

**EVALUACIÓN DE LA DISCIPLINA TECNOLÓGICA EN LA PRODUCCIÓN DE
LECHE PASTEURIZADA EN LÁCTEOS MATANZAS, CUBA**

**EVALUATION OF TECHNOLOGICAL DISCIPLINE IN THE PRODUCTION OF
PASTEURIZED MILK AT LÁCTEOS MATANZAS, CUBA**

Autoras

Claudia Marina Medina Hernández
Estudiante. Universidad de Matanzas
<https://orcid.org/0009-0002-8234-7755>
cm8853392@gmail.com

Elpidia Caridad Cruz Cabrera
Profesor Titular y Consultante. Universidad de Matanzas
<https://orcid.org/0000-0002-2708-3032>
caridad.cruz@umcc.cu

Elizabeth Poey Cardonell
Empresa de Productos Lácteos de Matanzas
<https://orcid.org/0009-0002-2539-8951>
elizanell89@gmail.com

Dainerys Amaro Prieto
Profesor Auxiliar. Universidad de Matanzas
<https://orcid.org/0009-0000-1279-0888>
dainerys.amaro@umcc.cu

RESUMEN

En este estudio se evalúa la disciplina tecnológica en la producción de leche pasteurizada en la Unidad de Base Empresarial "Lácteos Matanzas", Cuba. La investigación se centra en factores claves como mano de obra, mantenimiento, materiales, entorno socioeconómico, instrumentación, control del proceso y normalización, así como en la influencia de estos, sobre los parámetros de seguridad, calidad, económicos, y ambientales. Mediante métodos como el análisis HACCP, se identifican cuatro puntos críticos de control: temperaturas de leche fresca, de clarificación/pasteurización, de almacenamiento y de nevera del producto terminado, cruciales para evitar riesgos microbiológicos y garantizar calidad. Se emplean herramientas como el Diagrama de Ishikawa para el análisis causas-efecto sobre los parámetros que se identifican; así como el software Stagraphic Plus 5.0 para el monitoreo de variables como acidez y temperatura. A pesar de las deficiencias que

se detectan como la falta de capacitación del personal, mal uso de recursos e insuficiente instrumentación; el proceso muestra una rentabilidad de 30,42 %. El análisis ambiental revela problemas en el tratamiento de residuales líquidos, con un índice de calidad del agua (ICA) inferior al estándar, por lo que requiere mejoras para reducir el impacto ecológico.

Palabras clave: Disciplina tecnológica, leche pasteurizada, calidad, seguridad, impacto ambiental.

ABSTRACT

In this study, the technological discipline in the production of pasteurized milk at the Base Business Unit "Lácteos Matanzas," Cuba, is evaluated. The research focuses on key factors such as labor, maintenance, materials, socioeconomic environment, instrumentation, process control, and standardization, as well as their influence on safety, quality, economic, and environmental parameters. Using methods like HACCP analysis, four critical control points were identified: fresh milk temperatures, clarification/pasteurization, storage, and finished product refrigeration; which are crucial to avoiding microbiological risks and ensuring quality. Tools such as the Ishikawa Diagram were used to analyze cause-and-effect relationships regarding the identified parameters, while the software Stagraphic Plus 5.0 was employed to monitor variables like acidity and temperature. Despite detected deficiencies such as lack of staff training, misuse of resources, and insufficient instrumentation, the process demonstrated a profitability of 30.42 %. The environmental analysis revealed issues in liquid waste treatment, with a water quality index (WQI) below the standard, indicating the need for improvements to reduce ecological impact.

Keywords: Technological discipline, pasteurized milk, quality, safety, environmental impact.

RESUMO

Neste estudo, avalia-se a disciplina tecnológica na produção de leite pasteurizado na Unidade de Base Empresarial "Lácteos Matanzas", em Cuba. A pesquisa concentra-se em fatores-chave como mão de obra, manutenção, materiais, entorno socioeconômico, instrumentação, controle do processo e normalização, bem como na influência destes sobre os parâmetros de segurança, qualidade, econômicos e

ambientais. Por meio de métodos como a análise HACCP, identificaram-se quatro pontos críticos de controle: temperaturas do leite fresco, do clarificação/pasteurização, armazenamento e refrigeração do produto final; cruciais para evitar riscos microbiológicos e garantir qualidade. Utilizaramse ferramentas como o Diagrama de Ishikawa para analisar relações de causa-efeito sobre os parâmetros identificados, além do software *Stagaphic Plus 5.0* para monitorar variáveis como acidez e temperatura. Apesar das deficiências detectadas como falta de capacitação do pessoal, uso inadequado de recursos e instrumentação insuficiente, o processo demonstrou rentabilidade de 30,42 %. A análise ambiental revelou problemas no tratamento de resíduos líquidos, com um Índice de Qualidade da Água (IQA) abaixo do padrão, exigindo melhorias para reduzir o impacto ecológico. **Palavras-chaves:** Disciplina tecnológica, leite pasteurizado, qualidade, segurança, impacto ambiental.

