

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENCERADO Y ETIQUETADO EN LA INDUSTRIA DE VINOS ARTESANALES MEDIANTE EL DISEÑO DE PROTOTIPOS SEMIAUTOMÁTICOS.

OPTIMIZATION OF THE WAXING AND LABELING PROCESS IN THE ARTISANAL WINE INDUSTRY THROUGH THE DESIGN OF SEMI-AUTOMATIC PROTOTYPES.

Ilse Alejandra Estévez – Gutiérrez*¹, Manuel Ángel Rosales – Montiel¹, Antonio Soto – Núñez¹, María Leonor Méndez – Hernández².

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Desv. Lindero Tametate S/N La Morita, Tantoyuca, Veracruz 92100, México.

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cerro Azul, Carretera Tuxpan – Tampico Km 60, CP 92519, Cerro Azul, Veracruz, México.

*Email: ilse.estevez@itsta.edu.mx

Recibido:04-Junio-2026

Aceptado: 12-Junio-2026

RESUMEN

El presente trabajo describe la mejora del proceso de encerado y etiquetado de botellas de vino de miel de una PyME, ubicada en el municipio de Tantoyuca, Veracruz, México. Como área de oportunidad se identifica la ejecución manual de ambos procesos, generando cuellos de botella, retrabajo, desperdicio de materiales y una restricción en la capacidad de producción. Mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial —estudio de tiempos (promedio) con cronómetro, diagrama de Ishikawa y Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)— se diagnosticó la situación actual y se diseñaron dos prototipos: una enceradora semiautomática con control electrónico de temperatura y una etiquetadora de sistema giratorio, ambos fabricados con materiales de bajo costo. Los resultados obtenidos demuestran una mejora sustancial: el proceso de encerado pasó de 46.35 minutos para 20 botellas a 4.11 minutos para 30 botellas, y el proceso de etiquetado se redujo de 21.02 minutos para 20 botellas a 2.41 minutos para 30 botellas. La producción diaria estimada aumentó de 208 botellas a 1,930 botellas, representando un incremento en el ingreso de \$61,467.28 a \$570,623.80 por día. El proyecto demuestra el impacto positivo de la ingeniería industrial aplicada en microempresas regionales del sector artesanal.

Palabras Clave: Mejora, encerado, etiquetado, prototipo, productividad.

ABSTRACT

This paper describes the improvement of the waxing and labeling process for honey wine bottles at a small or medium-sized enterprise (SME) located in the municipality of Tantoyuca, Veracruz, Mexico. The manual execution of both processes was identified as an area of opportunity, generating bottlenecks, rework, material waste, and a constraint on production capacity. Using industrial engineering tools—time studies with a stopwatch, Ishikawa diagrams, and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)—the current situation was diagnosed, and two prototypes were designed: a semi-automatic waxing machine with electronic temperature control and a rotary

labeling system, both manufactured with low-cost materials. The results obtained demonstrate a substantial improvement: the waxing process decreased from 46.35 minutes for 20 bottles to 4.11 minutes for 30 bottles, and the labeling process was reduced from 21.02 minutes for 20 bottles to 2.41 minutes for 30 bottles. The estimated daily production increased from 208 bottles to 1,930 bottles, representing an increase in revenue from \$61,467.28 to \$570,623.80 per day. The project demonstrates the positive impact of applied industrial engineering on regional microenterprises in the artisan sector.

