento lácteo <https://youtu.be/D2TZjTCAwjU?si=Mh-fzh9GSYDbXSkI>
- Proceso de limpieza de utensilios para el procesamiento lácteo <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/35d6c5d9-0fc7-408c-853d-208472d3f3af/content>.

Valoración de los conocimientos

A continuación, se presenta una propuesta de evaluación: “Del laboratorio a mi emprendimiento”. Recuerda que así podrás reflexionar sobre la apropiación de los conceptos, técnicas y saberes que nutrirán tus conocimientos. A partir de la experiencia práctica de elaboración de yogurt, por medio de un círculo de palabra con tu CMIFI, responde las siguientes preguntas y ejercicios.



a. Análisis del proceso técnico

A continuación, se enumeran las 5 etapas más importantes en la elaboración del yogurt, explica brevemente qué ocurre en cada una.

Tabla 12. Actividad - etapas en la elaboración del yogurt

1-Pasteurización de la leche	
2-Enfriamiento e inoculación	
3-Fermentación (incubación)	
4-Enfriamiento y homogenización del coagulo	
5-Envasado y refrigeración	

- ¿Qué cuidados deben tener durante la fermentación para garantizar un yogurt de buena calidad? (recuerda que los saberes tradicionales de los integrantes de la CMIFI son igualmente válidos que los técnicos). _____

Valoración y seguimiento del momento

Acorde al PPP y el modelo Ceibo, en este momento es importante reconocer y valorar el proceso de las CMIFI en el acompañamiento y reconocimiento a los proyectos o estrategias. En clave de las problemáticas identificadas y tejidas con los conocimientos y herramientas técnicas, las CMIFI presentarán:

1. Las CMIFI socializarán el marco de la estrategia o proyecto la propuesta, sus avances, reflexiones y las innovaciones diseñadas.
2. Harán la presentación de sus productos, como parte del trabajo colaborativo en las CMIFI, resaltando la valoración del saber tradicional, así como los acuerdos en clave del PPP. Presentarán aspectos como: nombre del proyecto, objetivos, propósitos y actividades.
3. Presentarán el cronograma del acompañamiento y encuentros de las CMIFI.



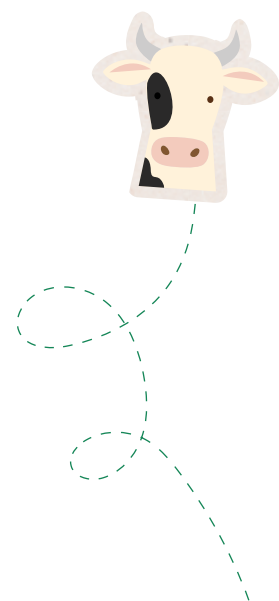
Momento 3: Más que evaluar, valorar y proyectar

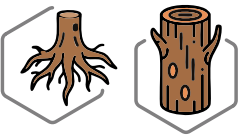
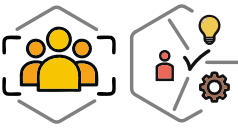
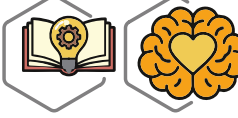
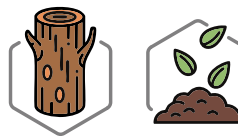
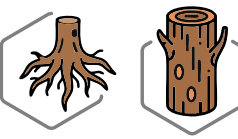
Caja de herramientas Derivados lácteos (quesos)

En esta sesión, conocerán y aplicarán el proceso de transformación de la leche en un derivado lácteo de alto consumo: el queso fresco. Esta práctica permitirá comprender el comportamiento físico y químico de la leche durante la coagulación, el corte, el desuerado, el salado y el prensado, bajo condiciones controladas de higiene y calidad.

La actividad estará orientada a desarrollar habilidades técnicas en la producción artesanal de queso, siguiendo los pasos estandarizados del proceso, utilizando coagulantes, controlando temperatura y tiempo y, a su vez, aplicando prácticas de inocuidad alimentaria.

