

## **PLAN DE MEJORA EN EL PROCESO DE CONTROL DE DETECCIÓN DE METALES EN EMPRESAS ALIMENTICIAS**

**Jack Marcelo MEDINA VEGA\***

Estudiante de la carrera de Procesamiento de Alimentos en modalidad dual, Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre, Daule, Ecuador

**Génesis Pierina COBEÑA PINARGOTE**

Estudiante de la carrera de Procesamiento de Alimentos en modalidad dual, Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre, Daule, Ecuador

**Andrés Fernando MOSQUERA ROMERO**

Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre, Ingeniero en Alimentos, Daule, Ecuador

**José Luís ESCANDÓN MOLINA**

Docente, Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre, Biólogo, Daule, Ecuador

\* Autor para correspondencia: jackmedina-1993@hotmail.com

### **RESUMEN**

La propuesta de un plan de mejora en el proceso de control de detección de metales en las industrias alimentarias es importante debido a los peligros existentes por elementos extraños dentro de los alimentos procesados, los cuales son perjudiciales para la salud del consumidor; debido a esto, las compañías buscan garantizar que la elaboración de sus productos cumplan con las normas y estándares de seguridad requeridos por los consumidores y las legislaciones vigentes, durante la industrialización hasta su almacenamiento final. Debido a esta problemática se procedió a verificar el correcto funcionamiento de los equipos con los patrones y parámetros de sensibilidad establecidos en la industria alimentaria, se obtuvo como resultado que los patrones de sensibilidad utilizados para la prueba de control de detección de metales están calibrados correctamente, cumpliendo de esta manera la normativa vigente; de la misma forma se realizó las pruebas con los parámetros de análisis de sensibilidad con los siguientes contaminantes: alambre, fleje y grapa, los cuales son establecidos por los expertos dentro de la empresa. Como resultados obtenidos mediante este estudio se observó que en la envolvente 5 de empaques metalizados del área de snack y plátano, no se logró detectar los contaminantes: fleje de 5 mm, grapa de 2 mm y grapa de 5 mm. El plan de mejora se encarga de dar las soluciones en el ámbito industrial, realizando revisión y calibración de equipos, y la respectiva capacitación del personal encargado.

**Palabras clave:** Patrones, parámetros, contaminantes.

### **ABSTRACT**

The proposal for an improvement plan in the metal detection control process in the food industries is important due to the dangers of foreign elements in processed foods, which are harmful to the health of the consumer; Due to this, the companies seek to ensure that the elaboration of their products comply with the safety standards and standards required

by consumers and the laws in force, during industrialization until their final storage. Due to this problem, the correct functioning of the equipment with the sensitivity standards and parameters established in the food industry was verified, it was obtained that the sensitivity standards used for the metal detection control test are calibrated correctly complying In this way the current regulations, in the same way the tests were carried out with the sensitivity analysis parameters with the following pollutants, wire, strap and staple, which are established by the experts within the company. As results obtained through this study, it was observed that in the wrapper 5 of metallic packages of the snack and banana area it was not possible to detect the contaminants: 5 mm strap, 2 mm clip and 5 mm clip. The improvement plan is responsible for providing solutions in the industrial field, performing equipment review and calibration, and the respective training of the personnel in charge.

**Keywords:** Patterns, parameters, contaminants.

## INTRODUCCIÓN

Debido a los peligros existentes dentro de la industrias alimentarias sobre la presencia de cuerpos extraños dentro de los alimentos, los cuales son perjudiciales para la salud del consumidor, las empresas buscan garantizar el consumo de sus productos, evitando la presencia de cuerpos extraños durante el proceso de elaboración, hasta su producción final (Rodriguez & Rodriguez, 2016).

A nivel industrial la detección de contaminantes físicos suele ser un problema difícil de resolver debido a múltiples factores como lo son las grandes cantidades de producto que se procesan diariamente, el mantenimiento de las máquinas de procesamiento y la manipulación del producto durante todo su proceso de traslado (Suminsa Inspection Systems, 2014).

Es por esta razón, que las empresas deben contar con detectores de metales en cada una de las líneas de producción, con la finalidad de llevar un control eficiente que garantice la seguridad y el buen procesamiento de los alimentos, hasta su llegada final hacia el consumidor (Luis G, 2016).

