

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE PUNTOS DE PELIGRO CRÍTICOS DE CONTROL  
(HACCP) EN EL PROCESO, ACONDICIONAMIENTO Y EMPAQUE DEL EJOTE  
FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris L.*) EN LA EMPRESA EMPACADORA TIERRA DE  
ÁRBOLES, S.A.**

**SANDRA KARINNA JEREZ JUÁREZ**

**GUATEMALA SEPTIEMBRE 2015**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE PUNTOS DE PELIGRO CRÍTICOS DE CONTROL  
(HACCP) EN EL PROCESO, ACONDICIONAMIENTO Y EMPAQUE DEL EJOTE  
FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris L.*) EN LA EMPRESA EMPACADORA TIERRA DE  
ÁRBOLES, S.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR:**

**SANDRA KARINNA JEREZ JUÁREZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA SEPTIEMBRE 2015**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

**Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

|                            |                        |                                      |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| <b>DECANO EN FUNCIONES</b> | <b>Dr.</b>             | <b>Tomás Antonio Padilla Cámbara</b> |
| <b>VOCAL PRIMERO</b>       | <b>Dr.</b>             | <b>Tomás Antonio Padilla Cámbara</b> |
| <b>VOCAL SEGUNDO</b>       | <b>Ing. Agr. M.Sc.</b> | <b>César Linneo García Contreras</b> |
| <b>VOCAL TERCERO</b>       | <b>Ing. Agr. M.Sc</b>  | <b>Erberto Raúl Alfaro Ortiz</b>     |
| <b>VOCAL CUARTO</b>        | <b>Per. Agr.</b>       | <b>Josué Benjamín Boche López</b>    |
| <b>VOCAL QUINTO</b>        | <b>M Eh.</b>           | <b>Rut Raquel Curruchich Cúmez</b>   |
| <b>SECRETARIO</b>          | <b>Ing. Agr.</b>       | <b>Juan Alberto Herrera Ardón</b>    |

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2015**



Guatemala, septiembre 2015

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el documento:

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Desarrollo de análisis de puntos de peligro crítico de control, (HACCP) en el proceso, acondicionamiento y empaque del ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*) en la empacadora Tierra de Árboles, S.A.**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo,

Respetuosamente

Sandra Karinna Jerez Juárez





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS**

Por ser mi amoroso Padre Celestial, el creador de mi vida y el que me llena de bendiciones día a día.

### **MIS PADRES**

Sandra Alicia Juárez Sánchez de Jerez y Juan Carlos Jerez Ortiz, a quienes agradezco de todo corazón por sus grandes esfuerzos brindados todos estos años, por darme siempre lo mejor, por ser mi ejemplo, por su apoyo incondicional, consejos y sacrificios que me han brindado. Los amo con todo mi corazón.

### **MIS HERMANOS**

Astrid Marissa y Juan Carlos Jerez Juárez, por su apoyo y cariño incondicional que son el mejor ejemplo para mí y son las que me inspiran a ser una mejor persona.

### **MIS ABUELITOS**

Juan Antonio Jerez Tórtola, Zoila Esperanza Ortiz Arévalo, Julio Juárez Gómez y Berta Alicia Sánchez Aldana, por sus buenos consejos y su cariño incomparable.

### **MIS TÍOS**

Por las palabras de ánimo para seguir siempre adelante.

### **MIS PRIMOS**

Por compartir buenos momentos a lo largo de la vida y lograr las metas que nos hemos propuesto.



## **AGRADECIMIENTOS**

### **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Por darme la oportunidad de obtener una formación profesional y permitirme egresar de esta magnífica casa de estudios.

### **FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Por haberme abierto sus puertas y permitirme graduarme como ingeniera agrónoma.

### **MI FAMILIA**

Por estar a mi lado en todo momento y apoyarme incondicionalmente en cada aspecto de mi vida.

### **MI SUPERVISOR**

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte por su supervisión, orientación y apoyo durante el Ejercicio Profesional Supervisado, por su confianza, paciencia y amistad incondicional.

### **MI ASESOR**

Ing. Agr. Edgar Franco Rivera por sus importantes aportes, tiempo, conocimientos y consejos brindados para la realización de la presente investigación.

### **EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES**

Por darme la oportunidad de culminar mi fase de estudios para mi formación como profesional al brindarme todo el apoyo en realizar mi EPS.

**EQUIPO TECNICO**

Ing. Alejandra Agosto, Ing. Emilio Say, Sandra Soyoy.

**A MIS AMIGOS**

Por todas las buenas experiencias y aflicciones compartidas para poder llegar a este momento.

## ÍNDICE GENERAL

|   | Página |
|---|--------|
| CAPÍTULO I .....  | 1      |
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 3      |
| 2. MARCO CONCEPTUAL.....  | 5      |
| 2.1 Ejote francés ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....                              | 5      |
| 2.1.1 Identificación del producto .....   | 5      |
| 2.2 Proceso de empaque .....  | 5      |
| 3. OBJETIVOS.....   | 6      |
| 3.1 General .....   | 6      |
| 3.2 Específicos .....   | 6      |
| 4. PROBLEMÁTICA.....  | 7      |
| 5. MARCO REFERENCIAL.....   | 8      |
| 5.1 Ubicación de la empresa .....   | 8      |
| 5.2 Análisis de puntos críticos de control – APPCC – .....                          | 8      |
| 6. METODOLOGÍA.....   | 10     |
| 7. RESULTADOS .....   | 11     |
| 7.1 Condiciones generales de proceso de acondicionamiento.....                      | 11     |
| 7.1.1 Recepción del ejote.....  | 11     |
| 7.1.2 Muestreo.....   | 11     |
| 7.1.3 Proceso de despunte .....   | 12     |
| 7.1.4 Desinfección.....   | 12     |
| 7.1.5 Área de empaque.....  | 13     |
| 7.1.6 Control de calidad .....  | 13     |
| 7.1.7 Proceso de lavado y desinfección del personal.....                            | 14     |
| 7.2 Importancia del ejote francés ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) en la empresa. .... | 15     |
| 8. CONCLUSIONES.....  | 16     |

|  | Página |
|--|--------|
| 8.1 Procesos de etapas de producción.....                                | 16     |
| 8.2 Importancia del ejote francés en la empresa.....                     | 16     |
| 8.3 Análisis de puntos críticos de control – APPCC – .....               | 16     |
| 9. RECOMENDACIONES .....   | 17     |
| 10. BIBLIOGRAFÍA.....  | 18     |
| CAPÍTULO II .....  | 19     |
| 11. INTRODUCCIÓN.....  | 23     |
| 12. MARCO TEÓRICO.....   | 25     |
| 12.1 MARCO CONCEPTUAL .....  | 25     |
| 12.1.1 Sistema HACCP.....  | 25     |
| 12.1.2 Origen del programa HACCP.....                                    | 25     |
| 12.1.3 Buenas prácticas de manufactura (BPM) .....                       | 26     |
| 12.1.4 Ventajas del sistema <i>HACCP</i> .....                           | 27     |
| 12.1.5 Formación de equipo HACCP.....                                    | 27     |
| 12.1.6 Puntos críticos de control.....                                   | 28     |
| 12.1.7 Lavado y desinfección.....  | 28     |
| 12.1.8 Peligro crítico.....  | 28     |
| 12.1.9 Ejote francés ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) .....               | 28     |
| 12.1.10 Despunte .....   | 29     |
| 12.1.11 Vida en anaquel .....  | 29     |
| 13. MARCO REFERENCIAL.....   | 30     |
| 13.1 Ubicación de la empresa.....  | 30     |
| 13.1.1 Actividades de proceso de acondicionamiento para exportación..... | 30     |
| 13.1.2 Peligros químicos.....  | 32     |
| 13.1.3 Peligros físicos .....  | 33     |
| 13.1.4 Peligros biológicos .....   | 33     |
| 13.1.5 Árbol de decisiones.....  | 35     |
| 13.1.6 Descripción del producto (vainas de ejote francés empacado).....  | 37     |

|  | Página |
|--|--------|
| 13.1.7 Características de las vainas de ejote para exportación .....   | 38     |
| 14. OBJETIVOS.....   | 39     |
| 14.1 GENERAL.....  | 39     |
| 14.2 ESPECIFICOS.....  | 39     |
| 15. METODOLOGÍA .....  | 40     |
| 15.1 Proceso para realizar el sistema HACCP en el acondicionamiento y<br>empaquete de las vainas de ejote francés.....   | 40     |
| 15.2 Análisis de peligros críticos .....   | 40     |
| 15.3 Determinación de los puntos críticos de control (PCC).....  | 41     |
| 15.4 Establecimiento de límites críticos (LC) .....  | 41     |
| 15.5 Propuesta del sistema de vigilancia del control de los PCC .....  | 42     |
| 15.6.1 Cálculo de adición de Cloro .....   | 42     |
| 15.7 Propuesta de procedimientos de comprobación para confirmar que<br>el sistema de HACCP funciona eficazmente .....  | 43     |
| 15.8 Propuesta de un sistema de documentación sobre los procedimientos<br>y los registros apropiados para la aplicación del HACCP en el<br>acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés..... | 43     |
| 16. RESULTADOS .....   | 44     |
| 16.1 Análisis de peligros .....  | 44     |
| 16.2 Puntos críticos de control (PCC) determinados .....   | 47     |
| 16.3 Límites críticos (LC).....  | 48     |
| 16.3.1 Concentración de Cloro para la desinfección de las vainas de<br>ejote francés.....  | 48     |
| 16.3.2 Detección de piezas de metal .....  | 53     |
| 16.4 Sistema de vigilancia del control de los PCC.....   | 55     |

|  | Página |
|--|--------|
| 16.4.1 Verificación y registros .....  | 55     |
| 16.5 Medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia .....     |        |
| indique que un determinado PCC no está controlado .....                      | 56     |
| 16.6 Propuesta de procedimientos de comprobación para confirmar .....        |        |
| que el Sistema de APPCC funciona eficazmente .....                           | 56     |
| 16.7 Propuesta de un sistema de documentación sobre los procedimientos ..... |        |
| y los registros a propiados. ....  | 59     |
| 17. CONCLUSIONES .....   | 61     |
| 18. RECOMENDACIONES .....  | 61     |
| 19. BIBLIOGRAFÍA .....   | 62     |
| CAPÍTULO III .....   | 63     |
| 20. CAPACITACIÓN DE HIGIENE PERSONAL .....                                   | 69     |
| 20.1 Introducción .....  | 69     |
| 20.2 Objetivos .....   | 69     |
| 20.3 Metodología .....   | 70     |
| 20.3.1 Temas expuestos .....   | 70     |
| 20.4 Recursos .....  | 70     |
| 20.5 Resultados obtenidos .....  | 71     |
| 21. INSPECCIÓN DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA .....                             | 73     |
| 21.1 Introducción .....  | 73     |
| 21.2 Objetivos .....   | 73     |
| 21.3 Metodología .....   | 73     |
| 21.4 Recursos .....  | 73     |
| 21.5 Resultados obtenidos .....  | 74     |
| 21.6 Evaluación .....  | 75     |