Temática	Actividad	Dispositivo	Ecosistémico
Conceptos básicos	• Recepción y análisis de calidad de la leche como materia prima – Pruebas de plataforma. • Pasteurización y adición de cloruro de calcio. • Aplicación del cuajo y tiempos de coagulación. • Corte de cuajada, desuerado parcial y total. • Salado, moldeado y prensado. • Desmolde, empaque y almacenamiento. • Rendimiento del queso y análisis sensorial del producto. • Posibilidades de comercialización y agregado de valor.	 	  



Temática	Actividad	Dispositivo	Ecosistémico
Presentación de las Bitácoras	Las CMIFI, compartirán sus memorias, registros y reflexiones que han logrado consignar en las Bitácoras, analizarán e identificarán sus puntos de encuentro y diferencias. A partir de ello realizarán un informe colectivo donde den cuenta de cómo se desarrolló el proceso y presentarán los impactos alrededor de su proyecto o estrategia de innovación. Visibilizarán las voces y saberes tradicionales que incorporaron en su propuesta.	 	   
Resultados y Productos	Las CMIFI, realizarán la socialización de los resultados y productos finales del proceso de investigación y el producto innovador, así como del informe final. Presentado el PPP que realizaron de manera colectiva y contextualizada, proyectando acciones de sostenimiento y propuesta de proyección.		  
Proyección y sostenimiento	El PPP, se alinearán con el PEI, con el fin de articular acciones de sostenimiento y mejoramiento. Es importante que las CMIFI se establezcan como el dispositivo de investigación territorial y contextualizado. Se realizará conversación peripatética a cada uno de los proyectos o estrategias con las CMIFI, para evidenciar de manera directa los procesos innovadores.	 	  

Fuente: elaboración propia.

Objetivo de aprendizaje

Los estudiantes estarán en capacidad de elaborar queso fresco a partir de leche cruda, aplicando técnicas de coagulación enzimática, corte de cuajada, desuerado, salado y prensado, bajo condiciones de higiene y calidad, comprendiendo el proceso de transformación y su potencial como producto de valor agregado para el emprendimiento rural.

¿Qué necesitamos?

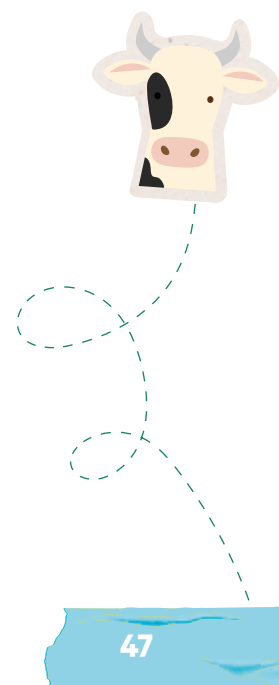
- Carteles explicativos sobre agroecología y agroforestería ganadera.
- Videos cortos explicativos o con experiencias locales sobre agroforestería ganadera y manejo sostenible.
- Muestras físicas o fotografías de especies arbustivas, arbóreas, herbáceas y pasturas leguminosas o no leguminosas usadas en agroforestería ganadera.
- Mapa de un sistema finca agroforestal ganadera local construido participativamente.
- Matriz con análisis colectivo de las fortalezas, riesgos, mejoras aplicables desde lo local.

Conceptos básicos

¡Aprende! los principios fundamentales del proceso de transformación de la leche en queso fresco, comprendiendo tanto los cambios físicos como los mecanismos químicos involucrados. A través de la experiencia práctica, identificarán cada etapa del proceso, sus variables críticas y su importancia para obtener un producto inocuo, estable y de buena calidad sensorial. Esta es nuestra última trayectoria teórica y conceptual. Ahora tendrás todas las herramientas para darle más fuerza y sentido a tu PPP.

Conceptos clave a desarrollar:

- Coagulación enzimática: transformación de la caseína de la leche en una cuajada sólida mediante el uso de cuajo (Calderon et al., 2012).
- Desuerado: proceso de separación del suero a partir de la cuajada, determinante en la textura y conservación del queso (Ramirez Lopez & Vélez-Ruiz, 2012).



- Salado: técnica para mejorar el sabor, inhibir el crecimiento microbiano y prolongar la vida útil del producto (Ramirez Lopez & Vélez-Ruiz, 2012).
- Prensado y moldeado: acciones mecánicas para dar forma, consistencia y compactación al queso fresco.

