

Gestión del riesgo y competitividad en pymes agroindustriales: análisis del proceso de tratamiento de hoja de maíz con la herramienta AMEF

Eva Mercedes Alvarado Brady, M.A.I.,

Ángel Sánchez Sánchez, Dr.

Cristóbal Antonio Hernández Juárez, M.I.I.

Tecnológico Nacional de México
ITS de Poza Rica

eva.alvarado@itspozarica.edu.mx

angel.sanchez@itspozarica.edu.mx

cristobal.hernandez@pozarica.tecnm.mx

Referencia de este artículo [\[1\]](#).

Resumen

El presente artículo, realiza un análisis del proceso de tratamiento y selección de la hoja de maíz, utilizando la herramienta de Análisis de modo y falla, con la finalidad de identificar y evaluar los principales riesgos asociados a las distintas etapas del proceso, lo cual contribuye a la prevención de fallos que puedan comprometer la calidad del producto, la seguridad del trabajador y la satisfacción del cliente.

Palabras (s) Clave (s): proceso, AMEF, calidad y empresa

Abstract

This article analyzes the corn husk treatment and selection process using the Failure Mode Analysis tool. This tool aims to identify and evaluate the main risks associated with the different stages of the process. This contributes to preventing failures that could compromise product quality, worker safety, and customer satisfaction.

Keywords: process, AMEF, quality and company

Introducción

Para que los procesos productivos posean un mejor rendimiento, es indispensable que las materias primas sean de alta calidad, además, la correcta selección y su manejo son aspectos fundamentales para garantizar la inocuidad, el cumplimiento de normativas sanitarias y que el producto tenga una aceptación no solo en mercados nacionales, sino también internacionales. La agroindustria, al transformar materias primas agrícolas en bienes con mayor duración y valor agregado, favorece la seguridad alimentaria, abre mercados internacionales y genera empleo, contribuyendo así al desarrollo económico y sostenible (Álava Ruíz, 2018). Por ello, la hoja de maíz destaca como un producto que representa el aprovechamiento integral de los recursos agrícolas. Mas allá del uso tradicional que se le da en México, que es la envoltura de tamales, la hoja de maíz posee propiedades que la hacen ideal para usos sustentables.

El uso de residuos del maíz —incluyendo hojas, tallos y raquis— ha mostrado un gran potencial en la agroindustria para la creación de envases, biopolímeros, materiales de construcción y aditivos alimentarios (Soto Velásquez, 2024). En una empresa que está ubicada en el estado de Veracruz, dedica sus actividades a la producción, procesamiento y comercialización de hoja de maíz para tamal. La empresa está comprometida a ofrecer productos de calidad, es por ello que la hoja de maíz es debidamente cuidada en cada una de las fases del proceso hasta llegar al consumidor final.

Dentro del proceso de tratamiento de la hoja de maíz se identificaron operaciones que tiene potencial para ser mejoradas, en dicho proceso existen etapas críticas como la recepción, selección manual y secado. Problemas que llegan a ser recurrentes como: la recepción de hojas en mal estado, errores dentro de la calificación, presencia de suciedad, residuos orgánicos o insectos, así como variación en los tiempos de secado. Dada esta situación, se hace necesario diseñar un AMEF formal y robusto que permita identificar, priorizar y mitigar de manera proactiva los riesgos en cada etapa del proceso. Esto no solo contribuirá a elevar la calidad del producto desde su origen, sino que permitirá optimizar los recursos, mejorar la satisfacción del cliente y fortalecer la competitividad de la pyme en el mercado agroindustrial; al aplicar el AMEF, la empresa no solo reduce riesgos operativos y sanitarios, sino que también asegura un producto final más uniforme, seguro y competitivo para el mercado nacional e internacional. Esto resulta fundamental para cumplir con estándares de calidad y contribuye a que la ejecución del proceso pueda ser más seguro para el operador, que al laborar en un entorno seguro, sin duda esto puede favorecer la productividad operativa.

Marco teórico

CALIDAD

La calidad, a través del tiempo, ha sido definida por los autores desde diferentes enfoques, lo que ha dado pie a establecer concepciones diferentes sobre este tema polémico en el mundo empresarial, y de gran relevancia en la actual coyuntura internacional (Lizarzaburu, 2016).