Keywords: Optimization, waxing, labeling, prototyping, productivity

1. INTRODUCCIÓN

La industria apícola en México representa una importante actividad económica, especialmente en regiones rurales y semiurbanas donde las microempresas artesanales son el principal motor de desarrollo local. En este contexto y considerando la importancia de la alimentación saludable, artesanal y gourmet, la producción de vino de miel o hidromiel, resulta atractiva y relevante para la población, dado que la calidad y presentación del producto son factores determinantes de competitividad en mercados nacionales e internacionales. Esto conlleva a la imperiosa necesidad de impulsar el valor agregado a través de estrategias y procesos que transformen los productos en bienes de consumo que diversifiquen los ingresos de los productores apícolas (Acosta et al., 2018) (Avila et. al., 2024), (Salgado et. al., 2023). No obstante, su potencial, la mayoría de las empresas artesanales de este sector carecen de procesos estandarizados, lo que limita su capacidad productiva y su posibilidad de atender volúmenes crecientes de demanda. La problemática identificada en una microempresa productora de vino de miel de la región huasteca veracruzana radicaba en la realización manual de las operaciones de encerado y etiquetado de botellas por parte de un único operario. Estos procesos se realizaban sin ningún control de temperatura ni guía de posicionamiento, lo que generaba alineaciones incorrectas, burbujas de aire retrabajos y tiempos de procesamiento elevados, de forma consistente con la ineficiencia reportada en otros procesos productivos no automatizados (Pineda, 2005). Esta ineficiencia operativa es un obstáculo crítico, ya que la competitividad actual en las PyMEs depende directamente de la transición de procesos manuales hacia la innovación tecnológica. El objetivo principal de este trabajo fue diseñar e implementar mecanismos que facilitaran y mejoraran dichos procesos, aplicando herramientas propias de la Ingeniería Industrial: estudio de tiempos (promedio) con cronómetro (Niebel y Freivalds, 2025), diagrama de causa-efecto de Ishikawa (Romero Bermúdez y Díaz Camacho, 2010) (Gutiérrez Pulido, 2020) y Análisis de Modo y Efecto de Fallas, AMEF (Reyes, 2007) (Villaseñor Contreras y Galindo Cota, 2020). La justificación del proyecto radica en la necesidad de que las pequeñas y medianas empresas de la región huasteca cuenten con tecnología asequible que les permita mejorar su competitividad e incrementar su producción (Vidal Rodríguez, 2007) (López-Salazar et al., 2022).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La empresa productora de vino de miel objeto de estudio inició operaciones formales en el año 2010, con una capacidad mensual de 400 litros, equivalentes a 533 botellas de 750 ml, distribuidas en las presentaciones tradicional y seco. Desde entonces ha incrementado su presencia en el mercado regional y nacional, obteniendo reconocimientos internacionales por la calidad de su producto. Opera bajo una estructura organizacional sencilla, en la que el propietario funge simultáneamente como director general y responsable del proceso productivo (Acosta et al., 2018). El proceso de producción comprende seis estaciones: esterilizado de botellas, llenado, decorado, encerado, etiquetado y almacén. Para el estudio de tiempos (promedio) se utilizó el método de

cronometraje con vuelta a cero, siguiendo la metodología de *Niebel y Freivalds (2012)*, registrando los tiempos de ciclo en cinco repeticiones por operación. El diagnóstico permitió caracterizar el proceso manual vigente; los resultados obtenidos se presenta en la sección de resultados y discusión. En la Figura 1, se muestra una imagen que muestra las etapas de encerado y etiquetado realizadas por un único operario y totalmente manuales.



Figura 1. En la imagen se logra apreciar el proceso de encerado y etiquetado, a) encerado manual y b) etiquetado de la botella de vino de miel. Fuente: Autoría propia.

El proceso de encerado consistía en introducir manualmente la boca de la botella en una olla de cera de abeja caliente, sin ningún control de temperatura, requiriendo de tres a cuatro pasadas por botella (Ver figura 1a). El etiquetado, por su parte, se realizaba colocando manualmente el rotulo en cada botella (ver figura 1b), sin ninguna guía de posicionamiento, lo que generaba alineaciones incorrectas, burbujas de aire y la necesidad de retirar y reemplazar etiquetas defectuosas. Los tiempos de ciclo registrados para ambas operaciones se presentan en la sección de resultados y discusión.

Tal como se observa en la Figura 2 y 3, se aplicó el diagrama de Ishikawa con el objetivo de identificar las causas raíz de la problemática identificada.