|   | Página |
|---|--------|
| 22. INSPECCIÓN DE CALIDAD EN PRE-EMPAQUE Y EMPAQUE .....  | 76     |
| 22.1 Introducción .....   | 76     |
| 22.2 Objetivos .....  | 76     |
| 22.3 Metodología .....  | 76     |
| 22.4 Recursos .....   | 76     |
| 22.5 Resultados obtenidos .....   | 77     |
| 22.6 Evaluación .....   | 78     |
| 23. BIBLIOGRAFÍA.....   | 79     |
| 24. ANEXO .....   | 80     |
| 24.1 Diagrama de flujo de proceso del acondicionamiento y empaque de<br>las vainas de ejote francés ..... | 80     |
| 24.2 Daño en vainas de ejote evaluado a diferentes tratamientos de Cloro .....                            | 81     |
| 24.3 Cambio de color en vainas de ejote evaluado a diferentes tratamientos<br>de Cloro.....               | 82     |
| 24.4 Cambio de olor en vainas de ejote evaluado a diferentes tratamientos<br>de Cloro.....                | 83     |
| 24.5 Cálculo de partes por millón de una solución de base de Cloro al 10% .....                           | 83     |
| 24.6 Análisis de varianza de daño causado en la vaina de ejote, por<br>tratamiento .....                  | 85     |
| con Cloro .....   | 85     |
| 24.7 Análisis de varianza cambio de color .....   | 86     |
| 24.8 Análisis de varianza en el cambio de olor .....  | 88     |
| 24.9 Protocolo a seguir en caso de mala dosificación de Cloro .....                                       | 90     |
| 24.10 Protocolo a seguir en caso de presencia de metales.....   | 90     |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   | Página |
|---|--------|
| Cuadro 1. Descripción del producto a exportar de la empresa Tierra de Árboles .....   | 37     |
| Cuadro 2. Matriz de análisis de puntos de peligros críticos .....   | 44     |
| Cuadro 3. Matriz de límites críticos de la desinfección con Cloro .....   | 52     |
| Cuadro 4. Matriz límite crítico de presencia de metales.....  | 54     |
| Cuadro 5. Matriz de verificación de registros y actividades de los puntos críticos<br>de control .....                                  | 55     |
| Cuadro 6. Procedimientos de comprobación de lavado con Cloro .....  | 57     |
| Cuadro 7. Procedimientos de comprobación de detección de metales .....  | 58     |
| Cuadro 8. Hoja de vigilancia de los puntos críticos de control .....  | 59     |
| Cuadro 9. Hoja de aplicación de acciones correctivas .....  | 60     |
| Cuadro 10A. Características y escala de daño en vaina de ejote, causado por<br>desinfección con Cloro .....                             | 81     |
| Cuadro 11A. Características y escala de color en vainas de ejote, causado por<br>desinfección con Cloro.....                            | 82     |
| Cuadro 12A. Características y escala de olor de la vaina de ejote, al ser<br>sometido al tratamiento de Cloro.....                      | 83     |
| Cuadro 13A. Porcentaje de vainas dañadas por las diferentes dosificaciones<br>de Cloro.....   | 85     |
| Cuadro 14A. Análisis de varianza del porcentaje de vainas dañadas<br>por diferentes dosificaciones de Cloro.....                        | 85     |
| Cuadro 15A. Prueba de Tukey del porcentaje de vainas dañadas por<br>diferentes dosificaciones de Cloro.....                             | 86     |
| Cuadro 16A. Resultados en porcentaje de vainas con cambio de color a causa<br>de diferentes dosificaciones de Cloro.....                | 87     |
| Cuadro 17A. Análisis de varianza de porcentaje de vainas con cambio de color<br>a causa de las diferentes dosificaciones de Cloro ..... | 87     |
| Cuadro 18A. Prueba de Tukey de porcentaje de vainas con cambio de color a<br>causa de las diferentes dosificaciones de Cloro .....      | 88     |

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 19A. Porcentaje de ejotes con olor desagradable por las diferentes dosificaciones de Cloro.....     | 88 |
| Cuadro 20A. Análisis de varianza del porcentaje de vainas con mal olor por diferentes dosis de Cloro ..... | 89 |
| Cuadro 21A. Prueba de Tukey del porcentaje de vainas con mal olor por las diferentes dosis de Cloro .....  | 89 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Ubicación empresa Tierra de Árboles S.A. ....   | 8  |
| Figura 2: Boleta de muestreo de materia prima.....  | 12 |
| Figura 3: Ejote empacado en bolsas transparentes de 1 libra. ....   | 14 |
| Figura 4. Ubicación de la empresa Tierra de Árboles S.A.....  | 30 |
| Figura 5. Esquema de actividades de acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés para exportación. ....             | 34 |
| Figura 6. Árbol de decisiones .....   | 36 |
| Figura 7. Placa para establecer el diámetro del ejote. ....   | 38 |
| Figura 8. Diámetro no aceptable 1 cm .....  | 35 |
| Figura 9. Diámetro aceptable 0.5 cm.....  | 38 |
| Figura 10. Longitud establecida para las vinas.....   | 38 |
| Figura 11. Promedios de vainas que presentaron cambio de color a diferentes concentraciones de Cloro. ....                        | 48 |
| Figura 12. Promedios de vainas que mostraron cambio de coloración al ser desinfectadas a diferentes concentraciones de Cloro..... | 49 |
| Figura 13. Promedio de vainas con olor desagradable frente a diferentes concentraciones de Cloro. ....                            | 50 |
| Figura 14: Capacitación del personal .....  | 71 |
| Figura 15: Evaluación al personal.....  | 71 |
| Figura 16: Hoja de asistencia para capacitaciones .....   | 72 |

|   | Página |
|---|--------|
| Figura 17: Calidad de materia prima en cajas, listo para despunte. ....   | 74     |
| Figura 18: Producto que no cumple con los estándares de calidad debido a<br>que presenta signos de enfermedad y deshidratación..... | 75     |
| Figura 19: Llenado de bandejas. ....  | 77     |
| Figura 20: Inspección del producto pre-empacado en la banda transportadora.....   | 77     |
| Figura 21: Calidad del producto en pre-empaque. ....  | 78     |
| Figura 22A. Diagrama de flujo del procesamiento de las vainas. ....   | 80     |
| Figura 23A. Escala de daño en vaina. ....   | 81     |
| Figura 24A. Escala de color de vainas de ejote. ....  | 82     |

## RESUMEN

Las actividades del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizaron en la empresa empacadora Tierra de Árboles, S.A., durante el periodo de mayo 2014 a agosto 2015.

El diagnóstico identifica las áreas y procesos que son necesarios para la exportación de ejote francés, arveja dulce y arveja, china dentro; así como los normativos y certificaciones requeridas para el cumplimiento de los requisitos de exportación. Entre las actividades que se identifican en el diagnóstico de la empresa, cabe mencionar, la recepción de materia prima, el muestreo, almacenamiento, clasificación, despunte, lavado y empaque.

Durante el análisis del diagnóstico se observó, que cada una de las etapas del proceso de acondicionamiento de la materia prima, presentaba riesgos de contaminación que podían afectar la inocuidad del producto final. Se identificó que la empresa requería de una investigación que le ayudara con la certificación en el área de los procesos de acondicionamiento del ejote francés, para lo cual se aplicó el sistema de análisis de puntos de peligros críticos de control. Con la cual su objetivo inicial es controlar los puntos de peligros que representan riesgo de contaminación.

La investigación es un sistema de análisis de puntos de peligros críticos de control, llamado HACCP, por sus siglas en Inglés (Hazard Analysis and Critical Control Points). En el cual se evalúa y analiza cada etapa del proceso de acondicionamiento del ejote francés con la ayuda de matrices, estas etapas son consideradas inicialmente por un análisis de peligros potenciales, los cuales se clasifican como peligros o contaminantes físicos, químicos o biológicos.

Con el sistema HACCP se identificaron dos puntos de peligros críticos de control, el primero se identifica como el proceso de desinfección con cloro de las vainas de ejote, el cual se considera como un contaminante químico; razón por la cual se realizó un análisis estadístico para conocer la concentración aceptable que causa menor daño en la vaina del

ejote. Las concentraciones evaluadas fueron de 100, 200 y 300 ppm de cloro. Obteniendo como resultado que las 200 ppm de cloro son las que presentan menor daño, cambio de coloración y cambio de olor.

El segundo punto de peligro crítico identificado es la detección de piezas de metal durante el proceso del empaque, con el cual se propone la implementación de máquinas detectoras de metales, las cuales deben de ser calibradas a diario.

Se propone una documentación que respalda que el punto crítico este siendo controlado, así como saber quién y qué acción correctiva se está realizando, también se propone un protocolo el cual se recomienda seguir en caso se presente un punto crítico.

Entre los servicios realizados se incluyó la capacitación de higiene personal, la cual va dirigida a todo el personal, sobre la necesidad de aplicar la higiene personal fuera de la empresa así como dentro de la empresa; haciendo un énfasis especial en el lavado de manos para la manipulación del ejote francés.

El segundo servicio es la inspección de calidad de materia prima, en donde se verifica que la materia prima presente las mejores características, evitando así daño mecánico, daño por insectos, producto sobre maduro, con índices de pudrición o enfermedades. El principal objetivo es que se elimine el producto que no cumpla con los estándares establecidos, eliminándolo de la línea de acondicionamiento.

El tercer servicio es la inspección de calidad en pre-empaque y empaque de arveja, en el cual se inspecciona el producto que se pre-empaca en bandejas, el cual debe de presentarse sin ningún tipo de contaminante, como restos de flor, producto que no es de calidad, un empaque en buen estado y que el producto se encuentre de una forma ordenada dentro de la bandeja.

## **CAPITULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA EMPACADORA DE VEGETALES: TIERRA DE  
ÁRBOLES S.A., KILOMETRO 40 CARRETERA INTERAMERICANA, SANTO DOMINGO  
XENACÓJ, SUMPANGO, SACATEPEQUEZ**





## 1. INTRODUCCIÓN

La empresa empacadora y exportadora de vegetales Tierra de Árboles S.A. forma parte del gremio exportador de Guatemala, es la razón por la cual se le realiza un diagnóstico para conocer cada una de sus áreas y actividades de postcosecha, recepción, muestreo, clasificación, despunte, lavado y empaque. Su producción cuenta con un alto contenido de insumos nacionales; la empresa cuenta con certificaciones internacionales de inocuidad las cuales deben renovarse cada año.

Entre los productos que la empresa empaca se encuentra la arveja, tanto china como dulce (*Pisum sativa L.*), y el ejote francés (*Phaseolus vulgaris*). La empresa actualmente cuenta con el proceso de arveja certificado; sin embargo, para la presente temporada la empresa desea incluir al alcance de la certificación de la norma de sistema de gestión de seguridad alimentaria BRC (British Retail Consortium), el Análisis de Puntos de Peligros Críticos de Control (APPCC) o por sus siglas en inglés HACCP (Hazard analysis and critical control points) al proceso de empaque del ejote francés.

La importancia de la inocuidad de los alimentos presenta numerosos beneficios, entre ellos menos obstáculos comercio mundial, menos pérdida de la productividad y la mano de obra, mayor seguridad alimentaria global, menos enfermedades humanas transmitidas por los alimentos, (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, 1997), esta es la razón por la cual se lleva a cabo la producción de alimentos en condiciones adecuadas.

El Ejote Francés que se empaca en la empresa Tierra de Árboles S.A., se exporta principalmente a mercados de Estados Unidos. Para poder ingresar a los mercados extranjeros, se deben cumplir con las exigencias de los clientes tanto en buenas prácticas agrícolas como en buenas prácticas de manufactura propuestas por la norma GLOBALGAP y por ende el APPCC es una herramienta que permite controlar la inocuidad en los diferentes procesos.