Temas centrales para trabajar:

- Recepción y análisis de calidad de la leche como materia prima – Pruebas de plataforma.
- Pasteurización y adición de cloruro de calcio.
- Aplicación del cuajo y tiempos de coagulación.
- Corte de cuajada, desuerado parcial y total.
- Salado, moldeado y prensado.
- Desmolde, empaque y almacenamiento.
- Rendimiento del queso y análisis sensorial del producto.
- Posibilidades de comercialización y agregado de valor.

Procedimiento

Durante este momento, los estudiantes seguirán un proceso de aprendizaje activo.

Para llevar a cabo, de forma adecuada, la elaboración de queso fresco se requiere disponer de una serie de equipos, utensilios e ingredientes que garanticen condiciones higiénicas, técnicas y seguras durante el proceso. Estos recursos permiten ejecutar cada etapa de la transformación láctea con precisión y eficiencia, asegurando un producto final de calidad e inocuidad. A continuación, se relacionan los elementos necesarios:



Tabla 15. Recursos requeridos para la elaboración de quesos

Categoría	Recurso
Equipos	- Marmita u olla
	- Balanza
	- Termómetro
	- Nevera
	- Estufa
	- Cronómetro
	- Agitador plástico
	- Empacadora al vacío
	- Mesa para desuerado
	- Prensa para quesos
Utensilios	- Filtros de tela
	- Moldes plásticos
	- Recipientes plásticos (grandes y pequeños)
	- Recipientes en acero inoxidable (grandes y pequeños)
	- Tazas medidoras
	- Cuchillos
	- Espátulas
Ingredientes (materia prima)	- Pipeta Pasteur
	- Leche fresca
	- Cloruro de calcio
	- Sal
	- Coagulante microbiano o cuajo

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de elaboración del queso fresco requiere seguir una secuencia técnica cuidadosamente estructurada, la cual permite transformar la leche cruda en un producto seguro, nutritivo y de alta aceptación. Cada etapa del procedimiento responde a fundamentos fisicoquímicos y microbiológicos que deben ser comprendidos y aplicados con responsabilidad, bajo condiciones higiénicas y controladas. A continuación, se relaciona el procedimiento para la elaboración de queso:

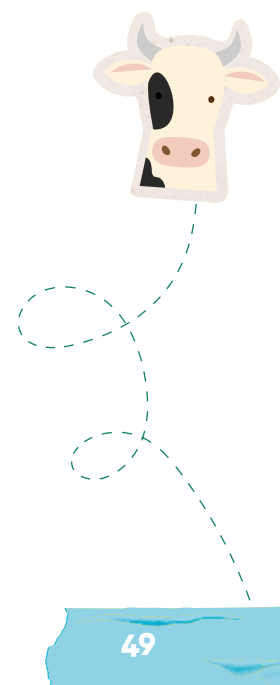




Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de producción de queso fresco
Fuente: Elaboración propia.

- Recepción de la leche

La leche que se debe usar en el proceso debe ser leche fresca de calidad que permita obtener un producto inocuo una vez se inicie el proceso de transformación. Se recibe la materia prima, insumos y envases, aplicando los criterios de aceptación o rechazo y disposición del producto según el caso.

Tener en cuenta las siguientes especificaciones de las materias primas a utilizar en el proceso:

- Leche fresca (16 – 18°D)
100%
- Cloruro de calcio: 0.01%
- Coagulante enzimático:
1mL/10 L
- Sal: 1,2%

a. Filtración

Utilizar un filtro de tela o acero inoxidable, se recomienda que tenga un tejido cerrado o porosidad media (equivalente aproximado de 300 a 500 micras), lo que permite retener impurezas como pelos, grumos y residuos del ordeño sin interrumpir el flujo de la leche. Es fundamental que el filtro sea lavable, reutilizable y se mantenga en condiciones higiénicas, desinfectándolo antes y después de cada uso.

b. Pruebas de plataforma

Determinar las características fisicoquímicas de la leche fresca (densidad, pH y acidez) para la elaboración de queso fresco (según protocolo de buenas prácticas de ordeño y calidad de leche).