Para Hernández, Barrios y Martínez, 2018, la calidad comienza a proyectarse como un elemento más del conjunto de factores que integran la responsabilidad social empresarial, llevando al diseño de sistemas de gestión acordes con este propósito.

“La calidad no es una serie de características que permanezcan fijas, es una cualidad mejorable, y en un principio era solo responsabilidad de la naturaleza” (Guajardo Garza, 1996, p. 1). En el ámbito agroindustrial, el concepto de calidad ha evolucionado más allá de un enfoque tradicional y limitado centrado únicamente en los atributos visibles que se encuentran en el producto. En la actualidad la calidad tiene un significado más dinámico, se ve influenciada por factores relacionados a la naturaleza, la gestión humana y controles que son implementados a lo largo de todo proceso productivo, esto toma gran importancia en procesos como la selección y tratamiento de la hoja de maíz, donde la calidad del producto final va a depender del grado de eficacia con la que se identifiquen y controlen variables que son críticas como pueden ser la correcta clasificación de las hojas, condiciones de secado, entre otras.

AMEF (Análisis de modo y fallas)

El AMEF es una herramienta de análisis preventivo, aplicable a procedimientos que presentan riesgos potenciales de no alcanzar sus objetivos de fiabilidad. Su enfoque sistemático permite identificar, evaluar y priorizar posibles modos de falla en productos, procesos o sistemas, considerando el impacto que estos pueden tener sobre el cliente final (Fernández Mozo, 2019). Al construir de forma estructurada, el AMEF este permite analizar de forma detallada las funciones de cada operación y todas las características del producto, permitiendo así anticiparse a las maneras en que podrían surgir errores y a su vez proponiendo acciones para mitigarlos. Además, beneficia y fortalece la toma de decisiones en procesos críticos por que ofrece un enfoque cuantitativo para priorizar acciones correctivas con base en el número de prioridad de riesgo (RPN). De esta manera, no solo incrementa la confiabilidad del proceso, sino que también se contribuye al cumplimiento de estándares de calidad y normativas sanitarias. Dentro del proceso de selección y tratamiento de hoja de maíz, la implementación del AMEF se vuelve importante.

Metodología

El estudio se desarrollo como un estudio de caso, puesto que se enfoca en el análisis del proceso de selección y tratamiento de la hoja de maíz. El estudio es de tipo aplicado, como ya se mencionó anteriormente se analizará el proceso actual de tratamiento de hojas de maíz, para ello se utilizará conocimientos teóricos y herramientas técnicas, como la herramienta de Análisis de modo y falla (AMEF), esto para poder identificar elementos existentes dentro del proceso, los modos de fallas detectados. Además se utilizará un enfoque cuantitativo, porque se emplearán escalas numéricas para poder evaluar los riesgos presentes en cada falla, mediante criterios como la severidad, ocurrencia y detección. En la tabla que se presenta a continuación, se puede visualizar las operaciones que son necesarias para obtener el producto, también se muestran los tiempos de ejecución por cada etapa.

<i>Etapas del proceso</i>	<i>Tiempo (MINUTOS)</i>
Almacenamiento de materia prima	30
Se hilan las pacas y se colocan en el azufrador correspondiente durante 12 horas	40
Se mojan las pacas y se colocan nuevamente al azufrador durante 9 horas	60
Se inspecciona que las pacas estén en condiciones adecuadas para su clasificación	90
Se retiran las pacas del azufrador para colocarlas en camionetas	25
Se transportan a los diferentes puntos	50
Se entregan pacas junto con bolsas y arpillas	60
Seleccionan la hoja. Se les da un día y medio para la selección	960
Se recoge y se transporta la hoja seleccionada a la bodega	60
La hoja de calidad se coloca en arpillas y se meten al azufrador durante 12 horas	90
Se sacan las arpillas para ser inspeccionadas en calidad	90
Se cargan las arpillas en un camión para transportados a S.L.P.	30