La empresa se enfoca en la calidad sanitaria e inocuidad en el proceso de acondicionamiento y empaque del ejote francés (*Phaseolus vulgaris*). Durante el proceso del mismo, se identifican puntos que pueden, tanto generar riesgos en la inocuidad del producto, como poner en riesgo la integridad del consumidor final.

Entre los principales peligros que puede presentar el proceso, se encuentra la contaminación física, química, biológica, por contacto humano o por contacto con las superficies del proceso (canastas, mesas y/o banda transportadora) la cual se analiza en el diagnóstico.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 Ejote Francés (*Phaseolus vulgaris L.*)

El ejote ha tomado gran auge en Guatemala para su exportación, este debe cumplir con características de calidad, con un largo de 10 cm a 12 cm y un diámetro de 0.4 cm a 0.5 cm., debe estar bien formado, las semillas no tienen que sobresalir de la vaina, debe de estar libre de manchas, pústulas o cicatrices causadas por enfermedades o plagas.

#### 2.1.1 Identificación del producto

Nombre científico “Phaseolus Vulgaris”, el ejote francés pertenece a la familia de las hortalizas y consistente en una vaina o legumbre de color verde con semillas no desarrolladas por completo (Ministerio de agricultura y ganadería, 1982).

### 2.2 Proceso de empaque

El objetivo del empaque de alimentos es proteger los productos del daño mecánico y de la contaminación química y microbiana y del oxígeno, el vapor de agua y la luz, en algunos casos. El tipo de empaque utilizado para este fin juega un papel importante en la vida del producto, brindando una barrera simple a la influencia de factores, tanto internos como externos. Evitando así la contaminación física, química, biológica o una contaminación cruzada (Orrego Alzate, Procesamiento de alimentos, 2003).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 General

Conocer la situación actual del proceso de empaque de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) con fines de exportación.

#### 3.2 Específicos

1. Describir la condiciones del proceso de empaque de ejote francés (*Phaseolus vulgaris*).
2. Determinar la importancia de ejote francés para la empresa Empacadora Tierra de Árboles S.A.

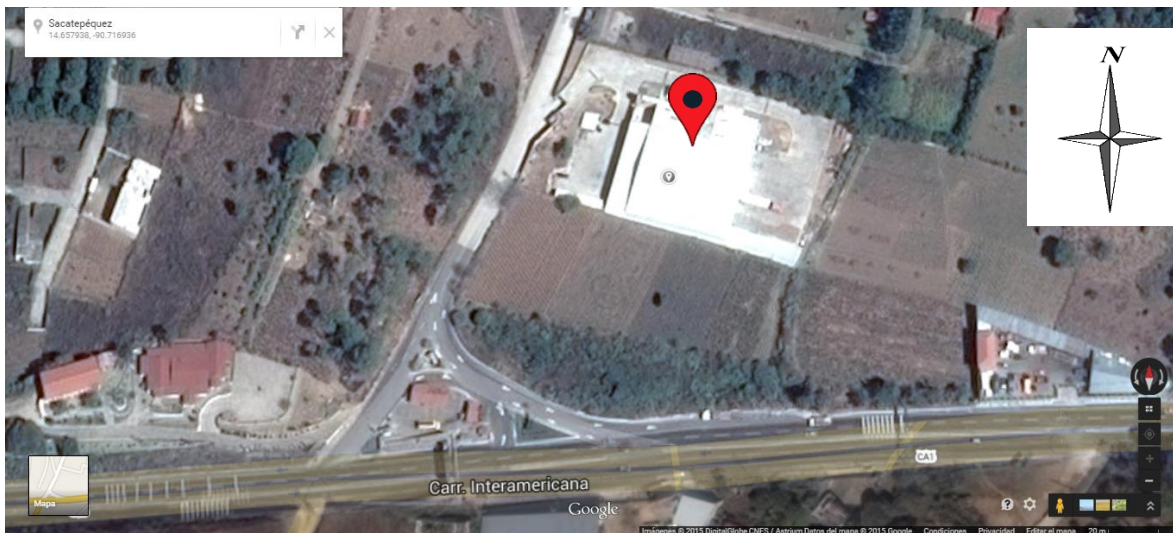
#### 4. PROBLEMÁTICA

La empresa Tierra de Árboles S.A., es una exportadora de productos vegetales, dentro de las actividades que desarrolla se destaca la exportación del ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*); durante su tiempo de exportación han ocurrido rechazos, debido a la falta de inocuidad del producto. Por ello, se hace necesario implementar un análisis que permita identificar los principales peligros que ponen en riesgo la inocuidad del producto y por ende la integridad del consumidor final, así como disminuir las pérdidas por el producto rechazado.

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 Ubicación de la empresa

La empresa Empacadora de Vegetales Tierra de Árboles. S.A. (TASA) está ubicada en el kilómetro 40, Carretera Interamericana CA-1 entrada a Santo Domingo Xenacoj, Sumpango Sacatepéquez, coordenadas  $14^{\circ}40'40''N$  latitud,  $90^{\circ}41'52''O$  longitud. La figura 1 muestra la ubicación de la empresa Tierra de Árboles S.A. En la figura 1 se muestra la ubicación de la empresa.



**Figura 1:** Ubicación empresa Tierra de Árboles S.A.

Fuente: Google Maps.

### 5.2 Análisis de puntos críticos de control – APPCC –

El análisis de puntos críticos de control o también llamado HACCP por sus siglas en inglés (Hazard Analysis and Critical control Points), es un sistema que constituye un patrón de referencia para la vigilancia sanitaria; es decir, esta norma establece el control de calidad sanitaria e inocuidad en toda la fábrica de alimentos, en este caso en la empresa productora y empacadora de ejote francés. Los beneficios del sistema APPCC se enfocan en la reducción de reclamos, devoluciones y rechazos, que representan un costo y, en este caso, una pérdida para la empresa (IICA, 1999).

El objetivo principal de la empresa productora y empackadora es obtener la certificación HACCP, debido a que la aplicación a la gestión de inocuidad de los alimentos en donde se utiliza la metodología de controlar los puntos críticos en el proceso de manipulación de alimentos puede impedir que se produzcan problemas en la inocuidad del alimento (Ministerio de sanidad y consumo, 2002).

## **6. METODOLOGÍA**

Se realizó un recorrido por las áreas de la planta de postcosecha de ejote francés, conformado por diferentes áreas: de recepción de materia prima, de despunte, de empaque y de almacenamiento, observando cada uno de los procesos.

Mediante entrevistas al personal del área de producción y calidad se identificaron los principales problemas que se han presentado. Para conocer el proceso se realizó una serie de preguntas de los diferentes componentes del proceso de postcosecha de la empresa.



## **7. RESULTADOS**

### **7.1 Condiciones generales de proceso de acondicionamiento**

El procesamiento del ejote francés inicia desde que el cultivo proviene de las fincas de la empresa cumpliendo con los requisitos de buenas prácticas agrícolas bajo la certificación GLOBALGAP. El producto ingresa de las fincas a la planta en cajas plásticas, las cuales vienen debidamente identificadas con el área de procedencia y el producto que ingresa.

#### **7.1.1 Recepción del ejote**

En el área de recepción, hay un equipo de personas que se encargan de identificar el producto, de donde proviene y asignarle el código de trazabilidad (en donde se puede conocer la procedencia del producto, en este caso de que finca es cultivado).

Previo al ingreso, el encargado de calidad toma una muestra del ejote, siguiendo los procedimientos, en los cuales se llena una boleta indicando la calidad del producto (sin presencia de daño mecánico, daño químico, daño de insecto, mal lavado o mal empacado).

Posterior a esto se pesa el producto, se cuentan las cajas y se realiza la boleta de recepción de materia prima. El producto es ingresado a los cuartos fríos, el cual se mantiene entre 3°C y 6°C.

#### **7.1.2 Muestreo**

El encargado de calidad toma una muestra del ejote, indica la calidad del producto en una boleta que se observa en la figura 2.

| TAMA<br>Tierra de Abovós<br>SA             |                          | TOMA DE MUESTRA MATERIA PRIMA EJOTE |                              |               | Código: RS-PI-02                       |
|--|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------|--|
| Elaborado por:<br>María del Carmen Aguirre |                          | Revisado por:<br>Equipo de Calidad  | Aprobado por:<br>Eduardo Say | Versión:<br>1 | Página: 1<br>Fecha:<br>Temp: 2014-2015 |
| FECHA                                      | _____                    | BOLETA                              | _____                        |               |  |
| PROVEEDOR                                  | _____                    | CODIGO                              | _____                        |               |  |
| LIBRAS INGRESADAS                          | _____                    | RESPONSABLE                         | _____                        |               |  |
| ESTÁNDAR                                   | <input type="checkbox"/> | VAREIDAD                            | _____                        |               |  |
| TOP  | <input type="checkbox"/> |                                     |                              |               |  |
| TYT  | <input type="checkbox"/> |                                     |                              |               |  |
| Peso de la muestra                         | _____                    | Temperatura al irradar              | _____                        |               |  |
| Defectos                                   | Muestra                  | Estandar de Calidad                 |                              |               |  |
| Mancha Café                                |                          | 5%                                  |                              |               |  |
| Putridión                                  |                          | 1%                                  |                              |               |  |
| Daño por trips                             |                          | 5%                                  |                              |               |  |
| Daño por Ácaro                             |                          | 5%                                  |                              |               |  |
| Daño por gusano                            |                          | 2%                                  |                              |               |  |
| Daño mecánico                              |                          | 2%                                  |                              |               |  |
| Longitud de vaina                          |                          | 5% (Min: 12, Max: 17 cm)            |                              |               |  |
| Sobremaduro                                |                          | 5%                                  |                              |               |  |
| TOTAL ACEPTABLE                            |                          | 25%                                 |                              |               |  |
| TOTAL MUESTRA                              |                          |                                     |                              |               |  |
| OBSERVACIONES:                             |                          |                                     |                              |               |  |

**Figura 2:** Boleta de muestreo de materia prima.

### 7.1.3 Proceso de despunte

El ejote es secado en los cuartos fríos y pasa al área de despunte. En esa área, las personas del “equipo de ejotes”, se encargan de despuntar el producto, retirando el cáliz del mismo. Cuando el ejote se ha despuntado completo y se ha terminado el proceso de pesaje, hay un equipo que se encarga de lavar el producto.

### 7.1.4 Desinfección

La desinfección del producto se realiza con procesos artesanales, que consiste en una tina de acero inoxidable con agua potable; El equipo de calidad se encarga de la aplicación de

Cloro, se procede a lavar el producto. El mismo pasa sumergido en la solución y es transportado al cuarto frío para ser escurrido y enfriado.

El proceso de desinfección consiste en una inmersión de cuatro minutos en Cloro, por lo cual no existe un proceso de lavado y un proceso de desinfección por separado. La razón por la cual se utilizan Cloro, se debe a que este elimina contaminantes biológicos, dentro de la norma BRC del sistema de análisis de puntos de peligros críticos de control no se establece un rango específico para el producto a exportar.