c. Pasteurización

Calentamiento mínimo de 61 – 63 °C durante 30 minutos o 72 °C durante 15 segundos, según lo establecido en el Decreto 616 de 2006. Pasado este tiempo disminuir la temperatura con un choque térmico hasta 32°C y, así, evitar dañar la acción enzimática.

d. Adición de cloruro de calcio

Adicionar cloruro de calcio en una cantidad de 0,1 a 0,3 gramos por litro de leche pasteurizada, disuelto previamente en una pequeña cantidad de agua potable (por ejemplo, 10 a 20 ml por cada 10 litros de leche). La disolución debe mezclarse cuidadosamente con la leche antes de la adición del cuajo, con el fin de mejorar la acción enzimática y favorecer una coagulación más firme y homogénea.

e. Adición del cuajo

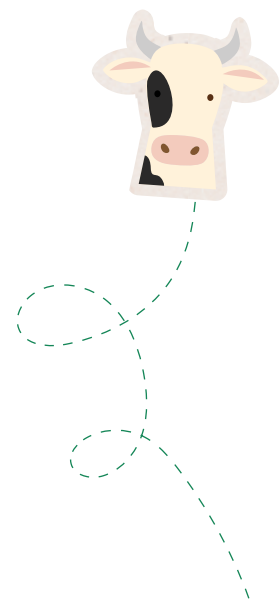
Se adicionan las enzimas 1mL/10L (según fuerza del cuajo) con agitación por 2 minutos con una temperatura de 32°C. Esperar entre 30 y 45 minutos tiempo en el cual las enzimas producen el cuajo.

f. Corte de la cuajada

Se realiza un corte con cuchillo a la cuajada en forma de cuadrícula de aproximadamente 1X1 cm. Verificar que la temperatura al momento del corte sea de 32°C, dejar reposar durante 15 minutos y se agita suavemente hasta ver la fase de suero y cuajada separadas.

g. Desuere parcial

Extraer el 60% del suero y lavar la cuajada con agua potable a 45°C en la misma cantidad que el suero extraído.



h. Desuere total

Recoger la cuajada en un filtro de tela o lienzo, separar el suero completamente y dejar escurrir en una superficie inclinada por un periodo de 15 minutos. De ser necesario, exprimir el lienzo para mejorar el desuere.

i. Salado

Adicionar entre el 1 a 2% de sal del total de cuajada.

j. Moldeado y prensado

La cuajada se lleva a moldes plásticos con un lienzo y se ubican en la prensadora durante 24 horas a temperatura ambiente.

k. Desmolde y empaque

Retirar el queso del molde tomando el lienzo, evitando que pierda su forma. Pesar y tomar bolsas para vacío y, con la empacadora, retirar el aire para evitar contaminación.

l. Almacenamiento

El queso empacado al vacío debe ser almacenado y conservado en refrigeración a 4°C.

m. Rendimiento

Para el cálculo del rendimiento promedio esperado, aplicar la siguiente ecuación (Ramírez Lopez & Vélez-Ruiz, 2012)

- PI (peso inicial): suma de la materia prima con todos los insumos (g)
- PF (peso final): cantidad de producto terminado (unidades) por contenido (250g)

Material complementario – reforzar los saberes

Con el fin de complementar la información de la sesión se recomienda revisar la siguiente información:

- Inocuidad en la cadena productiva de leche y queso: guía práctica de aplicación de principios de inocuidad dirigida a pequeños productores de leche y fabricantes de queso en Cundinamarca <http://hdl.handle.net/20.500.12324/40808>
- Agricultura al Día / Así se hace el queso semigraso <https://youtu.be/8xKkn9nHtlI?si=qjoLbZaTjH7Ls5H3>

Actividad de aprendizaje: practico y aplico lo que aprendí

“Conociendo el valor de mi producto”

Ahora que has elaborado queso fresco en la práctica, es momento de calcular cuánto cuesta producirlo. Esta actividad te ayudará a entender los costos involucrados en la transformación de la leche y, a proyectar un precio de venta justo y rentable para tu producto.

Instrucciones:

1. Reúne la información de insumos y cantidades utilizadas en la elaboración de tu queso.
2. Usa la siguiente tabla para registrar el costo unitario de cada recurso y calcular el costo total del lote producido.
3. Calcula el rendimiento (cantidad de queso final producido).
4. Estima el costo por unidad (por ejemplo, 250 g) y define un precio de venta añadiendo una ganancia estimada del 20–30 %.
5. Analiza si tu producto sería competitivo y rentable en tu entorno local.