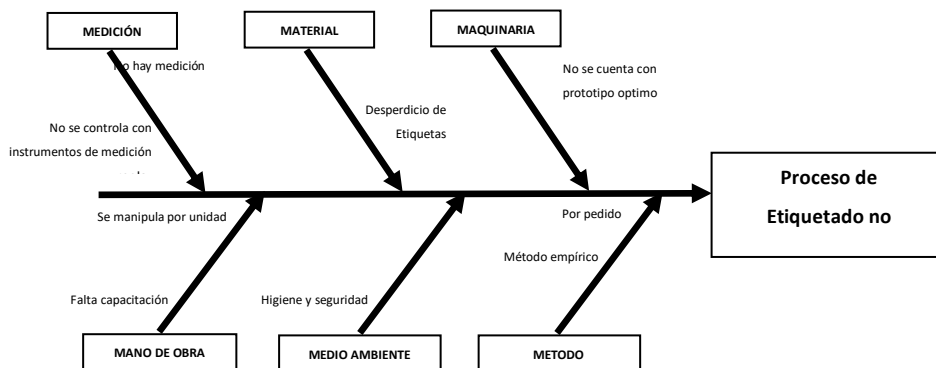


Figura 2. En la imagen se muestra el diagrama de Ishikawa analizando de manera independiente el proceso de etiquetado. Fuente: Autoría propia.

Para ello, se inspeccionó de manera independiente cada uno de los procesos involucrados: el proceso de etiquetado (Figura 2) y el proceso de encerado (Figura 3), permitiendo establecer los

factores que influyen en las deficiencias observadas en cada etapa (Romero Bermúdez y Díaz Camacho, 2010).

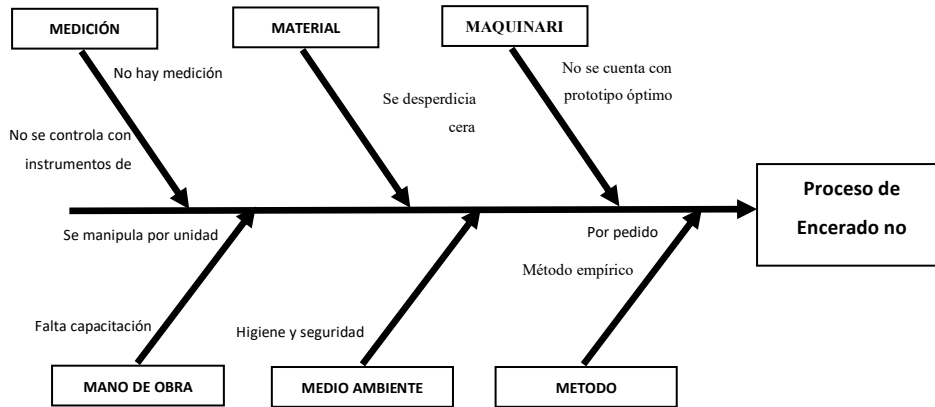


Figura 3. En la imagen se muestra el diagrama de Ishikawa analizando de manera independiente el proceso de encerado. Fuente: Autoría propia.

En ambos casos se identificaron deficiencias en las seis categorías del diagrama: maquinaria (ausencia de prototipos), material (desperdicio de cera y etiquetas), medición (ausencia de instrumentos de control de temperatura (Betancor et al., 2015), mano de obra (falta de capacitación), medio ambiente (condiciones de higiene deficientes) y método (procesos empíricos sin estandarizar). La causa raíz común fue la ausencia de mecanismos de apoyo y la falta de estandarización de las operaciones. Con base en los resultados del diagrama de Ishikawa (figura 2 y 3), se utilizó la metodología AMEF (Montalban-Loyola et al., 2015) para identificar y evaluar los posibles modos de falla presentes en el proceso de etiquetado y encerado, tal como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1.- Análisis AMEF del proceso de encerado y etiquetado. Fuente: autoría propia