#### **7.1.5 Área de empaque**

Cuando el producto se encuentra entre 2°C y 5°C, es transportado al área de empaque, el cual se encuentra a una temperatura de 4°C. El personal debidamente uniformado con equipos para baja temperatura (frío), que cumplen con los requisitos de buenas prácticas de manufactura se encarga de organizar el producto y colocarlo en la bolsa requerida por el cliente.

#### **7.1.6 Control de calidad**

Luego del empaque y colocación en cuarto frío, un equipo de control de calidad se encarga de revisar que el producto embalado cumpla con los requisitos. Cuando el equipo de calidad aprueba el producto, se pesa y sellan las bolsas con el producto.

El equipo de calidad se encarga de observar que el ejote no presente daño por insectos, daño por falta de fertilización o por daño mecánico; que cumpla con los requisitos de tamaño, que el empaque se encuentre en buena condiciones tanto las bolsas como las cajas.

Al finalizar hay un equipo de abastecedores que se encargan de armar cajas, ordenar el producto terminado, colocar códigos de trazabilidad y entarimar el mismo en las condiciones que se requieran, ya sea en paletas aéreas o marítimas.

### 7.1.7 Proceso de lavado y desinfección del personal

Para ingresar, el personal de trabajo debe presentarse limpio, deben pasar por proceso de lavado de manos con jabón inodoro e incoloro y por un pediluvio para evitar el ingreso de microorganismos por medio de los zapatos. Así también deben utilizar reddecilla para el cabello, uniforme limpio, que constantemente se debe de lavar y cumplir con los requisitos de las buenas prácticas de manufactura (BPM). Cuando el producto se recibe, este puede presentar contaminación física, química, o biológica; que actualmente no se presenta acciones correctivas en caso de una posible contaminación.

Después de este paso hay un equipo de control de calidad el cual se encarga de revisar bolsa por bolsa para que el producto que va a ser sellado cumpla con los requisitos, generalmente el proceso de revisar las bolsas se vuelve ineficiente, debido a la cantidad de producto que se acumula para ser inspeccionado por dos personas de calidad. Cuando el equipo de calidad aprueba, se pesa y sellan las bolsas con el producto. En la figura 5 se muestra la presentación del ejote empacado.



**Figura 3:** Ejote empacado en bolsas transparentes de 1 libra.

Al finalizar hay un equipo de abastecedores que se encargan de crear los empaques, ordenar el producto terminado, colocar códigos de trazabilidad y colocar en tarimas el mismo en las condiciones que se requieran, ya sea en paletas aéreas o marítimas.

El personal, para su ingreso al área de trabajo debe seguir estrictamente los pasos siguientes:

1. Presentarse aseado
2. Pasar por proceso de lavado de manos
3. Pasar por un pediluvio para evitar el ingreso de microorganismos por medio de los zapatos,
4. Deben de utilizar redecilla para el cabello
5. Uniforme limpio, que constantemente se debe de lavar y cumplir con los requisitos de buenas prácticas de manufactura (BPM) respectivos.

Todo el personal pasa por un proceso de inspección al momento de ingresar a la planta, el personal encargado que observa el ingreso no siempre realiza esta tarea.

## **7.2 Importancia del ejote francés (*Phaseolus vulgaris*) en la empresa.**

El ejote francés es uno de los principales productos que exporta la empresa empacadora de vegetales de exportación Tierra de Árboles S.A. (TASA) hacia los mercados de la costa Oeste y Este de los Estados Unidos, representando un 20% de las exportaciones.

Los índices de consumo en Estados Unidos del producto que proviene de Guatemala han incrementado exponencialmente en los últimos años. Sin embargo, para poder ingresar a dichos mercados se deben cumplir las exigencias de los clientes tanto de buenas prácticas agrícolas como en buenas prácticas de manufactura (BPM), según lo requiere la norma GLOBALGAP y por ende el HACCP es una herramienta que permite controlar la inocuidad en los diferentes procesos.

Debido a que Estados Unidos es uno de los principales mercados en el mundo, donde el consumo de vegetales ha aumentado en los últimos años, principalmente por cambios en la dieta alimenticia, especialmente por razones de salud (García Tabuena, Levitsky, & Hojmark Mikkelsen, La micro y pequeña empresa en latinoamérica: la experiencia de los servicios de desarrollo empresarial, 2001).

## **8. CONCLUSIONES**

### **8.1 Procesos de etapas de producción**

La contaminación que puede presentar en este proceso, puede ser por el contacto humano, químico, ambiente o por un mal proceso de lavado y desinfección del ejote francés.

El proceso de acondicionamiento del ejote, debe presentar un sistema de análisis de puntos de peligros críticos de control, como requerimiento de la norma de GLOBALGAP, para la exportación de productos alimenticios empacados; por lo que la planta empacadora no cuenta con este sistema y se debe elaborar para la aprobación del proceso de exportación.

### **8.2 Importancia del ejote francés en la empresa.**

El principal enfoque de la empresa es la venta al exterior del país de ejote francés, por lo que es de suma importancia que la materia prima presente características de calidad e inocuidad para exportar.

### **8.3 Análisis de puntos críticos de control – APPCC –**

Con el cumplimiento de las normas requeridas por GLOBALGAP, la empresa Tierra de Árboles logra asegurar que están exportando producto de calidad, inocuo, sanitizado y apto para el consumo humano.

## 9. RECOMENDACIONES

1. La empresa debe realizar un análisis del sistema de análisis de puntos de peligros críticos de control, para poder implementarlo en la temporada y así poder cumplir con los requisitos de la norma GLOBALGAP y así poder tener controlados los puntos de peligros críticos que amenazan la inocuidad del producto.
2. Es necesario tener un registro de los procesos de lavado de ejote, del pH del agua y de la cantidad de cloro que se utiliza durante toda la temporada para tener un control y un respaldo físico de que estas actividades se realizan o que en dado caso no se están realizando.
3. Es necesaria la capacitación constante del personal de despunte, lavado, empaque y almacenamiento de ejote, debido a que existe mucha rotación de los empleados, los cuales generalmente desconocen sobre las normas de inocuidad en cada uno de los procesos.
4. Es necesario se implemente un sistema para tener control de inocuidad sobre la materia prima, desde que esta ingresa a la planta empacadora hasta que esta es empacada y lista para el transporte.
5. Es necesario obtener este análisis de puntos críticos de control, debido a que son normas que exigen los Estados Unidos para poder exportar hacia ese país, en donde se debe presentar un alto nivel de inocuidad.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. García Tabuenca, A., Levitsky, J., & Hojmark Mikkelsen, L. (2001). *La micro y pequeña empresa en latinoamérica: la experiencia de los servicios de desarrollo empresarial*. Obtenido de Google Book: <https://books.google.com.gt/books?id=Bj8-QYel6zMC&pg=PR4&dq=La+micro+y+peque%C3%B1a+empresa+en+Latinoam%C3%A9rica:+la+experiencia+de+los+servicios+de+desarrollo+empresarial:+ITDG.&hl=es-419&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVChMIImeme6ovmxwIVgV4eCh33rwez#v=onepage&q=La>
2. IICA. (1999). *La empresa andina y la exportación: guía práctica para el uso de las organizaciones económicas de productores y agroindustrias rurales*. Obtenido de Google Book: <https://books.google.com.gt/books?id=vcYqAAAAYAAJ&pg=PR9&dq=La+empresa+andina+y+la+exportaci%C3%B3n:+gu%C3%ADa+pr%C3%A1ctica+para+el+uso+de+las+organizaciones+econ%C3%Bmicas+de+productores+y+agroindustrias+rurales:+OIT.&hl=es-419&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVCh>
3. Ministerio de agriculuta y ganadería. (1982). *Alternativas tecnológicas de producción. maíz, frijol, arroz, tomate, chile dulce, papa, pepino*. Obtenido de Google Book: <https://books.google.com.gt/books?id=UfEqAAAAYAAJ&printsec=frontcover&dq=Alternativas+Tecnol%C3%B3gicas+de+Producci%C3%B3n.+Ma%C3%ADz,+frijol,+arroz,+tomate,+chile+dulce,+papa,+pepino:+IICA+Biblioteca+Venezuela.&hl=es-419&sa=X&ved=0CCUQ6AEwAGoVChMIjoLQ4Yz>
4. Ministerio de sanidad y consumo. (2002). *Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos: manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC)*. Obtenido de Googel Book: <https://books.google.com.gt/books?id=Rlrs8mdFTmwC&printsec=frontcover&dq=Sistemas+de+calidad+e+inocuidad+de+los+alimentos:+manual+de+capacitaci%C3%B>



3n+sobre+higiene+de+los+alimentos+y+sobre+el+sistema+de+an%C3%A1lisis+de  
+peligros+y+de+puntos+cr%C3%ADticos

5. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. (1997). *Gestión de riesgos e inocuidad de los alimentos: informe de la consulta mixta FAO/OMS, Roma, Italia*. Obtenido de Google Book: <https://books.google.com.gt/books?id=mpJdmAAOuPkC>
6. Orrego Alzate, C. E. (2003). *Procesamiento de alimentos*. Obtenido de Google Book: <https://books.google.com.gt/books?id=u5IWOJlhKAoC&pg=PA1&dq=Procesamiento+de+alimentos:+Univ.+Nacional+de+Colombia.&hl=es-419&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVChMIp67Xr43mxwIVQ5UeCh2ZWwNS#v=onepage&q=Procesamiento%20de%20alimentos%3A%20Univ.%20Nacional%20de%20Colomb>



## CAPITULO II

**DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE PUNTOS DE PELIGROS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) EN EL PROCESO, ACONDICIONAMIENTO Y EMPAQUE DEL EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris L.*) EN LA EMPACADORA TIERRA DE ÁRBOLES, S.A.**



## 11. INTRODUCCIÓN

El sistema de Análisis de Puntos de Peligros Críticos de Control –HACCP- (por sus siglas en Inglés), es el más utilizado por las empresas procesadoras de alimentos para garantizar la inocuidad y la calidad de los mismos. Este sistema, le proporciona al producto un valor agregado.

Actualmente, las empresas exportadoras de vegetales, realizan alta inversión de recursos para ofrecer inocuidad del producto al consumidor final. Al ofrecer estas condiciones, las empresas evitan reclamos de los consumidores, relacionados a contaminantes físicos, químicos o biológicos.

Con el análisis de los puntos de peligros críticos de control, se sistematiza el proceso de acondicionamiento y empaque del ejote francés, con la finalidad de garantizar la inocuidad del mismo. Durante el proceso, se identifican puntos de peligros críticos que generan riesgos de contaminación física, química o biológica del producto. Se realiza un análisis estadístico completamente al azar, para determinar el límite crítico, evaluando cuatro tratamientos (100, 200, 300 ppm de Cloro y un testigo); obteniendo como resultado la hipótesis alterna, en donde al menos uno de los tratamientos presenta diferencia significativa.

La empresa Tierra de Árboles S.A., es una exportadora de productos vegetales. Dentro de las actividades que desarrolla, se destaca la exportación del ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*). Debido a que han ocurrido rechazos, por la falta de inocuidad del producto, se hace necesario implementar el Análisis de Puntos Críticos de Control (APPCC) o HACCAP (por sus siglas en Inglés), el cual permite identificar los principales peligros que ponen en riesgo la inocuidad del producto y por ende la integridad del consumidor final, así como disminuir las pérdidas por el producto rechazado.

Se elaboró diagramas de flujo, árboles de decisiones y una serie de matrices, que ayudan a evaluar cada uno de los procesos por los que pasa la materia prima.