El consumo de leche se remonta a épocas antiguas, siendo un alimento esencial en la nutrición humana por su valor nutritivo y su papel como materia prima para diversos productos lácteos (Díaz, 2000). La leche pasteurizada, obtenida mediante tratamiento térmico, debe cumplir estrictos parámetros microbiológicos y físico-químicos para garantizar su inocuidad, ya que es altamente perecedera (Valbuena *et al.*, 2025). La industrialización en el siglo XIX facilitó su transporte desde zonas rurales a urbanas, marcando un hito en su distribución (Ybarra, 2020).

En la actualidad, las empresas lácteas enfrentan desafíos tecnológicos y económicos, como el alto costo de materiales y la necesidad de adaptarse a mercados competitivos (Calvo, 2023). La disciplina tecnológica emerge como un factor clave para optimizar procesos, asegurando calidad, economía, seguridad y sostenibilidad ambiental (Leonel, 2018). Su implementación es crucial para evitar afectaciones a trabajadores, instituciones y el medio ambiente (Águila, 2007).

La industria láctea cubana enfrenta problemas como la falta de capacitación del personal, el mal uso de recursos naturales y la insuficiente instrumentación, lo que impacta negativamente en la disciplina tecnológica (Cabrera, 2016). Estos desafíos se agravan en un contexto de bloqueo económico, donde la eficiencia y el cumplimiento normativo son prioritarios para reducir costos y garantizar la calidad (NC 827, 2017; NC 27, 2012).

La UEB "Lácteos Matanzas" presenta deficiencias detectadas en inspecciones ambientales y de calidad, atribuidas a una mala disciplina tecnológica (Ybarra, 2020). Estas afectan directamente la producción de leche pasteurizada, producto de alto impacto social debido a su distribución mayoritariamente destinada para sectores como Educación, Salud y los infantes del territorio. El estudio de la disciplina tecnológica en este contexto busca identificar y resolver problemas técnicos, económicos, de seguridad y ambientales.

La investigación se justifica por la necesidad de mejorar la eficiencia en una industria estratégica para Cuba, donde la violación de la disciplina tecnológica genera pérdidas económicas, riesgos laborales y daños ambientales (Torres, 2009). Los resultados aportan elementos para optimizar el proceso y cumplir con normas nacionales e internacionales, asegurando la sostenibilidad del sector lácteo.

Disímiles son los enfoques y autores que abordan la disciplina tecnológica como por ejemplo González y Leonel (2018) que conciben la disciplina tecnológica como el conjunto de elementos que permiten la correcta operación de un proceso con incidencia en la calidad, economía, seguridad y afectaciones al medio ambiente. Martín y Zangara (2024) la concibe como una disciplina prescriptiva, que define acciones o metodologías específicas para el caso de estudio.

En esta investigación se considera que la disciplina tecnológica es un sistema estructurado de principios, métodos y herramientas que, adaptados al contexto, regulan y mejoran procesos productivos o industriales, asegurando resultados óptimos en términos de eficiencia, calidad, seguridad y responsabilidad ambiental.

El estudio de la disciplina tecnológica en Cuba adquiere una importancia especial, por sus características de país bloqueado con fuentes económicas y financieras limitadas, bajo las cuales se acentúa la posible afectación a trabajadores, a la población y al medio ambiente. Además, por su condición de país costero, la posible contaminación a cuerpos de agua, podría finalmente causar daños irreversibles a las aguas que nos rodean y al medio ambiente en general; en caso de incumplimiento con las normas vigentes (NC 27 2012).

El objeto de estudio en este trabajo es la Unidad de Base Empresarial "Lácteos Matanzas" que se encuentra ubicada en las afueras de la ciudad cabecera de la provincia, que colinda con dos grandes centros educacionales y el río San Juan, al que se emite residuales y que desagua a la bahía de Matanzas. Esta empresa tiene

como objetivo abastecer las demandas de productos lácteos con eficiencia y calidad. En inspecciones realizadas por instituciones que responden a Higiene y Epidemiología y Medio Ambiente, entre otras; han detectado numerosas deficiencias que afectan la calidad del producto, la normalización y el medio ambiente.