Tabla 17. Guía para análisis de costos básicos

Categoría	Descripción del recurso	Unidad	Cantidad usada	Costo unitario (\$)	Costo total (\$) (Cantidad usada x Costo unitario)
Materia prima	Leche fresca	L			
	Cloruro de calcio	ml			
	Cuajo (enzima coagulante)	ml			
	Sal	g			
Materiales de empaque	Bolsa al vacío o recipiente	Unidad			
Energía y servicios	Gas o electricidad (estimado)	Uso			
	Agua	Litros			



Categoría	Descripción del recurso	Unidad	Cantidad usada	Costo unitario (\$)	Costo total (\$) (Cantidad usada X Costo unitario)
Otros	Mano de obra (valor simbólico)	Jornada			
Total, costo de producción (Sumatoria de los costos totales)					

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos finales:

- Peso total de queso obtenido: _____ gramos
- Costo total de producción: \$ _____
- Costo por unidad (ej. por 250 g): \$ _____
- Precio de venta sugerido (con utilidad del 25%): \$ _____

Glosario

Tabla 17. Glosario

Término	Definición
Acidez titulable	Medida de la cantidad de ácidos presentes en la leche, expresada en grados Dornic (°D) (Calderon et al., 2012)
BPM (Buenas Prácticas de Manufactura)	Conjunto de normas y procedimientos higiénico-sanitarios aplicados en la producción de alimentos (Juárez et al., 2011)
Caseína	Proteína principal de la leche que forma la cuajada durante la coagulación (Ramirez Lopez & Vélez-Ruiz, 2012)
Cadena de frío	Es el sistema continuo de control de temperatura que debe mantenerse desde el momento posterior al envasado, durante el almacenamiento, transporte y distribución de leches, de modo que estas permanezcan en condiciones de refrigeración (no mayores a $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) o en estado congelado según su modalidad, garantizando su inocuidad, calidad microbiológica y estabilidad hasta que lleguen al consumidor final (MinSalud, 2013)
Coagulación	Proceso en el que las proteínas de la leche se agrupan formando una masa sólida o semisólida (Rendón Ocampo et al., 2021).



Término	Definición
Cloruro de calcio	Sal que se agrega a la leche para mejorar la coagulación durante la elaboración de queso (Rojas et al., 2015).
Densidad	Relación entre la masa y el volumen de la leche; se mide con un lactodensímetro (Tavera, 2012).
Fenolftaleína	Indicador utilizado en la titulación de leche para determinar su acidez (Rendón Ocampo et al., 2021).
Lactodensímetro	Instrumento utilizado para medir la densidad de la leche.
Lactometría	Técnica para medir el índice de sólidos solubles en la leche, útil para detectar adulteraciones (Rendón Ocampo et al., 2021).
pH	Medida de acidez o alcalinidad de la leche (Rendón Ocampo et al., 2021).
Prensa para quesos	Herramienta utilizada para moldear y compactar la cuajada, facilitando la eliminación del suero (Ramírez Lopez & Vélez-Ruiz, 2012).
Refractómetro	Instrumento óptico que mide el índice de refracción de líquidos como la leche (Cardona Iglesias et al., 2022).
Suero	Parte líquida que se separa de la cuajada durante la elaboración de queso (Juárez et al., 2011).
Yogurt	Producto lácteo fermentado a partir de leche inoculada con cultivos lácticos específicos (Juárez et al., 2011).

Fuente: elaboración propia

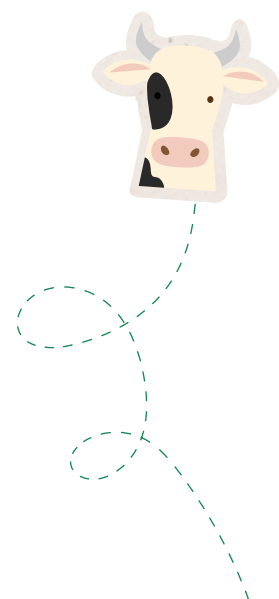
Resultado del aprendizaje

El estudiante elabora queso fresco a partir de leche cruda aplicando técnicas de coagulación enzimática, corte, desuerado, salado óptimo y prensado adecuado de la cuajada; evaluando sensorialmente el producto final, asegurando la implementando de buenas prácticas de higiene y manipulación, un correcto uso de los equipos y utensilios agroindustriales, con el fin de asegurar la calidad e inocuidad del alimento.