Proceso	Modo de falla	Efecto	S	O	D	NPR
Etiquetado	Ubicación incorrecta de la etiqueta y recorte manual.	Mala presentación del producto y retrasos en la producción.	9	7	7	441
Encerado	Esgurrimiento y enfriamiento de la cera, generando tiempos ineficientes.	Mala presentación del producto y demoras en la producción.	9	8	7	504
Materias Primas	Deterioro de etiquetas y contaminación de la cera por almacenamiento inadecuado.	Perdida de materiales y afectación en la calidad del producto	9	7	8	504

La priorización de los riesgos se realizó mediante el cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR), obtenido a partir del producto de la Severidad (S), Ocurrencia (O) y Detección (D). Los principales

modos de falla identificados fueron: ubicación incorrecta de la etiqueta (NPR inicial = 441), demoras y cuellos de botella en el encerado (NPR inicial = 504) y deterioro de materias primas por almacenamiento inadecuado (NPR inicial = 504). Las acciones correctivas incluyeron el diseño de los prototipos, la capacitación del personal y la incorporación de un termostato para el control de temperatura (Betancor et al., 2015). Tras la implementación, los NPR se redujeron a 336, 392 y 336, respectivamente (Reyes, 2007). Con base en el análisis realizado, se generó una lluvia de ideas para definir el diseño óptimo de los mecanismos requeridos. El concepto de prototipo se entiende como la materialización de una idea en un objeto concreto, que permite verificar su funcionalidad antes de la producción en serie (Pinilla et al., 2011). Los diseños finales se elaboraron en el software MasterCAM.

Se muestra en la Figura 4a el prototipo de encerado el cual consiste en una estructura de madera cubierta con acero inoxidable que contiene un recipiente de 8 litros para la cera de abeja, una resistencia eléctrica de calefacción, un sistema de control de temperatura entre 60°C y 65°C mediante sensor y termostato (Betancor et al., 2015), una rejilla portabotellas con capacidad para 6 unidades simultáneas y un sistema de correderas y pistones para el desplazamiento vertical de la rejilla. El costo de materiales ascendió a \$3,862.00 pesos. En la Figura 4b, se observa el prototipo de etiquetadora que consta de una base de madera forrada con material formaica, un respaldo para el buen posicionamiento de la botella, un rodillo con soporte para el rollo de etiquetas autoadheribles, un sistema de perforaciones para colocar taquetes de nivelación que permiten adaptar el equipo a diferentes presentaciones de botella, y bordes de ángulo de color negro para guiar el desplazamiento. El costo de materiales de la etiquetadora ascendió a \$825.00 pesos.

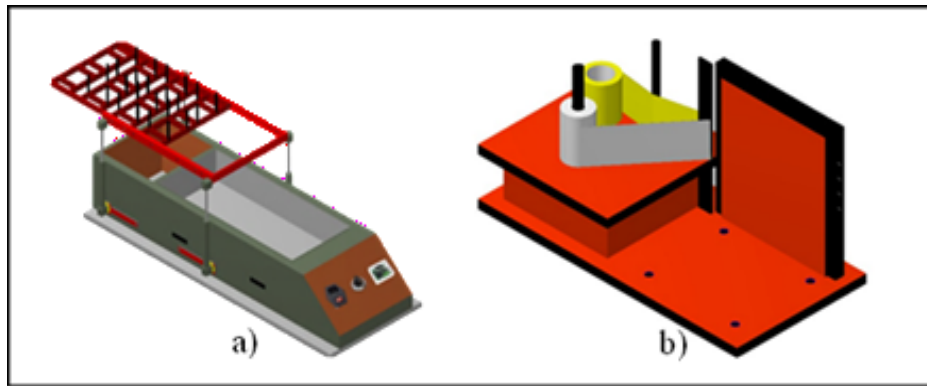


Figura 4. En la imagen se muestra a) el prototipo de encerado y b) el prototipo de etiquetado. Fuente: Autoría propia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 presenta la comparación del desempeño del proceso de encerado antes y después de la implementación del prototipo, con el objetivo de analizar el impacto de la mejora en términos de tiempo, método de trabajo y capacidad productiva. Estos hallazgos permiten discutir la efectividad del prototipo como una alternativa viable para la optimización del proceso, alineada con principios de ingeniería de métodos y mejora continua.