Lo anteriormente expuesto constituye una problemática que no ha sido investigada desde el punto de vista del cumplimiento de la disciplina tecnológica, por lo que se aborda en el presente trabajo. Se selecciona en un primer momento realizar el estudio en el área de producción de leche pasteurizada al ser la línea de mayor volumen de producción y que genera mayor carga contaminante.

A partir de criterios de autores y las características de este proceso productivo se definen como factores fundamentales para el estudio de la disciplina tecnológica los siguientes: mano de obra, mantenimiento, materiales, entorno socio-económico, instrumentación y control del proceso y la normalización.

Los cuatro primeros se estudian a partir de las respuestas que emiten los expertos a los diferentes aspectos de las respectivas listas de chequeo que se confeccionan. Para el análisis de los resultados se utilizan los métodos de Kendall y la matriz de Saaty para unificar los criterios de los expertos, así como determinar el nivel de concordancia y asignar los pesos de los criterios, basado en una comparación cuantitativa.

La instrumentación se evalúa a partir de un inventario del completamiento de los instrumentos que se precisan, así como la confiabilidad de los mismos.

Para el control del proceso y la normalización se profundiza además, en el flujo del proceso productivo y a partir de la confección de un árbol de decisión, se realiza un análisis de peligro e identificación de los puntos críticos de control (HACCP), este último es un método sistemático y preventivo, dirigido a la identificación, evaluación y control de los peligros asociados con las materias primas, ingredientes, procesos, comercialización y su uso por el consumidor, a fin de garantizar la inocuidad del alimento.

Como resultado se obtienen cuatro puntos críticos de control:

- La temperatura de la leche fresca, porque inhibe la fermentación de la bacteria *Lactobacilos*, la cual convierte la lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico, que le proporciona un sabor desagradable a dicha materia prima,
- La temperatura de clarificación y pasteurización porque es fundamental para lograr la inocuidad del producto final. Se encarga de eliminar todas aquellas impurezas

presentes en la leche, así como agentes patógenos que puedan contener bacterias, protozoos, mohos y levaduras, los cuales dañan a la salud humana; con lo que se previene la presencia de las bacterias causantes de la tuberculosis, la difteria, la polio, la salmonelosis, la fiebre escarlata, brucelosis y las fiebres tifoideas (Inda, 2003),

- La temperatura de almacenamiento de la leche pasteurizada, que si no cumple con la establecida, inhibe la fermentación de la bacteria Lactobacilos, la cual convierte la lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico, que le proporciona un sabor desagradable a dicho producto y propicia el riesgo de que surjan las conocidas ETA (enfermedades transmitidas por alimentos),

- La temperatura en la nevera del producto terminado, si no cumple con lo establecido en la norma (8 - 10 °C) afecta la inocuidad del producto y también puede provocar la descomposición de elementos orgánicos.

Los resultados de la aplicación de los procedimientos y herramientas que se aplican en la evaluación de los factores que se tienen en cuenta en la disciplina tecnológica (mano de obra, mantenimiento, materiales, entorno socio-económico, instrumentación control del proceso y normalización) se integran con un análisis causas-efecto en el diagrama de Ishikawa (Figura 1), en el que se representan como parámetros de salida aquellos sobre los que incide la disciplina tecnológica que son seguridad, calidad, economía y medioambiente.