Con la aplicación del análisis de puntos de peligros críticos HACCP se mejorará el proceso de acondicionamiento y empaque del ejote francés, logrando así los estándares de calidad que se requiere para llevar el proceso de exportación de una forma eficiente y segura, tanto para el país importador como para la empresa exportadora, aumentando los ingresos para la empresa.

Con el sistema HACCP se identificaron dos puntos de peligros críticos de control, llamados PCC, el primero es la desinfección con Cloro del ejote francés y el segundo es la presencia de metales en el empaque del ejote francés. Para el proceso de desinfección con Cloro, se estableció un límite de una solución de 200 ppm de Cloro. En el caso de la presencia de metales, el límite establecido es la total ausencia de metales.

## 12. MARCO TEÓRICO

### 12.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 12.1.1 Sistema HACCP

El HACCP por sus siglas en Inglés (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) o bien conocido en español como un *Análisis de Puntos de Peligros Críticos de Control*; es un sistema que constituye un patrón de referencia para la vigilancia sanitaria (Speranza & Gualdieri, 2014).

*El sistema HACCP establece el control de calidad sanitaria e inocuidad en la empacadora de alimentos.* Los beneficios del sistema HACCP se enfocan en la reducción de reclamos, devoluciones y rechazos, que presentan un costo y, en este caso, una pérdida para la empresa (Vargas Sabadías, 1995). Como primer paso para la aplicación del HACCP a cualquier sector de la cadena alimenticia es necesario la aplicación de buenas prácticas de manufactura. Según la normativa guatemalteca, éstas deben ser conforme a los principios generales de higiene de los alimentos del Codex Alimentarius, el cual debe incluir las prácticas higiénicas que se deben aplicar en la planta de alimentos (Mortimore, 2001).

El Código de salud de Guatemala hace referencia en el artículo 138, que se aplicara el Codex Alimentarius, cuando exista ausencia o desactualización de normas en relación a la sanidad de los alimentos. Los principios generales del Codex Alimentarius indican que se debe ofrecer un producto sano, no adulterado, debidamente identificado y empacado (FAO; OMS, 2015).

#### 12.1.2 Origen del programa HACCP

El sistema HACCP para la inocuidad de los alimentos se creó a partir de una iniciativa conjunta entre la Administración Nacional para la Aeronáutica y el Espacio de los Estados Unidos de América (NASA, por sus siglas en Inglés), laboratorios del ejército de los Estados Unidos de América y la compañía de alimentos Pillsbury, quienes hacia finales de

los años 60 y comienzos de los 70, iniciaron su aplicación en la producción de alimentos con requerimientos de “cero defectos” destinados a los programas espaciales de la NASA. El objetivo era asegurarse la no presencia de algún patógeno bacteriano, toxinas, peligros químicos y físicos causantes de enfermedades o daño. Nadie quería astronautas intoxicados en el espacio. El vicepresidente de asuntos regulatorios y científicos de Pillsbury notó que el sistema de control de calidad en ese tiempo nunca lograría el nivel requerido de seguridad de productos alimenticios. La industria determinó que el programa cero defectos de la NASA (en el cual se verificaban los estándares de calidad en cada una de las unidades producidas), no era efectivo o práctico. Ellos concluyeron que la única manera de tener éxito era estableciendo un control sobre el proceso completo, desde la materia prima, al ambiente de producción incluyendo las personas involucradas. Es de donde el concepto modo de fallos fue desarrollado. Este concepto mostraba que recopilando conocimiento y experiencia concerniente al producto alimenticio o al proceso era posible predecir qué podría salir mal y cómo y cuándo un problema podría ocurrir en el proceso. Con este conocimiento se podría seleccionar puntos específicos del proceso (Corlett, 1998).

### **12.1.3 Buenas prácticas de manufactura (BPM)**

Las buenas prácticas de manufactura son procedimientos de higiene y manipulación, que constituyen los requisitos básicos e indispensables para las plantas de procesamiento de alimentos. Las BPM's comprenden actividades a implementar y vigilar sobre las instalaciones, equipo, utensilios, servicios, el proceso en todas y cada una de sus fases, control de fauna nociva, manejo de productos, manipulación de desechos, higiene personal (Calvopiña Veloz & Barriga Ayala).

Al igual se constituyen en regulaciones de carácter obligatorio, en una gran cantidad de países, Guatemala no es la excepción. Estas prácticas buscan evitar riesgos de índole físico, químico y biológico durante el proceso de manufactura de alimentos, que pudieran repercutir en afecciones a la salud del consumidor (Calvopiña Veloz & Barriga Ayala).



Así mismo se aplican a la fabricación de productos de consumo humano, son principios básicos de higiene y manipulación para evitar la contaminación; las BPM's garantizan que los productos que se fabriquen se realicen bajo condiciones sanitarias adecuadas. Estas se aplican a los establecimientos en donde se procesa, empaqueta y se almacena el producto, así como se le aplica a los utensilios, al equipo de procesamiento y al personal que manipula los alimentos, teniendo rigurosos procesos de limpieza e higiene (Vallejos Fuentes, 2012).

Se hace referencia a que las instalaciones en donde se procesa, en este caso, el alimento, deben contar con las condiciones adecuadas, en donde el riesgo de contaminación sea el mínimo. Los utensilios y equipo deben de ser materiales que sea fácil de limpiar y de materiales que resistan la corrosión ya sea por el lavado o la manipulación. El personal debe de utilizar uniforme, realizar un estricto lavado de manos cada vez que ingrese al área de trabajo.

#### **12.1.4 Ventajas del sistema HACCP**

El sistema HACCP se aplica a la gestión de inocuidad de los alimentos en donde se utiliza la metodología de controlar los puntos críticos en el proceso de la manipulación de alimentos para impedir que se produzcan problemas en la inocuidad. Con la aplicación del sistema HACCP se puede obtener un uso más eficaz de los recursos, presentar un ahorro para la industria alimentaria y responder a los problemas de inocuidad de los alimentos. Este sistema aumenta la responsabilidad y el grado de control por parte de la empresa productora (FAO; Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 2002).

#### **12.1.5 Formación de equipo HACCP**

La empresa debe formar un equipo que posea conocimientos y competencias técnicas para realizar un plan HACCP eficaz. La cantidad de miembros del equipo se recomienda sea entre cinco y siete. Para lograr un plan eficaz se debe organizar un equipo multidisciplinario conformado por los diferentes departamentos, con el fin de tener

diferentes puntos de vista, los que serán de suma utilidad en el momento de tomar decisiones que impacten en el producto (FAO, 2007).

#### **12.1.6 Puntos críticos de control**

Se define como un punto, paso, o procedimiento al cual se aplica un control para prevenir, eliminar, o reducir a niveles aceptables un peligro de seguridad alimenticia. Estos sirven para determinar las fases operacionales que puedan controlarse para eliminar peligros o reducir al máximo la probabilidad de que se produzcan. La determinación de un punto crítico de control (PCC) en el sistema HACCP se utiliza la aplicación de un árbol de decisiones, este ayuda a determinar si una fase en particular es un PCC y es aplicado a aquellas etapas con peligro significativo (FAO, 2007).

#### **12.1.7 Lavado y desinfección**

Para impedir la contaminación de los alimentos, todo el equipo, utensilios de despunte y personal deberá limpiarse con la frecuencia necesaria y desinfectarse siempre que las circunstancias lo exijan. Las instalaciones, los vestuarios y las vías de acceso deberán mantenerse limpios en todo momento (FAO; OMS; Codex Alimentarius Commission, 2005).

#### **12.1.8 Peligro crítico**

El peligro crítico puede presentarse por medio de diferentes agentes, ya sea biológico, entre éstos se encuentran los hongos y bacterias o químico siendo entre estos fungicidas, insecticidas o fertilizantes que se presenten en el alimento o bien físico que es la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud (FAO, 2007).

#### **12.1.9 Ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.)**

El ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.), es una de las principales especies leguminosas de importancia para el consumo humano. Es una planta herbácea, con un ciclo de

producción corto de 70 días. Ejote fino de 12 a 15 cm de largo, de 7 a 8 mm de diámetro, verde oscuro, se puede sembrar de 850 a 2,000 msnm (Voysesst Voysesst, 2000).

#### **12.1.10 Despunte**

El despunte es el proceso que se realiza con las vainas de ejote francés (*Phaseolus vulgaris L.*); en donde se selecciona las vainas y se remueve el cáliz de la vaina, para luego ser empacado.

#### **12.1.11 Vida en anaquel**

La vida en anaquel es el tiempo necesario para que un producto, en condiciones determinadas de envasado y almacenamiento se deteriore hasta un estado inaceptable o sea inadecuado para su comercialización (Osuna García, 2004).

## 13. MARCO REFERENCIAL

### 13.1 Ubicación de la empresa

La empresa Empacadora de Vegetales Tierra de Árboles. S.A. (TASA) está ubicada en el kilómetro 40, Carretera Interamericana CA-1 entrada a Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Sacatepéquez, las coordenadas de su ubicación son: latitud Norte 14°40'40'', longitud oeste 90°41'52''. En la figura cuatro se muestra la ubicación de la empresa Tierra de Árboles.



**Figura 4.** Ubicación de la empresa Tierra de Árboles S.A.

Fuente: Google Maps

#### 13.1.1 Actividades de proceso de acondicionamiento para exportación

El proceso para el acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés inicia desde que el producto proviene de las fincas de la empresa, cumpliendo con los requisitos de buenas prácticas agrícolas establecidas por la empresa bajo la certificación GLOBALGAP. El producto ingresa de las fincas a la planta en cajas plásticas, las cuales vienen debidamente identificadas con el área de procedencia, el tipo de producto que ingresa, es identificado por medio de códigos de trazabilidad.

### **A. Recepción del ejote**

En el área de recepción, hay un equipo de personas que se encargan de identificar el producto, de donde proviene y asignarle el código de trazabilidad (en donde se puede conocer la procedencia del producto, en este caso de que finca es cultivado). Previo al ingreso, el encargado de calidad toma una muestra de vainas de ejote, llenando una boleta en la cual se indica la calidad del producto (sin presencia de daño mecánico, daño químico, daño de insecto, mal lavado o mal empacado). Posterior a esto se pesa el producto, se cuentan las cajas y se realiza la boleta de recepción de materia prima. El producto es ingresado a los cuartos fríos, el cual se mantiene entre 3° y 6°C.

### **B. Proceso de despunte**

Las vainas de ejote son secadas en los cuartos fríos y pasa al área de despunte. Ahí las personas del “Equipo de ejotes”, se encargan de despuntar el producto, retirando el cáliz del mismo. Cuando el lote se ha despuntado completo y terminado el proceso de pesaje, hay un equipo que se encarga de lavar el producto.

### **C. Desinfección**

La desinfección del producto se realiza con procesos artesanales, que consiste en una tina de acero inoxidable con agua potable; El equipo de calidad se encarga de la aplicación de Cloro, se procede a lavar el producto. El mismo pasa de tres a cuatro minutos máximo sumergido y es transportado al cuarto frío para ser escurrido y enfriado.

El proceso de desinfección consiste en una inmersión de cuatro minutos en Cloro, por lo cual no existe un proceso de lavado y un proceso de desinfección por separado. La razón por la cual se utilizan Cloro, se debe a que este elimina contaminantes biológicos, dentro de las normas del sistema de análisis de puntos de peligros críticos de control no se establece un rango específico para el producto a exportar.