Para garantizar la calidad de los productos y el cumplimiento de los estándares de seguridad, los detectores de metales deben tener un control frecuente en su calibración, para que puedan cumplir con su objetivo de manera eficaz. Adicionalmente, las personas encargadas del manejo de estos equipos deberán capacitarse en la aplicación correcta de los procedimientos establecidos dentro de las plantas.

Haciendo referencia a lo antes mencionado, se propone un plan de mejora en el proceso de control de detección de metales, dirigiéndose hacia los problemas crónicos, los cuales son los responsables de un insuficiente rendimiento. El plan de mejora se dirige a la solución de problemas encontrados en el área de gestión o proceso, y su planificación y desarrollo requiere de acciones determinadas que aseguren el éxito (Hernández, 2017).

Por lo que es necesario determinar las fallas existentes para el correcto funcionamiento de los detectores de metales, lo cual se llevará a cabo mediante la verificación de la sensibilidad de los equipos de los patrones utilizados y la comprobación de la sensibilidad de los parámetros, los cuales son utilizados para la calibración de los detectores de metales asegurando que cumplan con la normativa requerida y su correcto funcionamiento.

La presente investigación tiene como utilidad no solamente asegurar la inocuidad del alimento al prevenir la presencia de materiales metálicos extraños, sino que también contribuye al aumento de su prestigio de la empresa alimenticia y reconocimiento de marca manteniendo la calidad en la elaboración de productos seguros para el consumo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es cualitativa debido a que se describe la situación actual del proceso de control de detección de metales que se está llevando a cabo dentro de la empresa alimenticia. Además es de tipo documental y de campo, ya que se adquirió información mediante entrevistas a expertos, obtención de datos provenientes de fuentes bibliográficas confiables y normativa vigente, además se obtuvo información mediante un estudio de sensores de metales, verificando el correcto funcionamiento de los equipos con los patrones con tamaños que van desde 1,5 mm a 7 mm y realizando la validación de los parámetros de sensibilidad de 2 mm, 3 mm y 5 mm, permitiendo así mejorar el proceso de detección de metales en la industria alimentaria.

Para la verificación del proceso de control de detección de metales de tipo industrial, se utilizó los respectivos patrones, haciendo pasar el material a través de sensores en forma de túneles cuadrados o circulares, y además se siguió la siguiente metodología de Hernández (2017).

Para el estudio se tomó en consideración las 12 envolvedoras en las cuales se empaacan los productos, iniciando el respectivo procedimiento en la máquina Martini de la envolvedora 1 y 2. Los patrones de bola de metracrilato son introducidos en la parte de arriba de la envolvedora, cuando los patrones son detectados el producto sale unido a otro empaque, es decir salen dos empaques en uno al igual que la máquina Ishida 3, 4, 5, 6.

En la máquina Martini de la envolvedora 7 y 8 los patrones de barra de metracrilato son introducidos en la cinta de desplazamiento del producto, cuando el patrón es detectado el producto es expulsado mediante un sensor y de esta manera se detecta que la máquina esta calibrada al igual que la máquina 9, 10, 11 y 12. Después de esto se procede a realizar el análisis de sensibilidad de los parámetros, con los contaminantes que son introducidos en la cinta de desplazamiento para que después pasar por los detectores de metales, los cuales serán avisados por medio de una señal conductiva (Alarcon S, 2014).

Para verificar la sensibilidad de los equipos se utilizaron los siguientes patrones: material ferroso (el hierro y sus aleaciones, el hierro dulce o forjado, el acero y la fundición.), no ferroso (son materiales que no proceden del hierro y tienen una gran variedad de aplicaciones, se pueden clasificar según su densidad, en: metales pesados, ligeros y ultraligeros).

**Tabla I.** Tipos de patrones utilizados.

<b>Varillas de metracrilato de materiales</b>	<b>Tarjetas de metracrilato de materiales</b>	<b>En forma de bolas de metracrilato de materiales</b>
Ferroso 4 mm	Ferroso 1,5 mm	Ferroso 1,5 mm
No ferroso 5 mm	No ferroso 1,5 mm	No ferroso 1,5 mm
Metálico 7 mm	Metálico 2,0 mm	Metálico 2,0 mm



**Figura 1.** Varilla de metracrilato.



**Figura 2.** Tarjetas de metracrilato.



**Figura 3.** Bolas de metracrilato.

Posteriormente se procede a realizar las pruebas con los parámetros de sensibilidad que son utilizados para la calibración de los detectores ubicados en las envolventoras de cada una de las áreas, la cual se realizará de la siguiente forma:

Para realizar el análisis de sensibilidad los contaminantes deben pasar por los detectores de metal de cada una de las envolventoras para que de esta manera se pueda determinar su correcto funcionamiento.