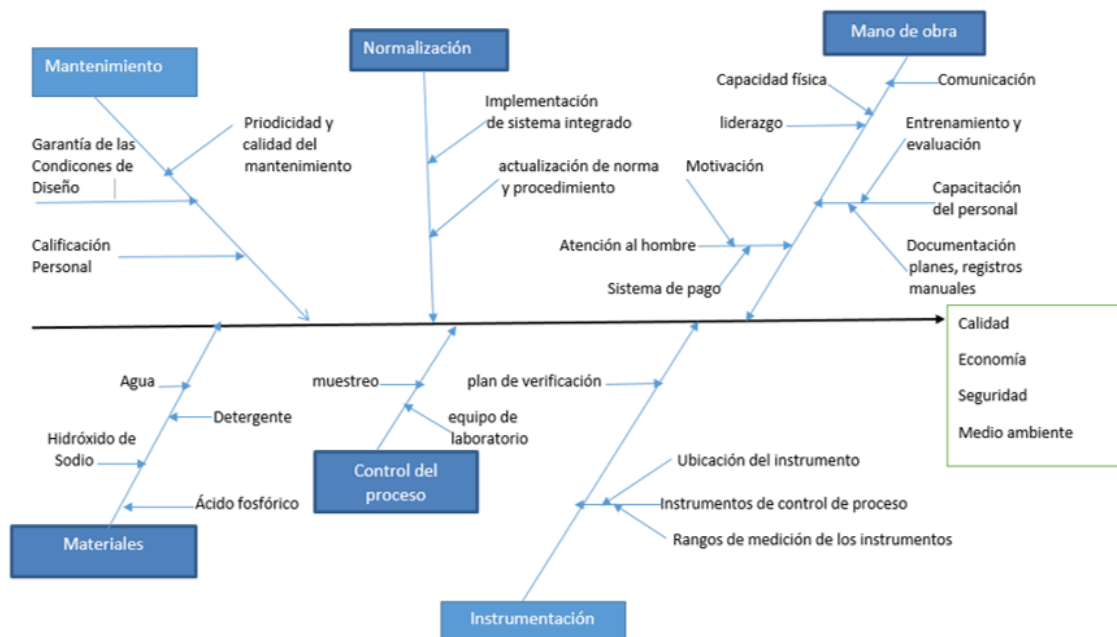


Fig. 1: Diagrama de Ishikawa

En la seguridad del proceso productivo se valoran los riesgos que representan para los trabajadores la exposición a vibraciones, ruidos y sustancias peligrosas (hidróxido de sodio y amoniaco); así como la seguridad para los equipos que se evalúa mediante el Análisis de Modos y Efectos de Fallos (FMEA) y se calcula su impacto mediante el Número de Prioridad del Riesgo (NPR), cuyo valor absoluto indica el nivel de atención que se debe prestar al fallo que se detecta. Se seleccionan el pasteurizador y la nevera de producto terminado porque en ellos hay etapas del proceso que fueron valoradas como Puntos Críticos de Control, de ahí la importancia que tienen para lograr un control sobre los parámetros de operación, de calidad y el producto final. Se destacan etapas claves donde los fallos pueden comprometer la inocuidad del producto, como la temperatura de pasteurización (72-76°C) y el almacenamiento (8-10°C).

Para el control de la calidad de la leche durante todo el proceso, en los cuatro puntos críticos se mide la temperatura y se determinan a nivel de laboratorio la acidez (%), densidad específica, grasa (%) y sólidos no grasos (%). Los resultados se procesan estadísticamente con el software Stagraphic Plus 5.0, con el que se obtienen cartas de control para las cuatro variables que permiten determinar si el proceso se encuentra o no fuera de control, como se muestra en la Figura 2 para la temperatura.

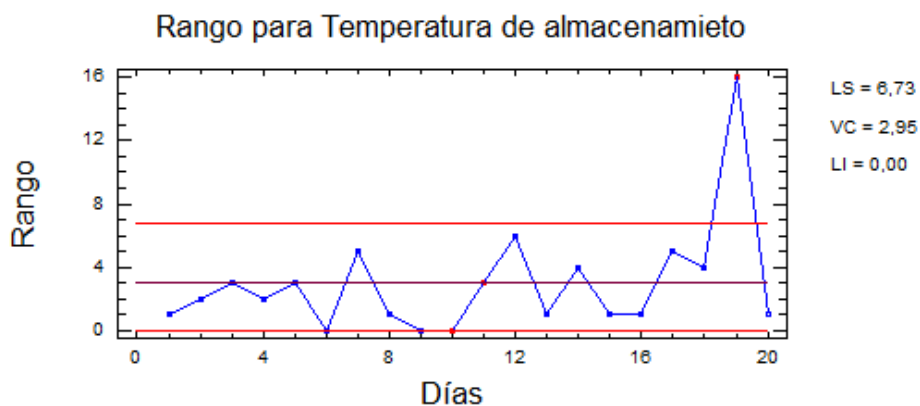


Fig. 2. Carta de control de rango para temperatura de almacenamiento.

Los resultados del análisis económico en el proceso de producción de leche pasteurizada, indican que a pesar de las deficiencias que existen, el costo de producción por peso es de 0,77 y se genera una ganancia de \$ 359 759,12. Según (Salazar y Vargas, 2015) la rentabilidad de un proceso lácteo debe encontrarse entre

el 25 y 35 %, y en el caso de estudio se logra una rentabilidad del 30,42 %, lo que evidencia que el mismo es rentable.

El análisis medioambiental se centra en la problemática fundamental de la planta, que es la generación de residuales líquidos, aunque estos al final se someten a tratamiento biológico en una laguna de oxidación.

