

# Propuesta de mejora para el proceso de secado del café utilizando la metodología AMFE y HACCP en la provincia de Lengupá Boyacá.

## Improvement proposal for the coffee drying process using the FMEA and HACCP methodology in the province of Lengupá Boyacá.

Autor 1: Daniel Alejandro Gómez Nieto  
Autor 2: Ana Maria Rios Huertas

Facultad de Ingeniería Industrial, Duitama, Colombia

**Resumen—** El proceso de secado de café es una de las fases más importantes del proceso de producción ya que de esta depende la calidad y la inocuidad, en este trabajo se identificarán las posibles fallas potenciales por medio de la metodología AMFE, los puntos críticos que afectarían su inocuidad, analizando también los posibles riesgos químicos, físicos y biológicos por medio de la metodología HACCP, esta información basada en salidas a campo, aplicación de encuestas e investigación del proceso, recopilando así los resultados arrojados por medio de gráficos e informes que ayudaron a identificar las tendencias utilizadas en la provincia de Lengupá, es así como se diseñó una herramienta lúdica e informativa con el fin de que el caficultor haga uso de las buenas prácticas por medio de recomendaciones e ilustraciones y un método práctico que permite medir y controlar la humedad final presente en el grano siendo esta del 10 a 12%, de gran importancia ya que de esta dependen factores como su calidad y su precio de venta.

**Palabras clave—** Café, Secado, AMFE, HACCP, Humedad.

**Abstract—** The coffee drying process is one of the most important phases of the production process since quality and safety depend on it. In this work the possible potential failures will be identified by means of the FMEA methodology, the critical points that would affect its safety, also analyzing the possible chemical, physical and biological risks by means of the HACCP methodology, this information based on field trips, application of surveys and investigation of the process, thus compiling the results obtained by means of graphs and reports that helped to identify the tendencies used in the province of Lengupá, In this way a fun and informative tool was designed so that the coffee grower can make use of the good practices by means of recommendations and illustrations and a practical method that allows measuring and controlling the final humidity present in the bean being this of 10 to 12%, of great importance since factors such as its quality and sale price depend on this, in the same way a mechanical tool was designed with the

purpose of improving the process of spreading and mixing the coffee in the cement or elbas patios thus guaranteeing its quality and innocuousness of the product.

**Key Word —** Coffee, Drying, FMEA HACCP, Humidity

### 1. INTRODUCCIÓN

En la introducción se deben especificar tres aspectos, cuyo significado depende del tipo concreto de artículo:

Contexto

Problema

Objetivos y solución planteada

El café en Colombia ha sido uno de los productos más importantes en la exportación teniendo en cuenta que para el año 2021 se exportaron alrededor de 7.1 millones de sacos, 4% más frente a los casi 6.9 millones de sacos exportados en el periodo anterior (FNC 2021), esto gracias a su alta calidad y estándares como el tamaño del grano, color, la densidad entre otros aspectos El entorno de desarrollo del presente proyecto es la provincia de Lengupá, , la región alberga a 2.761 caficultores de 6 municipios, cuenta con una extensión de cultivos del alrededor de 3258 hectáreas de café siendo esta provincia una de las más importantes para el departamento, para la región de Ricaurte el café es cosechado en 5 municipios y su área de siembra es de 3857 hectáreas aproximadamente (FNC).La implementación de métodos de control de calidad en el sector agrícola son de vital importancia ya que logran formar un plan estratégico el cual ayuda a mejorar los procesos y el desempeño del sector, así mismo proporciona ideas de desarrollo sostenible, por medio de esto se satisface las necesidades de los clientes de manera legal y reglamentaria lo cual le genera un valor

agregado al producto, es por esto que existen diferentes métodos que permiten realizar controles de calidad como lo es el (AMFE ) Análisis Modal De Fallas y Efectos, por medio del cual se puede incrementar la calidad, fiabilidad y seguridad de los sistema de gestión, identifica todas las características críticas y las características significativas del proceso, y también ayuda a identificar y evaluar la falla potencial de un producto y sus efectos, otra metodología implementada en varios sectores relacionados la identificación de contaminantes en los alimentos es el (HACCP) Análisis de Peligros y Puntos Críticos, el cual por medio de análisis y control determina los peligros físicos, químicos y biológicos que pueden contaminar los alimentos, generando un mayor compromiso en la manipulación de los alimentos para garantizar su inocuidad, este método está diseñado para su implementación en cualquier segmento de la industria de alimentos desde cultivos, cosechas transformación, elaboración y distribución de los alimentos. ¿Cómo al identificar las fallas potenciales y puntos críticos en el proceso del secado del café se podrán implementar estrategias y métodos de mejora del producto, para los cafeteros del departamento de Boyacá?, los objetivos de esta investigación son Diseñar propuesta de mejora para el proceso de secado del café a partir de la metodología AMFE y HACCP en la provincia de Lengupá, Boyacá Realizar diagnóstico inicial del estado actual del proceso de secado de café. Analizar e identificar puntos críticos a partir de diagramas de análisis de fallos, bajo la metodología AMFE y HACCP. Diseñar propuesta de mejora para el secado del café y una posible solución para optimizar el proceso de secado. Se plantean como soluciones la implementación de la metodología AMFE y HACCP las cuales identifican las fallas presentes en el proceso de secado, así como también los puntos críticos de control que afectan la calidad y la inocuidad del café, finalmente esta información se plasmo en una cartilla orientativa la cual contiene una serie de recomendaciones e ilustraciones que tiene como fin guiar el proceso de secado de café.