**Tabla II.** Parámetros y contaminantes utilizados.

Grapa	Alambre	Fleje
2 mm	2 mm	2 mm
3 mm	3 mm	3 mm
5 mm	5 mm	5 mm



**Figura 4.** Parámetros y materiales a utilizar en el proceso.

Si los parámetros establecidos con medidas de 2 mm, 3 mm y 5 mm con los materiales de grapa, alambre y fleje, son reconocidos por los sensores de metal, estos productos con contaminantes son expulsados de la banda eléctrica y de esta manera se podrá determinar si el equipo está funcionando de manera correcta (Soriano, 2019). Consecutivamente se procedió a realizar la propuesta del plan de mejoras en el proceso de control de detección de metales bajo la metodología propuesta (Hernández, 2017), el cual lo establece lo siguiente:

- **Comprender el problema:** analizando los datos existentes, identificando los aspectos clave del problema o del objetivo a conseguir.
- **Establecer objetivos:** de forma que sean ambiciosos pero realizables, en consonancia con los objetivos y estrategia de la organización, en cualquier caso, los objetivos han de ser definidos de forma precisa de manera que no haya duda sobre qué se quiere conseguir.
- **Analizar los factores relevantes:** aquellos que inciden en el problema y en su caso, las variables a considerar para obtener resultados, para ello aplicamos un conjunto de métodos y herramientas de eficacia contrastada.
- **Seleccionar las acciones de mejora:** estableciendo la prioridad para aquellas que signifiquen un mejor equilibrio entre esfuerzo e impacto.
- **Implantar el plan de mejora:** definiendo las acciones necesarias y los responsables de llevarlas a cabo la ejecución del plan de mejora en la empresa.
- **Evaluar los resultados de las mejoras:** para ello es necesario establecer un conjunto de indicadores que permitan conocer el grado de avance con relación a los objetivos a solucionar encontrado durante el estudio.
- **Asegurar la permanencia de los resultados del plan de mejora:** diseñando y estableciendo los mecanismos que permitan normalizar los cambios y asegurar la mejora de los resultados, producto del plan de mejora, en el futuro.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La falta de mantenimiento de los equipos utilizados en la línea de producción, cambio de proveedores de materia prima, trabajos de construcción realizados dentro de la planta, generan un aumento del riesgo de contaminación de metales dentro del proceso productivo en las industrias alimentarias.

Al aumentar el riesgo de contaminación de metales en el producto final, también aumenta el riesgo de que estos fragmentos metálicos puedan ser ingeridos causando lesiones al consumidor.

Entre estas lesiones se encuentran daño dental, laceraciones en la boca o garganta, laceraciones o perforaciones en el intestino. El Comité de Evaluación de Peligros para la Salud de la FDA prohíbe el comercio interestatal de alimentos adulterados (alimento que contiene objetos extraños), productos con fragmentos de metal de 0,3 pulgadas (7 mm) a 1 pulgada (25 mm) de largo. Además, los objetos extraños inferiores a 0,3 pulgadas (7 mm) pueden provocar traumatismos o lesiones graves a las personas, en especial a los grupos de riesgo especial, como los niños, pacientes de cirugía y ancianos (FDA, 2011).

Adicionalmente a la prohibición de comercializar alimentos adulterados o con objetos extraños en su contenido, el prevenir este tipo de contaminaciones es una tarea fundamental de los procesos de calidad en una planta de alimentos y que influyen directamente en la creación de su marca y prestigio en los consumidores finales.

Para evitar aquello, es importante realizar un proceso de detección de metales que permita mediante el uso de los equipos adecuados, la detección oportuna de objetos extraños. Sin embargo, existen algunas barreras que se puedan presentar en este proceso de control, especialmente si uno de los posibles contaminantes es acero inoxidable, el cual es difícil de detectar (FDA, 2011).