Tabla 2.- Comparación del desempeño del proceso productivo antes y después de la implementación de los prototipos de encerado y etiquetado. Fuente: autoría propia.

Variable de comparación	Proceso anterior (manual)	Proceso con prototipo (mejorado)
Método y operación	Encerado manual, botella por botella, alta variabilidad en el proceso	Encerado semiautomatizado mediante prototipo con ciclos de 6 botellas estandarizadas
Tiempo de operación	Mayor tiempo y sin medición estandarizada del ciclo	246.73 segundos (4.11 min) en 5 ciclos, con 49.34 s promedio por ciclo
Capacidad productiva diaria (7 h)	208 botellas por jornada	1,929 botellas por jornada
Impacto en productividad	Baja eficiencia y limitada capacidad de producción	Incremento superior al 800% en la producción diaria y mejora en eficiencia operativa

En la imagen de la Figura 5, se muestra el proceso de prueba de encerado en donde el operador realizó cinco ciclos utilizando seis botellas por ciclo, aplicando la metodología de estudio de tiempos (Niebel y Freivalds, 2012).



Figura 5. En la imagen se muestra el prototipo de encerado procesando seis botellas por ciclo. Fuente: Autoría propia.

La Tabla 3 presenta los indicadores analizados del proceso de etiquetado antes y después de la implementación del prototipo desarrollado, identificando el impacto de la propuesta tecnológica en

términos de tiempo, capacidad productiva y desempeño económico. Esta comparación hace evidente una reducción en los tiempos de operación y un incremento considerable en la cantidad de producto procesado durante la jornada laboral. Lo cual favorece la transición de un proceso manual hacia un sistema semiautomatizado, respaldando la viabilidad de la propuesta desde una perspectiva de productividad y optimización de recursos.

Tabla 3.- Reducción en los tiempos de operación y un incremento considerable en la cantidad de producto procesado durante la jornada laboral. Fuente: autoría propia.

Variable de comparación	Proceso anterior (manual)	Proceso con prototipo (mejorado)
Método de trabajo	Etiquetado manual con mayor dependencia de la habilidad del operador y variabilidad en la operación	Etiquetado mediante prototipo con ciclos estandarizados de 6 botellas
Tiempo de operación	Mayor tiempo requerido para completar el proceso de etiquetado	145 segundos (2.41 minutos) en 5 ciclos, con promedio de 29 segundos por ciclo
Capacidad productiva diaria (7 h)	208 botellas por jornada laboral	1,930 botellas por jornada laboral
Proceso completo (encerado y etiquetado)	67.37 minutos para procesar 20 botellas	6.53 minutos para procesar 30 botellas
Impacto económico	Ingreso estimado de \$61,467.28 por jornada	Ingreso estimado de \$570,623.80 por jornada
Resultado general de mejora	Proceso artesanal con baja capacidad y limitada estandarización	Incremento superior al 800% en la producción diaria y mejora en eficiencia operativa

De igual manera en la imagen de la Figura 6, se observa al operador realizando pruebas con la etiquetadora, siendo en total cinco ciclos con seis botellas por ciclo.



Figura 6. En la imagen se muestra el prototipo de etiquetadora procesando seis botellas por ciclo. Fuente: Autoría propia.