Valoración y recolección de la siembra:

¡Llegamos al momento más importante de nuestro proceso!

Presentación de las Bitácoras: Las CMIFI, compartirán sus memorias, registros y reflexiones que han logrado consignar en las Bitácoras, analizarán e identificarán sus puntos de encuentro y diferencias. A partir de ello, realizarán un informe colectivo donde den cuenta de cómo se desarrolló el proceso y presentarán los impactos alrededor de su proyecto o estrategia de innovación. Visibilizarán las voces y saberes tradicionales que incorporaron en su propuesta.



Socialización de los resultados y productos: Cada una de las CMIFI presentará sus resultados y productos finales del proceso de investigación y el producto innovador, así como del informe final. Presentado el PPP que realizaron de manera colectiva y contextualizada, proyectarán acciones de sostenimiento y propuesta de proyección.

Proyección y sostenimiento del PPP: Se recomienda que el PPP se alinee con el PEI, con el fin de articular acciones de sostenimiento y mejoramiento, es importante que las CMIFI se establezcan como el dispositivo de investigación institucional, territorial y comunitario.

Recorrido peripatético: Se realizará conversación peripatética a cada uno de los proyectos o estrategias con las CMIFI, para evidenciar de manera directa los procesos innovadores.

Esta es el primer paso para fortalecer los procesos a partir de los acuerdos y sueños de los integrantes de la CMIFI. El proceso de investigación apenas comienza, recuerda que eres el autor de un PPP, que aportará a la Agroindustria Ganadera, serás el responsable de garantizar los derechos de los productores y del territorio, así como a la seguridad, autonomía y seguridad alimentaria. Tu posicionamiento ético-político está basado en unos principios y cuentas con las herramientas para consolidar tu proyecto de vida personal.



Anexo: Modelo bitácora Ceibo

Fecha: _____

Lugar: _____

Institución Educativa: _____

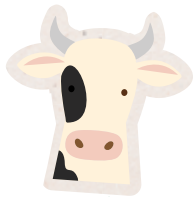
Nombre: _____

Nombre de la CMIFI: _____

Integrantes de la CMIFI: _____

Nombre del PPP: _____

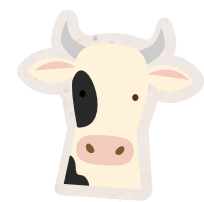
Memoria	Información (ten en cuenta las orientaciones)
Territorial (El saber local)	
Técnica (El saber hacer)	
Del equipo (El saber ser y convivir)	
Creativa (El saber soñar)	



Referencias

- AGROSAVIA TV. (2019). *OT en 30 Segundo - Calidad higiénica leche cruda*. [Video]. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. <https://www.youtube.com/watch?v=D2TZjTCAwU&feature=youtu.be>
- AGROSAVIA TV. (2020). *Toma de muestras de Leche cruda para control lechero* [Video]. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. <https://www.youtube.com/watch?v=GH8c5z-UMrl>
- Calderón, A., Rodríguez, V., Arrieta, G., Martínez, N., & Vergara, O. (2012). Calidad Fisicoquímica y Microbiológica de Leches Crudas en Empresas Ganaderas del Sistema Doble Propósito en Montería (Cordoba). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 399-407. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000200018
- Cardona Iglesias, J. L., Castro Rincón, E., & Suárez Paternina, E. A. (2022). *Los grados brix como herramienta para determinar el potencial nutricional en forrajes (Primera Edición)*. Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405798>
- Decreto 616 de 2006. "Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendia, importe o exporte en el país". Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría Jurídica Distrital. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21980>
- Echavarría-Grajales, C. V. & González-Meléndez, L. (2023). Las comunidades mixtas de investigación, formación e innovación para la educación rural. En Acosta W. y Rodríguez E, *Ecoliderazgo y educación rural (Vol. 33, pp. 243-266)*. Universidad de la Salle. <https://doi.org/10.19052/9786287645127>
- Echavarría-Grajales, C. V., Sánchez-Camargo, J., Cortes-Parra, M. & Ariza-Betancur, H. D. (2025). Documento no publicable de discusión modelo pedagógico ceibo: conocimientos y saberes enraizados en el territorio. Centro de Estudios e Investigaciones Rurales [CEIR]. Doctorado en Educación y sociedad-DES. Universidad de la Salle.