La FDA determina las etapas de procesamiento en los puntos críticos de control para la inclusión de metal como las siguientes:

- El producto será sometido a un detector de metales o dispositivo de separación, como una criba, imán o tanque de flotación, durante o después de la última etapa.
- Si es así, se debe identificar la detección o separación final de metales como el CCP. Entonces las etapas de procesamiento previas a la detección o separación de metales no requerirán controles y no se deberán identificar como los CCP para el peligro de fragmentos de metal.

En caso de la detección o separación de metal, se debería reconocer que al ubicar el CCP al final o cerca del final del proceso, en vez del momento potencial de ingreso de fragmentos de metal en el proceso, es probable que haya invertido más trabajo y materiales en el producto antes de detectar o prevenir el problema, por ende se debe sugerir lo siguiente:

- Si el producto no será sometido a dicho dispositivo, debe contar con procedimientos para revisar periódicamente el equipo de procesamiento a fin de detectar daños o piezas sueltas en cada etapa de procesamiento en que se identifique la inclusión de metal como un peligro importante. En este caso, debe identificar estas etapas de procesamiento como los CCP.
- La inspección visual de los equipos para detectar daños o piezas faltantes solo es posible en equipos relativamente simples, como sierras de cinta, licuadoras orbitales y correas de malla metálica. Los equipos más complejos que contienen muchas piezas, probablemente algunas de ellas no sean visibles con facilidad, pueden no ser apropiados para realizarles una inspección visual y es posible que sean necesarios controles como la detección o separación de metales.
- Desarrolle estándares de sensibilidad que se basen en peligros potenciales ferrosos, no ferroso o acero inoxidable u obtenga dichos estándares del fabricante del equipo. Los estándares se deben diseñar para garantizar que se detecten fragmentos de metal en el producto. Realice un estudio de validación para identificar el rango de valores para cada uno de los factores de procesamiento con los que el equipo detectará los estándares que afectan la operación en el producto

(por ejemplo, humedad ambiental y acidez del producto), u obtenga dicho estudio del fabricante del equipo. El estudio debe identificar la configuración del equipo apropiado en el rango de cada uno de los factores de procesamiento. El estudio también debe considerar el rango de orientaciones en el que los fragmentos de metal se pueden presentar.

### Resultados de la sensibilidad de los equipos a los patrones utilizados

Se procedió a verificar si los detectores de metales se encuentran calibrados y reconocen los patrones utilizados por la empresa basándose en el reglamento emitido por la FDA, de la detección de materiales extraños dentro de los alimentos, y de esta manera realizar pruebas en todas las envolvedoras donde se encuentran los detectores de metales.

Para ello, se utilizó patrones para empaques metalizados y no metalizados utilizándose en cada una de las envolvedoras de las áreas de repostería, tortillas, snack y plátano. Se observó que los detectores de metales reconocen todos los patrones utilizados, encontrándose calibrados para proceder a realizar la prueba de sensibilidad.

Es importante recalcar que los patrones utilizados para cada tipo de empaque son diferentes, estos criterios se derivan directamente de la normativa que se exige cumplir en la elaboración de este tipo de productos.

A continuación, se presentan las tablas de resultados de la detección de los respectivos patrones para cada tipo de empaque como el metalizado (recipiente rígido a base de metal, para contener productos líquidos y/o sólidos, que puede además cerrarse herméticamente) y no metalizado (permiten la combinación de materiales plásticos y no plásticos donde se ofrecen estructuras con barrera a la luz, humedad, oxígeno, aromas, resistencia química, mecánica, al punzado, térmico) (José R, 2014).

**Tabla II.** Verificación de los reconocimientos de los patrones en los detectores de metales en empaque metalizado.

<b>PATRONES</b>			
<b>Empaques metalizados</b>			
<b>Detectores de envolvedoras</b>	<b>FERROSO</b>	<b>NO FERROSO</b>	<b>METALIZADO</b>
	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>7,0 mm</b>
Detectores de la ENV 1: Empaques metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 2: Empaques metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 3: Empaques metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 4: Empaques metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 5: Empaques metalizados	✓	✓	✓

Detectores de la ENV 6: Empaques metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 7: Empaques no metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 8: Empaques no metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 9: Empaques metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 10: Empaques no metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 11: Empaques metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 12: Empaques no metalizados	N/A	N/A	N/A
<b>TOTAL DE FALLAS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Tabla IV.** Verificación de los reconocimientos de los patrones en los detectores de metales en empaque no metalizado.