Tabla 1 Procesamiento de la hoja de maíz

El proceso inicia con la recepción y almacenamiento de la materia prima, donde se resguardan las pacas de hoja en un espacio adecuado, en espera de que inicie su tratamiento, a continuación, las pacas se hilan y son colocadas en un azufrador por un tiempo de 12 horas aproximadamente, esto permite iniciar el proceso de conservación. Al finalizar esta operación, las pacas se mojan y se introducen nuevamente en el azufrador por 9 horas adicionales. Una vez que concluye este tratamiento, se procede a realizar una inspección visual, para verificar que las pacas se encuentren en óptimas condiciones para que se pueda generar su clasificación, si estas cumplen con las especificaciones establecidas, se retiran del azufrador y se cargan en camionetas, en donde se transportaran a distintos puntos de trabajo, generalmente en comunidades cercanas donde se lleva a cabo la selección manual. Este traslado debe realizarse con mucho cuidado para evitar que la hoja se dañe, para esto es importante que los vehículos este limpios y también cubiertos, para que puedan proteger la hoja de la humedad y la contaminación; ya en los puntos de trabajo, se procede a la entrega de pacas acompañadas de bolsas y arpillas, a cada grupo de trabajo se le da un periodo aproximado de un día y medio para que puedan realizar manualmente la selección de la hoja, separando la de mejor calidad según el color, textura y tamaño. Una vez terminado esto, las hojas seleccionadas se recogen en bolsas limpias y se transporta cuidadosamente a la bodega central, donde se resguarda en condiciones controladas mientras continua el proceso. Las hojas que cumplen con los estándares de calidad son colocadas dentro de arpillas, ya colocadas se vuelven a introducir en el azufrador durante un periodo de 12 horas más, esto con la finalidad de asegurar su conservación y mantener sus características físicas. Posteriormente las arpillas se dejan secar en una área ventilada y protegida y después se realiza una última inspección de calidad para asegurar que el producto esté en condiciones óptimas para su venta y distribución. Ya para concluir, las arpillas se cargan en un camión, esto se realiza con cuidado y también se usan métodos de estiba para evitar aplastamiento o

contaminación del producto, se transportan hasta San Luis Potosí, donde finalmente se comercializa y proceso el producto según los requerimientos del cliente.

Resultados

Etapa del proceso	Modo de falla potencial	Efecto del fallo	(S)	(O)	(D)	RPN	Acciones recomendadas
Recepción de hoja	Recepción de hoja con hongos o en mal estado	Contaminación del lote, pérdida económica	9	5	6	270	Establecer protocolo de inspección visual y pruebas aleatorias al recibir materia prima.
Selección manual	Clasificación incorrecta (manchada, rota, húmeda)	Producto no conforme, quejas del cliente	8	6	6	288	Capacitación estandarizada, implementación de checklist visual, supervisión constante.
Selección manual	No detección de residuos orgánicos o insectos	Rechazo sanitario, incumplimiento normativo	9	4	7	252	Doble inspección visual, iluminación adecuada, capacitación en higiene.
Secado/ Ventilación	Secado desigual o insuficiente	Retención de humedad, proliferación de moho	8	5	5	200	Establecer tiempos de secado estándar, uso de termohigrómetro.
Secado/ Ventilación	Exceso de secado	Fragilidad de la hoja, ruptura al manipular	6	4	5	120	Crear curva de secado y pruebas piloto por tipo de hoja.
Aplicación de azufre	Uso excesivo o mal aplicado	Riesgo toxicológico, afectación a salud del trabajador	9	4	6	216	Capacitación, señalización, uso obligatorio de EPP y dosificadores.
Aplicación de azufre	Aplicación deficiente	No se conserva el color de la hoja	6	5	5	150	Estandarizar técnica de aplicación, monitorear resultados visuales.

Clasificación/ tamaño	Mezcla de tamaños	Inconformi dad en el cliente, empaques mal ajustados	5	6	4	120	Plantilla de medición visual, separación por calibres.
Empaque y embalaje	Empaque deficiente o húmedo	Deterioro durante el transporte	7	5	5	175	Usar empaque con barrera de humedad, control del ambiente de trabajo.
Empaque y embalaje	Etiquetado ausente o erróneo	Rechazo en exportació n, pérdida de trazabilida d	8	3	6	144	Generar sistema de codificación y control de lotes.
Almacenamie nto	Alta humedad o temperatur a	Degradació n del producto, aparición de moho	9	4	6	216	Uso de higrómetros, ventilación adecuada, rotación FIFO.
Trazabilidad	Falta de identificaci ón por lote	Dificultad para identificar origen de fallas	8	3	7	168	Crear registros por lote, fecha, operador y cliente final.