- Echavarría-Grajales, C. V., Vanegas-García, J. H., González-Meléndez, L., & Bernal-Ospina, J. S. (2020). Misiones pedagógicas territoriales: Una estrategia de formación para maestras y maestros en contextos educativos rurales. En A. M. Guzmán Rivera (Ed.), *Lasallismo y educación*, 15, 161–179. Ediciones Unisalle.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2018). *Productos lácteos. Leche cruda*. (NTC 399).
- Juarez, M., Moscoso, B., Merida, M., & Samoya, L. (2011). Buenas prácticas de manufactura en la elaboración de productos lácteos. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO]. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/35d6c5d9-0fc7-408c-853d-208472d3f3af/content>
- Kopenawa, D. & Bruce, A. (2024). *El espíritu de la floresta*. Traficante de sueños.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2010). *Orientaciones para el desarrollo de Proyectos Pedagógicos Productivos*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-287836_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *Resolución 2674 de 2013. “Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los alimentos, bebidas y materias primas para consumo humano”*.
- Nussbaum, M (2012). *Crear capacidades. Propuesta para el desarrollo humano*. Barcelona: Paidós.
- Ramírez López, C., & Velez-Ruiz, J. (2012). Quesos frescos: Propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 131 – 148 https://www.researchgate.net/publication/303959697_Quesos_frescos_propiedades_metodos_de_determinacion_y_factores_que_afectan_su_calidad
- Rendón Ocampo, C. P., Santacruz Castro, A. M., Buitrago Albarado, C. P., Lesmes Chavur, A. R., & Navarrete Fernández, A. (2021). *Guías de mejores prácticas para la gestión en organizaciones de productores de leche (Primera edición)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404708>
- Rojas, A. M., Montano, L. P., & Bastidas, M. J. (2015). Producción de ácido láctico a partir del lactosuero utilizando *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. *Revista Colombiana de Química*, 44(3), 5-10. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v44n3.55604>
- Tavera Rodríguez, E. M. (2012). Caracterización de leches con diferentes grados de estabilidad proteica. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá]. Repositorio UN. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/12129>
- Velasquez, Y. (2021, 26 de mayo). Control de calidad de la leche completa: Acidez titulable. *Hive Blog*. <https://hive.blog/hive-196387/@yusvelasquez/control-de-calidad-de-la-leche-completa-acidez-tituable>





Agradecimiento especial

Martha Viviana Carvajalino Villegas
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

Carlos Andrés Capachero Martínez
Director de Innovación, Desarrollo
Tecnológico y Protección Sanitaria
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Miguel Serrano López
Director Ejecutivo AGROSAVIA

Sandra Tatiana Rivero Espitia
Director de Planeación
y Cooperación Institucional
AGROSAVIA

Rodrigo A. Martínez Sarmiento
Director de Investigación y Desarrollo
AGROSAVIA

Martha Isabel Gómez Álvarez
Director de Vinculación
AGROSAVIA

Ariel Wilfredo Hurtado Rodríguez
Director Administrativo y Financiero
AGROSAVIA

Pablo Fernando Ramos-Calderón
Coordinador Estrategia Nacional
Jóvenes Rurales – C.I. Nataima
Sede Florencia AGROSAVIA

Yilian Mauricio Neuta
Equipo Coordinación Nacional Estrategia
Jóvenes Rurales – C.I. Nataima
Sede Florencia AGROSAVIA

Yenny Patricia Yáñez
Equipo Coordinación Nacional Estrategia
Jóvenes Rurales – C.I. Nataima
Sede Florencia AGROSAVIA