#### **D. Área de empaque**

Cuando el producto se encuentra entre 2° y 5°C, es transportado al área de empaque, la que se encuentra en condiciones controladas a una temperatura de 4°C. El personal debidamente uniformado con equipos para trabajar baja temperatura (frío), para cumplir con los requisitos de buenas prácticas de manufactura, se encarga de organizar el producto y colocarlo en la bolsa requerida por el cliente.

#### **E. Control de calidad**

Luego del empaque y colocación en cuarto frío, un equipo de control de calidad se encarga de revisar que el producto embalado cumpla con los requisitos: que las vainas no presente daño por insectos, daño por falta de fertilización o daño mecánico; que cumpla con los requisitos de tamaño, que el empaque se encuentre en buena condiciones tanto las bolsas como las cajas. Cuando se aprueba el producto, se pesa y sellan las bolsas.

Al finalizar hay un equipo de abastecedores que se encargan de armar cajas, ordenar el producto terminado, colocar códigos de trazabilidad y entarimar el mismo en las condiciones que se requieran. Sea en paletas aéreas o marítimas.

#### **F. Proceso de lavado y desinfección del personal**

Para ingresar, el personal de trabajo debe presentarse limpio, deben pasar por proceso de lavado de manos con jabón inodoro e incoloro y por un pediluvio con solución de 2 ppm de Hipoclorito de Sodio para evitar el ingreso de microorganismos por medio de los zapatos. Así también deben utilizar reddecilla para el cabello, uniforme limpio, que constantemente se debe lavar para cumplir con los requisitos de las buenas prácticas de manufactura (BPM) respectivas.

#### **13.1.2 Peligros químicos**

Se hace referencia a los químicos a los que el producto está expuesto, ya sea para controlar una plaga, enfermedades o bien para el almacenamiento; los peligros químicos

se pueden considerar como pesticidas, fungicidas o bien desinfectantes como Cloro o hipoclorito (OIT, 1999).

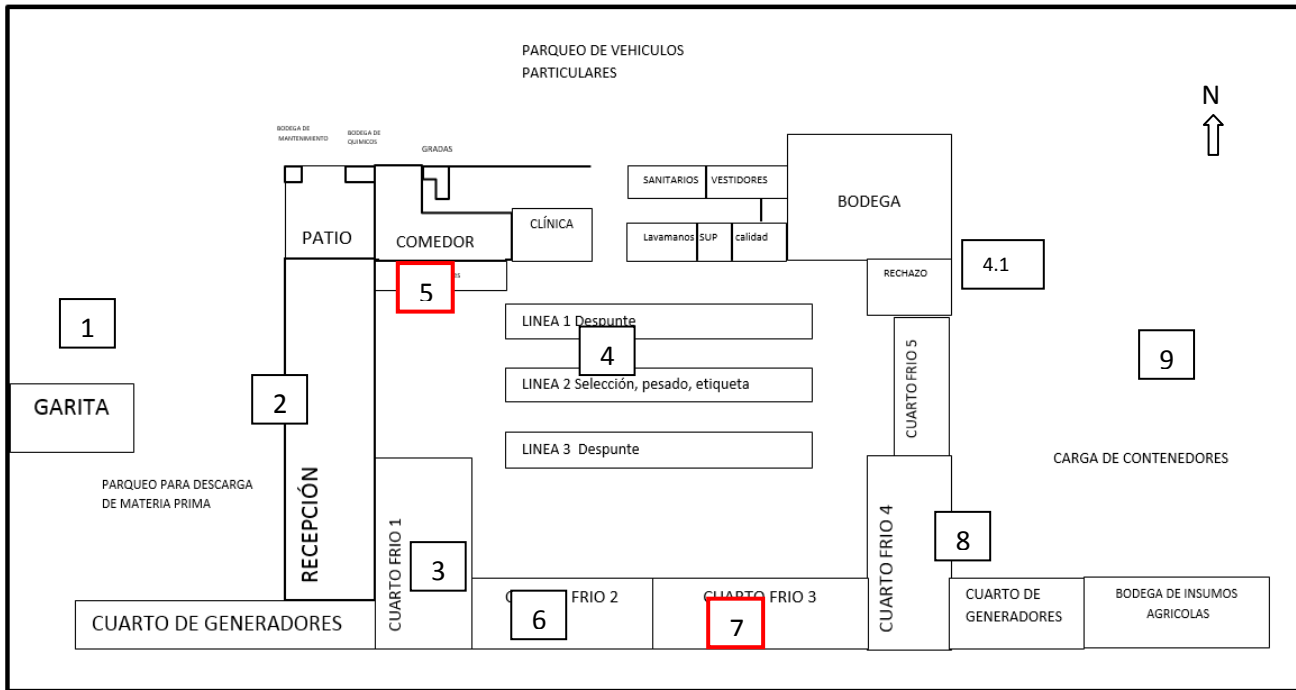
### **13.1.3 Peligros físicos**

Los peligros físicos son todos los elementos u objetos extraños a los alimentos que puedan causar daño al momento de ser ingeridos; en este caso se hace referencia a metales, plásticos, vidrios (FAO; OMS; Codex Alimentarius Commission, 2005).

### **13.1.4 Peligros biológicos**

Los peligros biológicos incluye a todas las bacterias, virus y patógenos que se puedan encontrar en el producto o que se encuentran en el medio de procesamiento (Cuevas Insua, 2010).

En la figura cinco se puede observar el croquis en donde se realizan las diferentes actividades mencionadas. El producto pasa por una serie de pasos que se muestran en la figura antes mencionada.



**Figura 5.** Esquema de actividades de acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés para exportación.

El ingreso y distribución de la materia prima, en la figura dos, se describe de la siguiente manera:

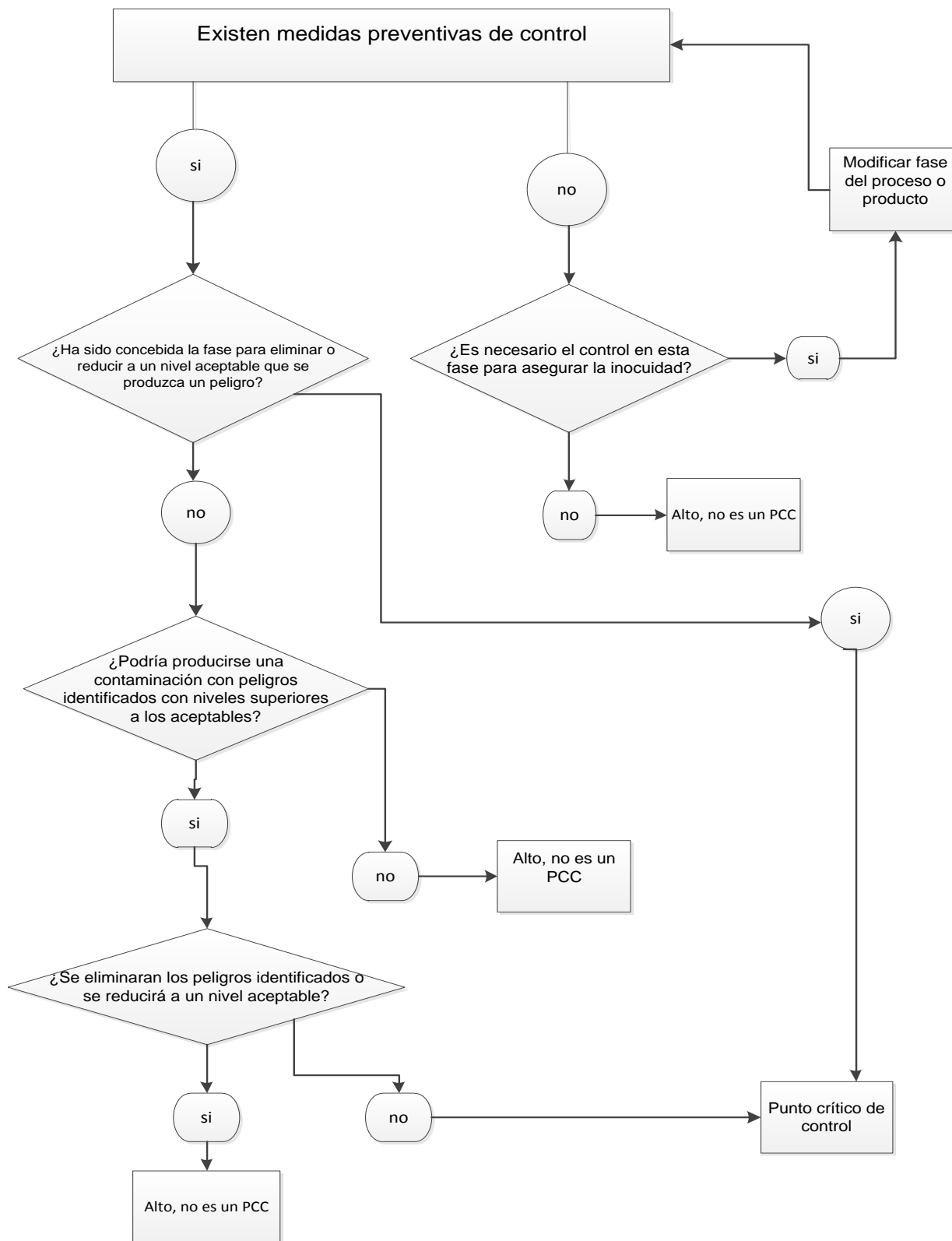
1. Ingreso de materia prima por garita
2. Recepción de materia prima, (toma de temperatura, pesado y se obtiene una muestra para análisis).
3. Almacenamiento de materia fría en cuarto frio 1 para llevar la materia prima a una temperatura de 4°C para su manejo.
4. Cuando la materia prima alcanza la temperatura de 4°C, se transporta a la línea 1 y 2 para pasar a proceso de despunte y clasificación, luego se realiza el respectivo muestreo para saber el porcentaje de rechazo.
  - 4.1 Si existe producto no apto para exportación se traslada al área de rechazo.



- 4.2 si es apto se traslada al lavado.
5. La materia prima pasa por el proceso de despunte se lava con 200 ppm de Cloro.
  6. La materia prima con características óptimas para exportación, se traslada al cuarto 2. La materia prima del cuarto 2 se encuentra a una temperatura de 2°C o menos, por medio de la banda transportadora, pasa al cuarto 3.
  7. En el cuarto 3 se coloca el producto en bolsas, se pesa, se sella, se coloca primera etiqueta con código de trazabilidad, fecha de vencimiento y se empaca, para ser llevado al cuarto frío 4.
  8. En el cuarto frío 4, se coloca segunda etiqueta (código de trazabilidad, identificación del cliente) en cada caja producto, luego se realizan pallets con presentación de:
    - Doce bolsas por caja con un total de 220 cajas por pallet.Cada pellet se entarima y antes de cargar el contenedor se verifica que la temperatura del producto este a 1.6°C quedando listo para ser cargado el contenedor.
  9. La temperatura del contenedor debe estar a 0.5°C para poder cargar el producto.

### **13.1.5 Árbol de decisiones**

Un árbol de decisiones contiene puntos de decisión que pueden seleccionar varias alternativas, es un dispositivo gráfico (ver figura 6), para intervenir en un modelo, en el cual se deben tomar decisiones secuenciales. Esta técnica permite analizar las decisiones en el uso de resultados y probabilidades (Eppen, 2000).