Tabla 2 Análisis de modo y falla del procesamiento de la hoja de maíz

En la tabla se muestra el análisis de las etapas críticas del proceso, desde la recepción de materia prima hasta la trazabilidad del producto final, de acuerdo a estas, se asignaron valores como Severidad (S), Ocurrencia (O) y Detección (D), a cada uno de los modos de falla, en función de su impacto, la frecuencia y la posibilidad que existe de ser detectados antes de que pueda causar un efecto negativo dentro de la empresa. De acuerdo con los valores determinados en la Severidad, Ocurrencia y Detección se calculó el RPN (Numero de prioridad de Riesgo), el cual permitió establecer una jerarquía o priorización de los riesgos, para proponer acciones preventivas o correctivas.

Dentro de la información obtenida de AMEF uno de los elementos a destacar es la actividad de clasificación incorrecta en la selección manual, la cual obtuvo un RPN de 288, este presenta una alta frecuencia del error y su impacto en la conformidad del producto. En la actividad de recepción de hoja con hongos, el RNP fue de 270 y en la actividad de presencia de residuos no detectados que fue de 252, representan riesgos críticos en cuanto a la inocuidad y pérdidas económicas.

También se identificaron riesgos en las actividades de la aplicación del azufre, el secado inadecuado, el empaque deficiente y la falta de control en trazabilidad.

Conclusiones

El análisis realizado con la herramienta AMEF permitió evaluar e identificar los principales modos de falla presentes en el proceso de tratamiento y selección de hoja de maíz, además de dar una jerarquización para saber que elementos requieren mayor atención, entre los que se puede mencionar esta la clasificación incorrecta, la recepción de hojas en mal estado y la presencia de residuos orgánicos o insectos, esto representa un riesgo para la empresa, el éxito de esta depende del correcto manejo de la hoja de maíz desde la recepción hasta la comercialización.

Las etapas del proceso en donde se presentó mayores niveles de número de prioridad de riesgo fueron aquellas que están relacionadas con operaciones manuales y que tienen controles deficientes, esta situación pone en evidencia la necesidad de fortalecer el adiestramiento y capacitación, establecer inspecciones visuales periódicas que sean más rigurosas y diseñar e implementar estandarización de los procedimientos de trabajo. El AMEF no solo es una herramienta efectiva para la prevención de fallos, también resulta bastante útil para mejorar la seguridad del operador, además de resaltar la importancia de adoptar una visión preventiva y sistemática de la calidad, orientada al análisis de riesgo.

Referencias bibliográficas

- Álava Ruíz, R. J. (2018). Análisis del crecimiento de las agroindustrias y su aporte a la economía ecuatoriana (2014–2018) [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio UAG. <http://repositorio.uagraria.edu.ec/handle/123456789/1221>
- Soto Velásquez, M. A. (2024). Aprovechamiento de residuos del maíz (*Zea mays*) en la industria: Revisión bibliográfica. *RIVAR*, 11(31), 212–229. <https://doi.org/10.35588/rivar.v11i31.2505>
- Lizarzaburu, E. R. (2021). *Gestión de la calidad y productividad en entornos empresariales latinoamericanos*. Editorial Pearson.
- Hernández, H., Barrios, I., & Martínez, D. (2018). Gestión de la calidad: Elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. *Criterio Libre*, 16(28), 179–195. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/criteriolibre/article/view/6011>
- Guajardo Garza, E. (1996). *Administración de la calidad total*. Editorial Pax. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9zYyYc6i9jwC&oi=fnd&pg=PA1>
- Fernández Mozo, J. M. (2019). *Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de estuches en la empresa Cartonajes del Norte S.A.C. utilizando herramientas de calidad* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22284>

Referencia del artículo

Alvarado, E., Sánchez, A. & Hernández, C. (septiembre - octubre, 2025). Gestión del riesgo y competitividad en pymes agroindustriales: análisis del proceso de tratamiento de hoja de maíz con la herramienta AMEF. *Boletín UPIITA*. año 20, (110) 2025

<https://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/1098-cyt-numero-110/2438-gestion-del-riesgo-y-competitividad-en-pymes-agroindustriales-analisis-del-proceso-de-tratamiento-de-hoja-de-maiz-con-la-herramienta-amef>