**2. METODOLOGIA**

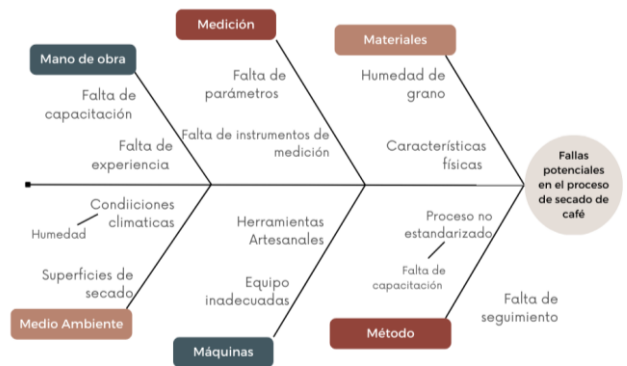
La provincia de Lengupá fue la zona de estudio de esta investigación en la cual se recolecto información primaria a partir de una encuesta aplicada a una muestra representativa de trabajadores de la unidad de estudio que consta de 23 preguntas, esta información se complementó a partir de observación directa y visitas de campo, la muestra representativa fue de 95 encuestados que fueron caficultores de la zona, el análisis se llevó a cabo a partir de la implementación de diagramas de puntos críticos y diagramas de análisis de fallos y efectos identifico mudas presentes en el proceso, porcentajes de ocurrencia.

**3. RESULTADOS**

Mediante los resultados obtenidos bajo la aplicación de la metodología AMFE y HACCP, se pudo identificar que los fallos presentes en el proceso de secado del café se presentan en las etapas de extendido de grano, mezclado de grano, recolección del grano y almacenamiento, así mismo los modos potenciales de fallo fueron el tamaño de capa inadecuado, la falta de uniformidad en el secado, la inadecuada manipulación en el proceso de mezclado, los granos de café con diferentes porcentajes de humedad, los desperdicios de producto, y el rehumedecimiento de café en el almacenamiento, en cuanto a la metodología HACCP se identificaron los puntos críticos de control en las etapas de extendió, mezclado y almacenado, se demostró que los riesgos que afectan la inocuidad del café son de tipo biológico, físico y químico, debido a esto se establecieron limites de control como lo son humedad del 10 al 12%, peso de la carga en el patio bajo muestra por prueba de gravimetría, y en las condiciones de almacenamiento se estableció que la humedad relativa debe ser de 65% y la temperatura de 20°.

Para optimizar el proceso de secado de café se diseño una cartilla orientativa en la cual se describen las buenas practicas en el secado de café por medio de la cual se busca guiar a los caficultores en esta tarea, mejorando la calidad y la inocuidad del producto.

**FIGURA 1**  
**Diagrama de Ishikawa secado de café**



Fuente. Diseño propio

**TABLA 1**

**Resumen AMFE secado de café**

ACTIVIDAD	FUENTE	NPR
Extendido de grano	Extendido de los granos de café en el patio de secado de cemento	441
	Extendido de los granos de café en lonas	392
Mezclado de grano	Remoción del grano con la mano para lograr un secado uniforme	336
	Remoción del grano con el pie	336
Recolección de grano	Recolección del grano de los patios de secado en cemento	336
	Recolección del grano de la lona o polisombra	336
Almacenamiento	Almacenamiento de la carga en una bodega hasta su comercialización	392

Fuente. Diseño propio

**TABLA 2**  
**Resumen HACCP secado de café**

TIPO DE RIESGO	RIESGO	SIGNIFICADO
FISICO	Tierra Polvo Aplastado	Medio
BIOLOGICO	Hongos Sucio Terroso Mohoso	Alto
QUIMICO	OTA	Alto

Fuente. Diseño propio

**4. CONCLUSIONES**

La investigación realizada en este trabajo tuvo como finalidad identificar las fallas presentes en el proceso, así como también los puntos críticos de este, el proceso de secado de café en la provincia de Lengupá se realiza de forma solar, en elbas o patios de cemento, donde no se implementa documentación y seguimiento detallado del proceso, así mismo se identificó que los procedimientos llevados a cabo se hacen de forma artesanal como lo es el extendido, el mezclado y el almacenamiento generando problemas que afectan la calidad, el precio y la inocuidad del producto.