**Figura 6.** Árbol de decisiones

**Fuente:** (Speranza & Gualdieri, 2014).

### 13.1.6 Descripción del producto (vainas de ejote francés empacado)

El producto que es objeto de estudio para el desarrollo del sistema HACCP son las vainas de ejote francés empacado. En la descripción del producto a exportar de la empresa tierra de árboles, cuadro uno, se presenta una descripción del producto a exportarse, con sus dimensiones de peso, ingredientes, material de empaque, temperaturas recomendadas, mercados dirigidos, vida comercial e instrucciones para uso del producto.

**Cuadro 1.** Descripción del producto a exportar de la empresa Tierra de Árboles

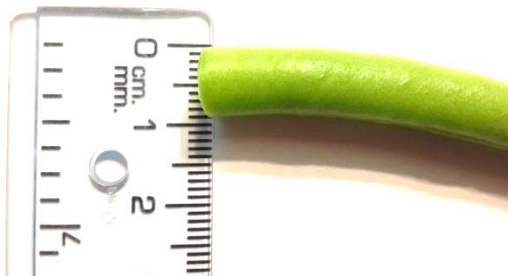
|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre(s) del producto</b>  | Bolsa de ejote francés en presentación de 1 libra   |
| <b>Ingredientes:</b>   | Ejote francés   |
| <b>Ingredientes restringidos (como alérgenos) o para ayudar al proceso</b> | No aplica   |
| <b>Envasado</b>  | Bolsas de polipropileno   |
| <b>Características importantes del producto (T °):</b>                     | Temperatura: 3 a 4° C   |
| <b>Control especial de la distribución</b>                                 | El producto debe mantenerse en todo momento a una temperatura de 38 a 40° F, evitando el congelamiento ya que arruina la textura del producto, y evitar altas temperaturas porque se condensa la humedad en la bolsa. |
| <b>Cómo se utilizará el producto:</b>                                      | Se utilizara como acompañamiento en comidas, para una preparación en horno microondas u horno convencional.   |
| <b>Quién consumirá el producto:</b>  | Público en general  |
| <b>Dónde se venderá:</b>   | Restaurantes, hoteles, supermercados.   |
| <b>Duración en el mercado (vida comercial):</b>                            | Bajo las condiciones apropiadas de almacenamiento (temperatura y empaque en buenas condiciones), el producto tiene un tiempo de vida útil de 21 días.   |
| <b>Instrucciones en la etiqueta:</b>                                       | Colocar bolsa dentro del microondas, sirva la porción que consumirá y después de abierta mantenga el resto del producto en refrigeración.   |

### 13.1.7 Características de las vainas de ejote para exportación

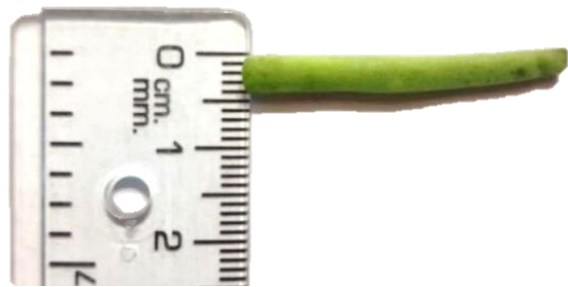
El tamaño de calidad requerido por las vainas debe presentar un límite de una longitud de 10 a 12 cm y un diámetro de 0.4 a 0.5 cm. Se selecciona el producto que se encuentre libre de manchas que puedan indicar enfermedades o signos de pudrición. En las figuras de la siete y nueve, se observa el diámetro aceptable de las vainas de ejote francés. La figura ocho muestra el diámetro que no es aceptable y la figura diez muestra la longitud permitida de las vainas.



**Figura 7.** Placa para establecer el diámetro del ejote.



**Figura 8.** Diámetro no aceptable 1 cm



**Figura 9.** Diámetro aceptable 0.5 cm



**Figura 10.** Longitud establecida para las vainas.

## 14. OBJETIVOS

### 14.1 GENERAL

Analizar los puntos de peligros críticos de control (HACCP) para el proceso de lavado, desinfección y empaque de las vinas de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en la empacadora Tierra de Árboles S.A. Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Sacatepéquez.

### 14.2 ESPECIFICOS

1. Evaluar el proceso de ingreso y acondicionamiento de las vinas de ejote francés, identificando cada etapa por la que pasa el producto.
2. Desarrollar el HACCP y proponer cambios que disminuyan los riesgos de contaminación en el proceso de recepción, despunte, desinfección y empaque.

## 15. METODOLOGÍA

### 15.1 Proceso para realizar el sistema HACCP en el acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés

Con la guía de aplicación del sistema HACCP (*Speranza, 2014*), se realizaron siete etapas para recabar información con el propósito de encontrar los puntos de peligros críticos en el proceso de lavado, desinfección y empaque de las vainas.

En cada etapa, se realizó:

1. Un análisis de peligros.
2. Se determinaron los puntos críticos de control.
3. Se establecieron límites críticos (LC).
4. Se propuso un sistema de vigilancia del control de los PCC.
5. Se establecieron las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indique que un determinado PCC no está controlado.
6. Se propusieron procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema de HACCP funciona eficazmente.
7. Se propuso un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.

El desarrollo del sistema HACCP para el acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés estuvo a cargo del equipo HACCP de la empresa Tierra de Árboles, constituido para arveja china.

### 15.2 Análisis de peligros críticos

Para analizar los peligros críticos en el proceso de acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés, se adaptaron matrices del sistema HACCP. Para la adaptación de la matriz se utilizó un diagrama de flujo del proceso de acondicionamiento de las vainas, este diagrama se muestra la figura 22A. Se identificaron los peligros críticos en el lavado, desinfección y empaque las vainas.

### **15.3 Determinación de los puntos críticos de control (PCC)**

Para determinar los puntos críticos de control se utilizaron matrices del sistema HACCP. Se observó el lavado, desinfección y empaque de las vainas de ejote, se aplicaron las matrices y se identificaron los puntos críticos de control que afectan el proceso de acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote.

### **15.4 Establecimiento de límites críticos (LC)**

Se utilizaron las matrices del sistema HACCP para establecer los límites críticos. Los valores de los límites críticos fueron determinados, para el caso del Cloro en el cual se desconocía la concentración apropiada, se evaluaron las concentraciones de: 100, 200 y 300 ppm en un diseño completamente al azar, en las cuales se evaluó el efecto de la concentración de Cloro en la solución para la desinfección. Para conocer el límite crítico del uso de Cloro en la desinfección de las vainas de ejote francés se evaluó el efecto de tres concentraciones de Cloro (100, 200 y 300 ppm y testigo) en la apariencia de las vainas. Para ello se utilizó el diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones con un nivel de significancia 0.05. Las variables de respuesta fueron: la apariencia, color y olor de las vainas, las cuales se evaluaron por medio de escalas de daño, color y olor, éstas se muestran en los cuadros 10A, 11A y 12A.

Los tratamientos estuvieron constituidos por las concentraciones de Cloro de 100 ppm, 200 ppm y 300 ppm más el testigo. La unidad experimental estuvo constituida por la cantidad de vainas contenidos en una bolsa de una libra de peso. Veintiún días después de la aplicación de cada tratamiento se determinó el número de vainas que mostraron las características que según la escala correspondía a un valor (de apariencia, de color y de olor), se agruparon las vainas con el mismo valor en la escala y se procedió a contarlos; se obtuvo el porcentaje de vainas en cada nivel de la escala aplicada, posteriormente a estos datos se les aplicó análisis de varianza, debido a que hubo diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey. Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat.

Las hipótesis consideradas en las pruebas realizadas fueron: Ho: No hay diferencia significativa de daño, cambio de color o en el olor de la vaina en las diferentes

dosificaciones de partes por millón de Cloro a utilizar y Ha: Al menos una de las dosificaciones en partes por millón de Cloro presenta diferencia significativa de daño, cambio de color o en el olor de la vaina.

Anteriormente se consideró que las concentraciones de Cloro no influían en la presencia de organismos microbiológicos, esto se debe a las buenas prácticas de manufactura, se concluyó la no presencia de microorganismos dañinos para la salud humana en cualesquiera de las concentraciones evaluadas.

Establecida la concentración de Cloro en la cual las vainas de ejote francés reúnen las condiciones para la venta, esta constituye el punto crítico alrededor del cual se debe analizar cualquier fallo en el proceso de lavado y desinfección para luego tomar medidas correctivas.

### **15.5 Propuesta del sistema de vigilancia del control de los PCC**

Con participación del equipo HACCP de la empresa Tierra de Árboles y con base en los resultados de los límites de control se establecieron puntos de vigilancia, los cuales constituyen puntos críticos de control. Una vez establecidos los puntos críticos de control fueron incorporados a la matriz de vigilancia de puntos críticos.

### **15.6 Establecimiento de las medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indique que un determinado PCC no está controlado**

Con la participación del equipo HACCP de la empresa Tierra de Árboles y considerando los puntos de peligros críticos establecidos, se plantearon una serie de decisiones y sus respectivas acciones correctivas.

#### **15.6.1 Cálculo de adición de Cloro**

Para la preparación de las soluciones de desinfección de las vainas de ejote francés se utilizó como base una solución de Cloro al 10%, los cálculos de adición de Cloro



realizados para la preparación de las soluciones a 100, 200 y 300 ppm se muestran en el anexo 24.5A.

### **15.7 Propuesta de procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema de HACCP funciona eficazmente**

Para comprobar el funcionamiento del sistema HACCP que se desarrolló con la participación del equipo HACCP de la empresa Tierra de Árboles, se aplicaron las matrices adaptadas y las elaboradas del sistema HACCP en el proceso de acondicionamiento de las vainas de ejote francés.

### **15.8 Propuesta de un sistema de documentación sobre los procedimientos y los registros apropiados para la aplicación del HACCP en el acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés**

Se realizó la sistematización de las actividades desarrolladas en el proceso del acondicionamiento de las vainas de ejote francés, con énfasis en los procedimientos y registros; se desarrolló una hoja de vigilancia de los puntos críticos de control, que ayuda a evaluar los puntos críticos, para conocer que personal efectúa cierta actividad, al registrar día, fecha, hora de su realización. El otro documento es una hoja de aplicación de acciones correctivas para controlar los puntos críticos.

## 16.RESULTADOS

### 16.1 Análisis de peligros

La matriz adaptada para analizar los puntos de peligros críticos contiene 15 etapas de proceso, para cada una de ellas se establecen los peligros potenciales introducidos, controlados o identificados; se confirma la potencialidad del peligro, se explica por qué ese peligro es potencial, se identifican las medidas que se pueden aplicar para prevenir, eliminar o reducir el peligro y se establece si la etapa constituye un punto crítico de control. En el cuadro dos, se presenta la matriz adaptada para el análisis de puntos de peligros críticos en el proceso de acondicionamiento de las vainas de ejote francés.