Al agua residual se le hacen determinaciones de pH, conductividad, temperatura, grasas y aceites, DBO₅, oxígeno disuelto y coliformes totales; a los que se le asignan valores porcentuales con los que se determina el índice de calidad del agua (ICA) que se compara con el ICA de un agua patrón y los valores resultan ser de 25 % y 36 %, respectivamente. Como el ICA del residual no rebasa al ICA del patrón se corrobora que la misma requiere de un tratamiento previo a su vertimiento para evitar un impacto negativo sobre el medioambiente.

CONCLUSIONES

El cumplimiento estricto de los parámetros tecnológicos es determinante para garantizar la calidad e inocuidad del producto. Los resultados demuestran que las principales deficiencias se concentran en cuatro puntos críticos: control de temperatura en la leche fresca, proceso de pasteurización, almacenamiento y refrigeración del producto terminado, cuya supervisión adecuada es esencial para prevenir riesgos microbiológicos. El análisis económico evidencia que, a pesar de las limitaciones tecnológicas, el proceso mantiene una rentabilidad del 30,42 %. Desde la perspectiva ambiental, se constata que los residuales líquidos requieren tratamientos más efectivos, dado que su índice de calidad actual (25%) está por debajo del estándar recomendado. La investigación confirma que el fortalecimiento de la disciplina tecnológica mediante capacitación del personal, mantenimiento preventivo de equipos, completamiento y actualización de la instrumentación, así como el estricto cumplimiento de normas constituye la estrategia clave para optimizar la producción, asegurar la calidad del producto y minimizar el impacto ambiental.

REFERENCIAS

Águila Hernández, G. M. (2007). La influencia de la disciplina tecnológica en los problemas ambientales que provoca la Pasteurizadora "Germán Hernández Salas" de Cárdenas. Tesis en opción al grado científico de máster Universidad de Matanzas, Matanzas.

- Cabrera, L. (2016). Evaluación del comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso de la Pasteurizadora “Germán Hernández Salas” de Cárdenas. Tesis en opción al título de Ingeniero Químico Universidad de Matanzas, Matanzas.
- Calvo, L. (2023). Evaluación del Comportamiento de la Disciplina Tecnológica en el Proceso de obtención del Queso Semiduro Caribe en la Unidad de Base Empresarial “Lácteos Matanzas” de Matanzas [Tesis de Maestría no publicada, Universidad de Matanzas].
- Díaz, C. (2000). *Microbiología de la leche y de los productos lácteos*. Vol. I, pp.270. Editorial Venezolana C.A. Mérida. Venezuela.
- González, L (2018) Evaluación del comportamiento de la disciplina tecnológica en el proceso de obtención de queso semiduro Caribe en el Combinado Lácteo Mártires del 29 de abril de Matanzas.
- Inda, A. (2003). Aseguramiento de inocuidad en la industria de productos lácteos Disponible en <http://www.ucipfg.com>. Consultado 26 de enero del 2022.
- Leonel, G. (2018). En Cuba Salud 2018. Obtenido {retrievedDate}, desde <http://www.convencionsalud2018.sld.cu/index.php/convencionsalud/2018/paper/view/1620/579>.
- Norma Cubana NC 27: 2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización. La Habana, Cuba.
- Norma Cubana NC 827:2017, (2017). Agua potable – requisitos sanitarios. Especificaciones. Oficina Nacional de Normalización. La Habana, Cuba.
- Salazar, X.; Vargas D. J. (2015). Diseño de una planta para elaboración de dos productos lácteos y la evaluación de la influencia de la leche producida mediante el método “Rotativo Racional” en el rendimiento, composición y calidad. Tesis en opción al título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos. Universidad de las Américas.
- Torres, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, Revista Ingenierías Vol. 8. Medellín, Colombia
- Valbuena, E.; Castro, G.; Lima, K.; Acosta, W.; Bríñez, W.; Tovar, A. (2025). Calidad microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizada distribuidas en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. Revista Científica [en línea]. 2004, XIV (1), [fecha

de Consulta 30 de Marzo de 2025]. ISSN: 0798-2259. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911219009>.

Ybarra, Y. (2020). Evaluación del Comportamiento de la Disciplina Tecnológica en el Proceso de obtención de leche pasteurizada en la Unidad de Base Empresarial "Lácteos Matanzas" de Matanzas [Tesis de Maestría no publicada, Universidad de Matanzas].

Zangara, A., (2024). La Tecnología Educativa como disciplina tecnológica especial. En, M. M., Martín y M. A. Zangara (Eds.), *El campo de la tecnología educativa* (1ª ed., pp. 9-23). Editorial EDULP. ISBN 978-950-34-2399-8