<b>PATRONES</b>			
<b>Empaques no metalizados</b>			
<b>Detectores de envolvedoras</b>	<b>FERROSO</b>	<b>NO FERROSO</b>	<b>METALIZADO</b>
	<b>1,5 mm</b>	<b>1,5 mm</b>	<b>2,0 mm</b>
Detectores de la ENV 1: Empaques metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 2: Empaques metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 3: Empaques metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 4: Empaques metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 5: Empaques metalizados	N/A	N/A	N/A

Detectores de la ENV 6: Empaques metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 7: Empaques no metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 8: Empaques no metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 9: Empaques metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 10: Empaques no metalizados	✓	✓	✓
Detectores de la ENV 11: Empaques metalizados	N/A	N/A	N/A
Detectores de la ENV 12: Empaques no metalizados	✓	✓	✓
<b>TOTAL DE FALLAS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### Resultado del análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad tiene como objetivo principal someter a los detectores de metales a los contaminantes metálicos más comunes que pueden existir dentro de la línea de producción.

Para asegurar el éxito del análisis de sensibilidad se realizó una entrevista, en donde se consultó a los especialistas de producción de la planta, quienes con su experticia y conocimiento, pudieron deducir de acuerdo al análisis de todo el proceso productivo, cuáles serían los contaminantes que mayor riesgo generan y que deben ser detectados en estos procesos de control.

Debido a este análisis se pudo concluir que los contaminantes que se pueden encontrar en el proceso de producción son tres (alambre, fleje y grapa), cada uno de ellos con diferentes medidas. La prueba de sensibilidad en los detectores de metales se realizó en todas las envolvedoras en donde se encuentran los detectores de metales tanto para empaques metalizados como no metalizados.

**Tabla III.** Verificación de los reconocimientos de los parámetros de sensibilidad utilizados para la calibración de los detectores en el área de snack.

DETECTORES SNACK ( MAÍZ PLÁTANO)									
D. ENV	ALAMBRE			FLEJE			GRAPA		
	5 mm	3 mm	2 mm	5 mm	3 mm	2 mm	5 mm	3 mm	2 mm

D.ENV 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D. ENV 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D. ENV 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D. ENV 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D. ENV 5	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	X
D. ENV 6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D.ENV 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D. ENV 8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D. ENV 9									
D. ENV 10									
D. ENV 11									
D. ENV 12									
	-	-	-	1	-	-	1	-	1

Los contaminantes fueron introducidos intencionalmente en los productos durante el proceso de producción, posteriormente se procedió a evaluar la sensibilidad de cada uno de los detectores de metales, en donde se presentaron las siguientes anomalías: en la envolvedora 5 de empaques metalizados del área de snack y plátano, no se logró detectar los contaminantes: fleje de 5 mm, grapa de 2 mm y grapa de 5 mm.

Seguramente el equipo que no cumplió con la detección de los contaminantes, pudo estar mal calibrado o el proceso de detección no se realizó de acuerdo al protocolo establecido por la empresa.

**Tabla IVI.** Verificación de los reconocimientos de los parámetros de sensibilidad utilizados para la calibración de los detectores en el área de repostería.

<b>DETECTORES REPOSTERÍA</b>									
<b>D.ENV</b>	<b>ALAMBRE</b>			<b>FLEJE</b>			<b>GRAPA</b>		
	<b>5 mm</b>	<b>3 mm</b>	<b>2 mm</b>	<b>5 mm</b>	<b>3 mm</b>	<b>2 mm</b>	<b>5 mm</b>	<b>3 mm</b>	<b>2 mm</b>
D.ENV 1									
D.ENV 2									
D.ENV 3									
D.ENV 4									
D.ENV 5									
D.ENV 6									

D.ENV 7									
D.ENV 8									
D.ENV 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D.ENV 10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D.ENV 11									
D.ENV 12									
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Durante la verificación de los parámetros de sensibilidad utilizados en los detectores que se encuentran en el área de repostería, se puede observar que no se encontraron anomalías y que dichos detectores reconocieron todos los parámetros introducidos intencionalmente, basándose en la metodología y en los parámetros que se establecieron por la empresa, alineados a la normativa.