4. CONCLUSIONES

El presente proyecto demostró que la aplicación sistemática de herramientas de Ingeniería Industrial —estudio de tiempos (promedio), diagrama de Ishikawa y AMEF— en una microempresa del sector artesanal permite diagnosticar con precisión las causas raíz de la ineficiencia productiva y diseñar soluciones efectivas, de bajo costo y alta funcionalidad. Los dos prototipos fabricados —la enceradora semiautomática con control electrónico de temperatura y la etiquetadora de sistema giratorio— lograron reducir drásticamente los tiempos de procesamiento, eliminaron los retrabajos y el desperdicio de materiales, y estandarizaron las operaciones de encerado y etiquetado. La capacidad de producción se incrementó en más de 800%, pasando de 208 a 1,930 botellas procesadas diariamente en condiciones de demanda alta. El objetivo general del proyecto se cumplió al 100%. Se diseñó y mejoró el proceso de encerado y etiquetado de la empresa Apícola, aportando valor agregado al producto, mejorando su presentación y posicionando a la empresa en mejores condiciones para competir en el mercado regional y nacional. El proyecto evidencia que el conocimiento ingenieril aplicado al sector de las PYMES artesanales de la región huasteca es un detonador de competitividad y desarrollo económico local.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Ávila-Cruz, H.G., Perea-Peña, M., & Pascual-Alvarado, E. (2024) Apicultura: Diversidad más allá de la miel. *Millenaria, Ciencia y Arte*, (24), 19-22. DOI: <https://doi.org/10.35830/mcya.vi24.553>

Betancor C., Cerezo J., & Vega, A. (2006) Diseño de un sistema de control de temperatura. *Congr. TAAE*, 2006, 1-9. recuperado de <https://www.asociaciontaee.org/actas/2006/papers/2006S3F04.pdf>

Gamboa-Acosta, A., Flores-Cocoletzi, A., Salas-Molina, E., Fabian-Pucheta, M. (2018). *Plan de negocios de exportación de vino de miel artesanal de Tantoyuca, Ver., con país destino a Alemania*. [Tesis de maestría, Universidad Veracruzana]. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-abierta-y-a-distancia-de-mexico/oferta-exportable/plan-de-negocios-de-exportacion-de-vino-artesanal-de-miel/22485344>

Gutiérrez-Pulido, H. (2020). *Calidad y productividad* (5.ª ed.). Ciudad de México. McGraw-Hill.

Montalbán-Loyola, E., Arenas-Bernal, E. J., Talavera-Ruz, M., & Magaña-Iglesias, R. E. (2015). Herramienta de mejora AMEF como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 2 (5), 230-240. Recuperado de URL: https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol2num5/Revista%20Aplicaciones%20de%20la%20Ingenieria%20V2%20N5_2.pdf

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2025). *Ingeniería industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo* (14.ª ed.). Ciudad de México McGraw-Hill.

Pineda, J. A. (2005). Estudios de tiempos y movimientos en la línea de producción de pisos de granito en la Fábrica Casa Blanca S.A. Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala. Repositorio <https://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/tesis/T7222.pdf>

Pinilla, M. A., Parra, C., y Rojas, E. (2011). El prototipo en el diseño: actitud creativa de cambio. DEARQ. *Revista de Arquitectura* 8, 18-31. Recuperado de URL: <https://www.redalyc.org/pdf/3416/341630317004.pdf>

Ponce-Talancón, H. (2007). La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12 (1), 113-130. Recuperado de URL: <https://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>

Reyes-Aguilar, P. (2007). Análisis de Modo y Efecto de Fallas. Recuperado de URL: <https://es.scribd.com/document/308612935/Analisis-Del-Modo-y-Efecto-de-Falla>

Romero-Bermúdez, E. & Díaz-Camacho, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México), XL (3-4), 127-142. Recuperado de URL: <https://www.redalyc.org/pdf/270/27018888005.pdf>

Unión Europea. (2015). *Diccionario de términos de Cata*. Fondo Social Europeo, Tenerife, 1-72.

Vidal-Rodríguez, S. M. (2007). Estrategia Logística del Justo a Tiempo para crear ventajas competitivas en las organizaciones. *Prospectiva*, 5(1), 78-81.

Villaseñor-Contreras, A., & Galindo-Cota, E. (2020). *Manual de Lean Manufacturing: Guía básica* (2.ª ed.). Ciudad de México. Limusa.