Líderes Territoriales Estrategia Nacional Jóvenes Rurales

Adriana Lucia Ballesteros
Líder C.I. Nataima

José Alfredo Orjuela
Líder C.I. Nataima - Sede Florencia

Jaydy Segura Estupiñán
Líder C.I. El Mira

Cindy Marcela Guzmán Muñoz
Líder C.I. Palmira - Sede Popayán

Wilson Trujillo Bejarano
Líder C.I. Palmira

Sandra Carolina Perdomo Ayola
Líder C.I. Motilonia

Felipe Montealegre Bustos
Líder C.I. La Suiza – Sede Cúcuta

María Del Valle Rodríguez Pinto
Líder C.I. Turipaná

Wilman O. Londoño Salcedo
Líder C.I. Turipaná -
Sede El Carmen de Bolívar

Carlos E. Brochero Bustamante
Líder C.I. Caribia

David Felipe Nieto Sierra
Líder C.I. Nus

Miguel Ángel Useche
Líder C.I. La Libertad

Héctor A. Sandoval Contreras
Líder C.I. La Libertad – Sede Yopal



Las siguientes personas hicieron posible la adecuación y edición de estas cartillas

Centro de Estudios en Investigaciones Rurales

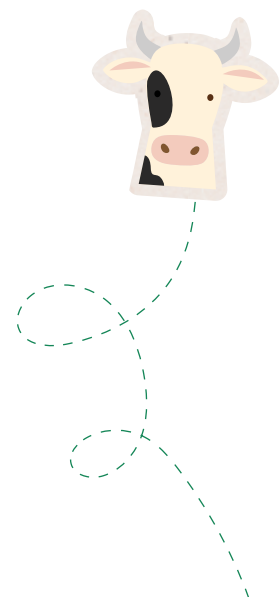
Jaime Alberto Rendón Acevedo
Sebastián Gutiérrez Villamil
Gabriela Sierra Pérez
Adriana Martínez Prieto
Diego Martínez Cárdenas

Evaluadores Técnicos

Álvaro Andrés Pulido Castrillón
John Cristhian Fernández Lizarazo
Dolly Esperanza Rodríguez Robayo
Ana María Castro Triana
David Leonardo Flechas Hernández
Joao Alveiro Alvarado Rincón
Jairo Alejandro Acero
Rodrigo Chaves Ladino

Adecuadores Pedagógicos

Carlos Valerio Echavarría-Grajales
Héctor David Ariza-Betancur
Jairo Sánchez-Camargo
Marisol Cortes-Parra





Las siguientes personas hicieron posible
la adecuación y edición de estas cartillas

Centro de Estudios en Investigaciones Rurales

Jaime Alberto Rendón Acevedo
Sebastián Gutiérrez Villamil
Gabriela Sierra Pérez
Adriana Martínez Prieto
Diego Martínez Cárdenas

Evaluadores Técnicos

Álvaro Andrés Pulido Castrillón
John Cristhian Fernández Lizarazo
Dolly Esperanza Rodríguez Robayo
Ana María Castro Triana
David Leonardo Flechas Hernández
Joao Alveiro Alvarado Rincón
Jairo Alejandro Acero
Rodrigo Chaves Ladino

Adecuadores Pedagógicos

Carlos Valerio Echavarría-Grajales
Héctor David Ariza-Betancur
Jairo Sánchez-Camargo
Marisol Cortes-Parra





Esta colección de guías de aprendizaje ha sido creada para fortalecer los Proyectos Pedagógicos Productivos desarrollados en instituciones educativas rurales - IER de Colombia. Su propósito es brindar herramientas prácticas, claras y contextualizadas que permitan a docentes, estudiantes y comunidad aprender haciendo, reconociendo el valor del territorio, la biodiversidad y las prácticas productivas de cada región, desde un enfoque de ciencia y tecnología y la conformación de Comunidades Mixtas de Investigación, Formación e Innovación (CMIFI).

Cada guía integra saberes locales, técnicas agropecuarias, procesos pedagógicos y una visión de sostenibilidad que impulsa el relevo generacional en el campo. Este material busca potenciar la autonomía, la creatividad y el pensamiento crítico, promoviendo experiencias significativas que conectan las IER con la vida rural y fortalecen proyectos de vida de los jóvenes rurales.

Apoyo técnico y pedagógico

Ediciones
Unisalle