Mediante la aplicación de la metodología AMFE se analizó que el secado de café presento problemas relacionados con el extendido ya que el tamaño de la capa es mayor del recomendado y por tal motivo no se lograba un secado uniforme, de igual manera el secado en lonas mostro que no llegaba el café al porcentaje de humedad ideal esto debido a la superficie no era la adecuada, para el mezclado del grano se encontró que los caficultores realizan una inadecuada manipulación en el mezclado ya que se realiza con la mano y el pie, por tal motivo estas prácticas deben ser sustituidas, en la recolección del grano se evidencio que las tareas realizadas actualmente en el proceso no son las adecuadas debido a que se genera desperdicio y se maltrata el café, finalmente en el almacenamiento se concluyó que el espacio y las técnicas asignadas no son las adecuadas ya que generan rehumedecimiento causando disminución en la calidad y el valor del café.

Para asegurar la inocuidad del café se concluyó por medio de la metodología HACCP que los riesgos presentes en el proceso de secado son de tipo químico, físico y biológico, así mismo se logró identificar que los puntos críticos de control estaban presentes en las etapas de extendido, mezclado y almacenamiento analizando así que en el extendido los principales peligros son la contaminación por la presencia de moho y hongos en el café esto debido a la falta de control en la humedad en este caso presentado por la altura de capa inadecuada, se determinó un límite crítico para controlar el peligro en donde la humedad final debe estar dentro del 10 al 12% , los riesgos identificados en el mezclado fueron la contaminación por hongos o moho, polvo y tierra, por esto se diseñó un límite crítico en relación con la prueba de gravimetría con el fin de controlar la humedad por medio del peso, finalmente en la etapa de almacenamiento se identificaron riesgos como el polvo la tierra y OTA, se diseñó un límite basado en las condiciones del almacenamiento como lo son la temperatura que debe estar en 20° y la humedad relativa en 65%.

De acuerdo con la investigación realizada se diseñó una cartilla orientativa enfocada en las buenas prácticas para el secado de café solar, en donde se describen las recomendaciones a tener en cuenta por parte del caficultor de una forma práctica e ilustrativa, con el fin de mejorar la calidad y la inocuidad del café.

## REFERENCIAS

- Bravo, Pedraza, J. (2021). *Diseño de análisis de modo efecto de fallas (amef) y propuesta de un sistema de control de procesos en una fábrica de producción de cubetas de huevos jacs pack ubicada en la ciudad de Duitama-Boyacá*. [Tesis de grado, Universidad Antonio Nariño, Sede Duitama].  
<http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4539/1/2021Juan%20Sebasti%c3%a1n%20Bravo%20Pedraza.pdf>
- Bustos Osso, C. Valencia Monsalve, D. (2021). *Implementación de prototipo a escala de secador mecánico de café pergamino en la finca Las Palmas vereda San Antonio del Pescado (Garzón – Huila)*. [Tesis de grado, Universidad Antonio Nariño, Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica].  
[http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4780/4/2021\\_DumarAlexanderValenciaMonsalve](http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4780/4/2021_DumarAlexanderValenciaMonsalve)
- Café de Colombia (2021). *Descubra la magia detrás del Café de Colombia*. [ artículo informativo].  
<https://www.cafedecolombia.com/particulares/>
- Cartín Rojas, A. Villareal Tello, A. Morera, A. (2014). Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual. *Rev. Med. Vet. no.27 Bogotá*.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-93542014000100012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542014000100012)
- Cenicafe. (2021). *Beneficio del café II secado del café pergamino*. [ cartilla informativa]  
[https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla\\_21.\\_Secado\\_del\\_cafe.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_21._Secado_del_cafe.pdf)
- Cornejo Carpio, G. (2019). *Elaboración de un plan haccp (análisis de peligros y puntos críticos de control) para la línea de café tipo “exportación gourmet” en la fábrica café Valenzuela S.R.L.* [Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria].  
[file:///C:/Users/ASUS/Downloads/69.0409.AL%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/69.0409.AL%20(1).pdf)
- Comité cafeteros de Boyacá. (2021). *Café de Boyacá*. [ artículo informativo].  
[https://boyaca.federaciondecafeteros.org/cafe-de-cau\\_ca/](https://boyaca.federaciondecafeteros.org/cafe-de-cau_ca/)
- Fernández Mozo, J. (2019). *“Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)”*. [ Tesis de grado, Universidad Privada Del Norte, Lima – Perú].  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22284/Fernandez%20Mozo%20Jhelikza%20Marleny.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grandez Villalobos, L. (2014). *Implementación y validación del plan haccp en el proceso de café en grano verde (coffea arábica) perales Huancaruna S.A.C. Lambayeque 2013*. [ Tesis de grado, Universidad Señor De Sipán, Escuela académico profesional de ingeniería agroindustrial y comercio exterior].  
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20500.12802/1801/GRANDEZ%20VILLALOBOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jurado Chaná, J. Montoya Restrepo, E. Oliveros Tascón, C. y García Álzate, J. (2009). Método para medir el contenido de humedad del café pergamino en el secado solar del café. *Cenicafé*, 60(2): 135-147.  
<https://www.cenicafe.org/es/publications/arc060%2802%29135-147.pdf>