Estos resultados reflejan que los detectores instalados en estas envolvedoras se encuentran correctamente calibrados y se garantiza que el proceso productivo detecte cualquier riesgo de contaminación de objetos metálicos en el producto final, garantizando de esa forma la inocuidad de los productos.

**Tabla V.** Verificación de los reconocimientos de los parámetros de sensibilidad utilizados para la calibración de los detectores en el área de tortilla.

<b>DETECTORES TORTILLA</b>									
<b>D.ENV</b>	<b>ALAMBRE</b>			<b>FLEJE</b>			<b>GRAPA</b>		
	<b>5 mm</b>	<b>3 mm</b>	<b>2 mm</b>	<b>5 mm</b>	<b>3 mm</b>	<b>2 mm</b>	<b>5 mm</b>	<b>3 mm</b>	<b>2 mm</b>
D. ENV 1									
D. ENV 2									
D. ENV 3									
D. ENV 4									
D. ENV 5									
D. ENV 6									
D. ENV 7									
D. ENV 8									
D. ENV 9									
D. ENV 10									

D. ENV 11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D. ENV 12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Durante la verificación de los parámetros de sensibilidad utilizados en los detectores que se encuentran en el área de tortillas, donde se observó que no se encontraron anomalías y que dichos detectores reconocieron todos los parámetros introducidos intencionalmente. Basándose en la metodología y en los parámetros que se establecieron por la empresa, alineados a la normativa.

### Resultados de los datos obtenidos sobre los parámetros de control que cumplen con la normativa requerida

De acuerdo a la información recolectada se puede observar que los patrones utilizados actualmente en la calibración de los detectores cumplen con la normativa emitida por la FDA, además los parámetros utilizados para el análisis de sensibilidad de acuerdo a la entrevista a expertos también están cumpliendo su pertinencia y no tienen que agregarse ningún parámetro adicional.

Realizar este tipo de análisis periódicamente controla y garantiza la actualización de los procesos de control, aumentando su eficiencia y eficacia, permitiendo de esta manera detectar cualquier daño que pueda aportar fragmentos de metal al producto, permitiendo que el control de calidad se cumpla correctamente y que garantice de manera efectiva la seguridad de los consumidores en el momento de ingerir los productos de la empresa.

**Tabla VI.** Determinación del cumplimiento de la norma requerida con los parámetros y patrones de sensibilidad.

Detectores de metal	Cumplimiento de la norma FDA	Pertinencia de los parámetros utilizados
Detector de la envolvedora 1	✓	✓
Detector de la envolvedora 2	✓	✓
Detector de la envolvedora 3	✓	✓
Detector de la envolvedora 4	✓	✓
Detector de la envolvedora 5	✓	✓
Detector de la envolvedora 6	✓	✓
Detector de la envolvedora 7	✓	✓

Detector de la envolvedora 8	✓	✓
Detector de la envolvedora 9	✓	✓
Detector de la envolvedora 10	✓	✓
Detector de la envolvedora 11	✓	✓
Detector de la envolvedora 12	✓	✓

### Propuesta del plan de mejora

La propuesta de plan de mejora en el proceso de detección de metales se enfocará de acuerdo a los hallazgos encontrados, en realizar un análisis minucioso de todas las causas que pudieron haber causado la anomalía, y a partir de ahí proponer una solución correctiva que sea factible y eficaz en cuanto al tiempo y la finalidad del proceso de control, de tal manera que en el momento de la implementación del plan de mejora, se pueda optimizar el proceso de control y aumentar sus estándares de seguridad. También dentro del plan de mejora se logra describe quienes serían los responsables de cada una de las acciones correctivas que deben llevarse a cabo.

A continuación se detallará la propuesta:

**Tabla IX.** Propuesta del plan de mejora.

HALLAZGO	PROPUESTA	ENCARGADOS
Envolvedoras descalibradas.	Envolvedora 5 revisión periódica del equipo por parte de técnicos especializados en el tema.	Responsable: jefe de calidad, técnicos.
Falta de conocimiento de los operadores para la correcta calibración.	Capacitación a los operadores para que posean el conocimiento necesario para realizar la correcta calibración para la detección de los contaminantes.	Responsable: jefe de calidad, líder de la línea de producción.
Falta de calibración de los detectores por lote. Falta de comunicación por parte del jefe de calidad y líderes de la línea.	Coordinación de calibraciones de acuerdo a la planificación de producción.	Responsable: operadores, líderes de la línea, jefe de calidad.
No hay registros de los procesos de calibración ni de las pruebas de detección realizados.	Llevar un registro de las pruebas y de los procesos de calibración realizadas.	Responsable: líder de la línea de producción, jefe de calidad.

## CONCLUSIONES

Se determinó que los equipos se encuentran correctamente calibrados con respecto a los patrones exigidos por la normativa vigente, debido a que los detectores de metales tuvieron la sensibilidad de reconocer los patrones introducidos.

Mediante los análisis de sensibilidad realizados con los parámetros, se presentaron algunas anomalías al no detectar 3 contaminantes, esto se debe a que el equipo no está correctamente calibrado por parte de los operadores de la línea o por la falta de conocimiento en el proceso del análisis de sensibilidad.

La propuesta de plan de mejora se basa en el proceso de control de detección de metales bajo la metodología de Miguel de Elche, para así poder generar una optimización en el proceso de detección de contaminantes físicos. Esta propuesta se encuentra alineada a la normativa vigente y contempla la experiencia de los expertos de la empresa alimenticia. Los resultados esperados de este plan de mejora buscan aumentar la eficacia en el proceso de detección de contaminantes metálicos utilizando de manera eficiente los recursos actuales con los que cuenta la empresa alimenticia.

La prueba de sensibilidad de los patrones sea realizada por los técnicos especializados en el tema y según lo requiera el manual, para así lograr el correcto uso de los detectores por parte de los operadores de la empresa y no exista descalibración de los mismos durante los procesos.

Es importante la actualización continua de los parámetros de sensibilidad utilizados por la compañía especialmente cuando hallan cambios en el proceso productivo, para evitar posibles fallas durante el proceso. Además, los operadores deben estar capacitados sobre el correcto uso de los parámetros para poder aplicar la calibración en caso que exista alguna anomalía.

Es necesario realizar el plan de mejora en el proceso de detección de metales para evitar posibles contaminantes en el producto y de esta manera cumplir con la normativa requerida, tomando en cuenta todos los posibles factores que fueron detectados y que pueden intervenir durante el proceso.

El plan de mejora propuesto para el proceso de control de detección de metales al ser implementado ayudará a su eficacia y eficiencia, evitando la presencia de algún material extraño que se encuentre en los productos durante su elaboración, desde la materia prima hasta el producto final, y así poder llevar al consumidor un alimento inocuo y libre de contaminantes físicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alarcon S, C. (2014). Obtenido de <https://suminsaindustria.com/que-son-los-detectores-de-metales-en-alimentos/>
- FDA. (2011). Según la norma (FDA,2011) . *Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE.UU. Centro para la Seguridad de los Alimentos y Nutrición Aplicada de la Administración de Medicamentos y Alimentos.*

- Hernández, M. (2017). Obtenido de Servicio de Calidad: <https://calidad.umh.es/calidad-pas/plan-de-mejora/>
- José R. (2014). *Cuándo usar las palabras envase, empaque y embalaje*. Obtenido de <http://www.elempaque.com/temas/Cuando-usar-las-palabras-envase,-empaque-y-embalaje+4040278>
- Luis G. (2016). *Departamento de Tecnologías*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/251794-Los-envases-de-celulosa-marcan-tendencia-en-alimentacion.html>
- Richard O. (2015). *Pattern classification (2ª edición)*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento\\_de\\_patrones](https://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento_de_patrones)
- Rodriguez Villamizar, M. L., & Rodriguez Morales, A. S. (2016). *Inocuidad Alimentaria Site*, Ecuador. Obtenido de <https://inocuidadalimentariasite.wordpress.com/2016/07/12/inocuidad-de-los-alimentos/>
- Rodriguez, M., & Rodriguez, S. (2016). *Inocuidad Alimentaria Site*, Ecuador. Obtenido de <https://inocuidadalimentariasite.wordpress.com/2016/07/12/inocuidad-de-los-alimentos/>
- Soriano, M. (Julio de 2019). Como realizar el analisis de sensibilidad.
- Suminsa Inspection Systems. (2014). Obtenido de <http://suminsaindustria.com/detector-de-metales-alimentos/>