**Cuadro 2.** Matriz de Análisis de Puntos de Peligros Críticos

| Matriz de Análisis de Puntos de Peligros Críticos |  |                             |   |  |   |
|---|--|-----------------------------|---|--|---|
| Etapas del Proceso                                | Peligros potenciales introducidos, controlados o identificados en esta etapa                                 | Peligro potencial (sí / no) | ¿Por qué? (Justificación de la decisión tomada en la etapa anterior)  | ¿Qué medidas se pueden aplicar para: prevenir, eliminar o reducir el peligro?                                      | ¿Es esta etapa un punto crítico de control – PCC?               |
| Recepción de materia prima                        | <b>Físico</b><br>Tierra, polvo, restos de planta, insectos   | Si                          | Las vainas pueden venir con restos físicos tales como polvo, insectos. Que pudieron no ser controlados en campo.                                    | - Solicitud de certificado de BPA de los proveedores.<br>- Control de canastas lavadas enviadas desde la planta.   | No es un PCC, pero se puede controlar en las siguientes etapas. |
|   | <b>Químico</b><br>Pesticidas, fungicidas, insecticidas, herbicidas   | Si                          | Puede poner en riesgo la salud del consumidor final.  | - Certificado de BPA de los proveedores.<br>- Realizar un análisis de pesticidas al menos una vez al año, al azar. | X   |
|   | <b>Biológico</b><br><i>Salmonella sp, E. coli sp, Shigella sp, campilobacter, Lysteria, monocitogenesis.</i> | Si                          | Puede venir contaminado debido a mal manejo, mal uso de agua o aguas contaminadas. Los mercados exigen la ausencia de los contaminantes biológicos. | Lavado y desinfección de vainas.   | Controlado en la etapa de enjuague posterior.                   |
| Toma de Muestras y pesado                         | <b>Físico</b><br>Ninguno   | No                          | Cumple con el protocolo adecuado de materia de  | X  | X   |

| <b>Etapas del Proceso</b> | <b>Peligros potenciales introducidos, controlados o identificados en esta etapa</b> | <b>Peligro potencial (sí / no)</b> | <b>muestra.<br/>¿Por qué? (Justificación de la decisión tomada en la etapa anterior)</b>            | <b>¿Qué medidas se pueden aplicar para: prevenir, eliminar o reducir el peligro?</b> | <b>¿Es esta etapa un punto crítico de control – PCC?</b> |
|---------------------------|---|------------------------------------|---|--|--|
| Toma de Muestras y pesado | <b>Químico</b><br>Ninguno   | No                                 | Cumple con el protocolo adecuado de materia de muestra.   | X  | X  |
|                           | <b>Biológico</b><br>Ninguno   | No                                 | Cumple con el protocolo adecuado de materia de muestra.   | X  | X  |
| Ingreso a cuarto frío     | <b>Físico</b><br>Ninguno  | No                                 | La empacadora cumple con BPM  | X  | X  |
|                           | <b>Químico</b><br>Ninguno   | No                                 | La empacadora cumple con BPM  | X  | X  |
|                           | <b>Biológico</b><br>Ninguno   | No                                 | La empresa debe tener un procedimiento de monitoreo constante de la materia prima entre 38° y 42° F | X  | X  |
| Despunte y clasificación  | <b>Físico</b><br>Ninguno  | Si                                 | Cuenta con BPM  | Certificado de BPM e higiene personal.   | X  |
|                           | <b>Químico</b><br>Ninguno   | No                                 | Cuenta con BPM  | X  | X  |
|                           | <b>Biológico</b><br>Ninguno   | No                                 | Cuenta con BPM  | X  | X  |
| Pesado                    | <b>Físico</b><br>Ninguno  | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|                           | <b>Químico</b><br>Ninguno   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|                           | <b>Biológico</b><br>Ninguno   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
| Desinfección              | <b>Físico</b><br>Restos de canastas quebradas o en mal estado.                      | Si                                 | Inventario de canastas, con registro de buen funcionamiento.  | X  | X  |
|                           | <b>Químico</b><br>Dosificación de las ppm de Cloro                                  | Si                                 | La sobre dosificación o sub dosificación y permitir la proliferación de microorganismos.            | Las vainas estarán sumergido por 4 minutos en una solución de Cloro a 200 ppm.       | Si PCC   |
|                           | <b>Biológico</b><br>Ninguno   | no                                 | Presenta BPM  | Desinfección con Cloro   | Se corrige con la desinfección                           |

| <b>Etapas del Proceso</b>                      | <b>Peligros potenciales introducidos, controlados o identificados en esta etapa</b> | <b>Peligro potencial (sí / no)</b> | <b>¿Por qué? (Justificación de la decisión tomada en la etapa anterior)</b>   | <b>¿Qué medidas se pueden aplicar para: prevenir, eliminar o reducir el peligro?</b> | <b>¿Es esta etapa un punto crítico de control – PCC?</b> |
|--|---|------------------------------------|---|--|--|
| Escurrecido en estantería en cuarto frío       | <b>Físico</b><br>Ninguno  | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Químico</b><br>Ninguno   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Biológico</b><br>Ninguno   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
| Distribución en tolva y Clasificación en banda | <b>Físico</b><br>Piezas sueltas de la tolva.  | Si                                 | Una pieza suelta de la tolva puede causar prejuicios en la salud del consumidor y contaminación cruzada de los alimentos. | Control de mantenimiento preventivo de la tolva.                                     | PCC  |
|  | <b>Químico</b><br>Químico limpiador y desinfectante                                 | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Biológico</b><br>Ninguno   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
| Llenado de bolsas                              | <b>Físico</b><br>Ninguno  | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Químico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Biológico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
| Pesado   | <b>Físico</b><br>Ninguna  | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Químico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Biológico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
| Sellado  | <b>Físico</b><br>Un mal sellado   | Si                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Químico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Biológico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
| Etiquetado                                     | <b>Físico</b><br>Ninguna  | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Químico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Biológico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
| Colocación de cinta                            | <b>Físico</b><br>Ninguna  | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Químico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
|  | <b>Biológico</b><br>Ninguna   | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |
| Encajado                                       | <b>Físico</b><br>Bolsas, restos de plásticos empaque                                | No                                 | Presenta BPM  | X  | X  |

| Etapas del Proceso | Peligros potenciales introducidos, controlados o identificados en esta etapa | Peligro potencial (sí / no) | ¿Por qué? (Justificación de la decisión tomada en la etapa anterior) | ¿Qué medidas se pueden aplicar para: prevenir, eliminar o reducir el peligro? | ¿Es esta etapa un punto crítico de control – PCC? |
|--------------------|--|-----------------------------|--|---|---|
| Encajado           | <b>Químico</b><br>Ninguna  | No                          | Presenta BPM   | X   | X   |
|                    | <b>Biológico</b><br>Ninguna  | No                          | Presenta BPM   | X   | X   |
| Entarimado         | <b>Físico</b><br>Ninguna   | No                          | Presenta BPM   | X   | X   |
|                    | <b>Químico</b><br>Ninguna  | No                          | Presenta BPM   | X   | X   |
|                    | <b>Biológico</b><br>Ninguna  | No                          | Presenta BPM   | X   | X   |

## 16.2 Puntos Críticos de Control (PCC) determinados

Se identificaron como puntos críticos de control la desinfección de las vainas de ejote francés y la presencia de productos de metal. En el primer punto se utiliza Cloro para la desinfección, si la concentración de Cloro es muy baja tiene efecto en la apariencia, color y olor del producto final, similar situación se presenta si la concentración de Cloro es muy alta. En el segundo punto identificado puede existir la presencia de productos de metal debido a que en el proceso de transporte de las vainas dentro de la planta se realiza en bandas y además pasa por una tolva, las cuales pueden desprenderse piezas que contaminen el producto.

En lo biológico se estableció que no existe diferencia en este punto en las concentraciones de Cloro en el rango de 100 a 300 ppm (resultados obtenidos previos al desarrollo del sistema HACCP para el acondicionamiento de las vainas de ejote francés)

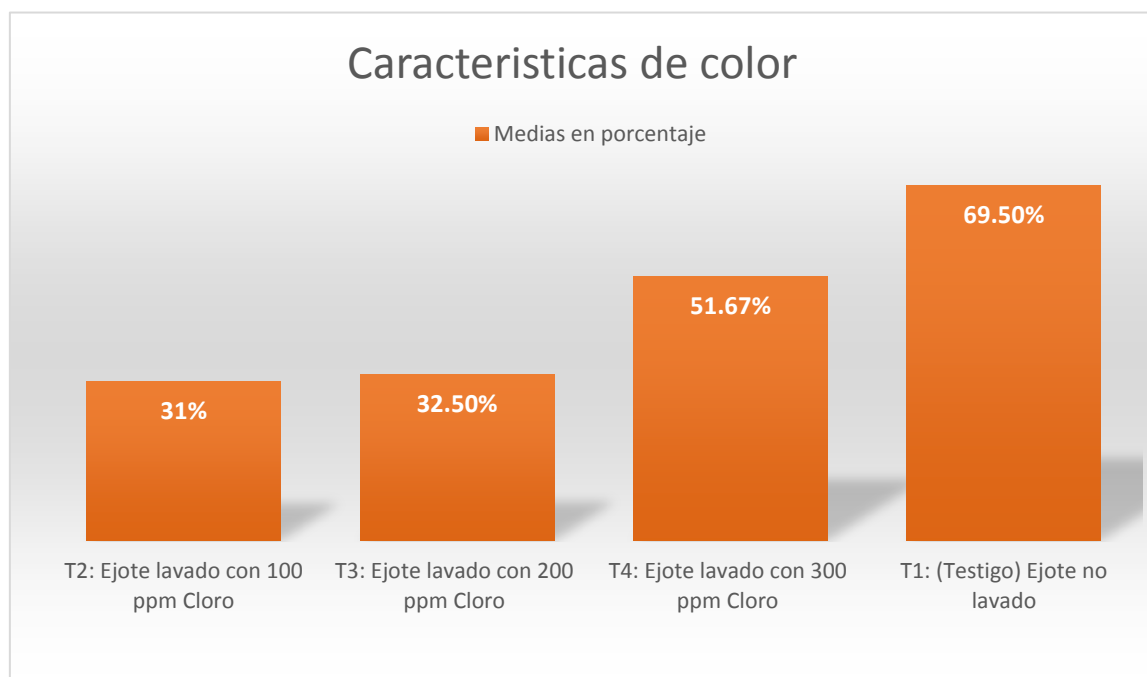
El árbol de decisiones (Figura 6) ayudó a identificar los puntos críticos de control en donde se puede mejorar el proceso. En el acondicionamiento de las vainas de ejote francés se identificaron dos puntos críticos de control, la desinfección de las vainas con Cloro y la detección de metales, los cuales, pueden causar problemas en la limpieza e inocuidad del producto.

## 16.3 Límites críticos (LC)

### 16.3.1 Concentración de Cloro para la desinfección de las vainas de ejote francés

La concentración de Cloro que no causo mayor variación en la coloración de las vainas fue de 100 ppm, con la cual se observó que el 31 % mostraron cambio de color, con la concentración de 200 ppm se observó que la coloración de las vainas vario a verde oscuro y posteriormente se tornó café claro, esto ocurrió en el 32.5% de vainas. Con la concentración de 300 ppm se observó una coloración amarilla, en el 51.67% de las vainas y en el testigo se observó una coloración opaca verde musgo en el 69.5% de las vainas.

El análisis de varianza (al 0.05) mostro diferencia significativa. Con la prueba de Tukey se establece que los tres tratamientos son diferentes. La concentración de Cloro a 200 ppm constituye un límite crítico. En la figura once se muestran los porcentajes de vainas que muestran cambio de color.

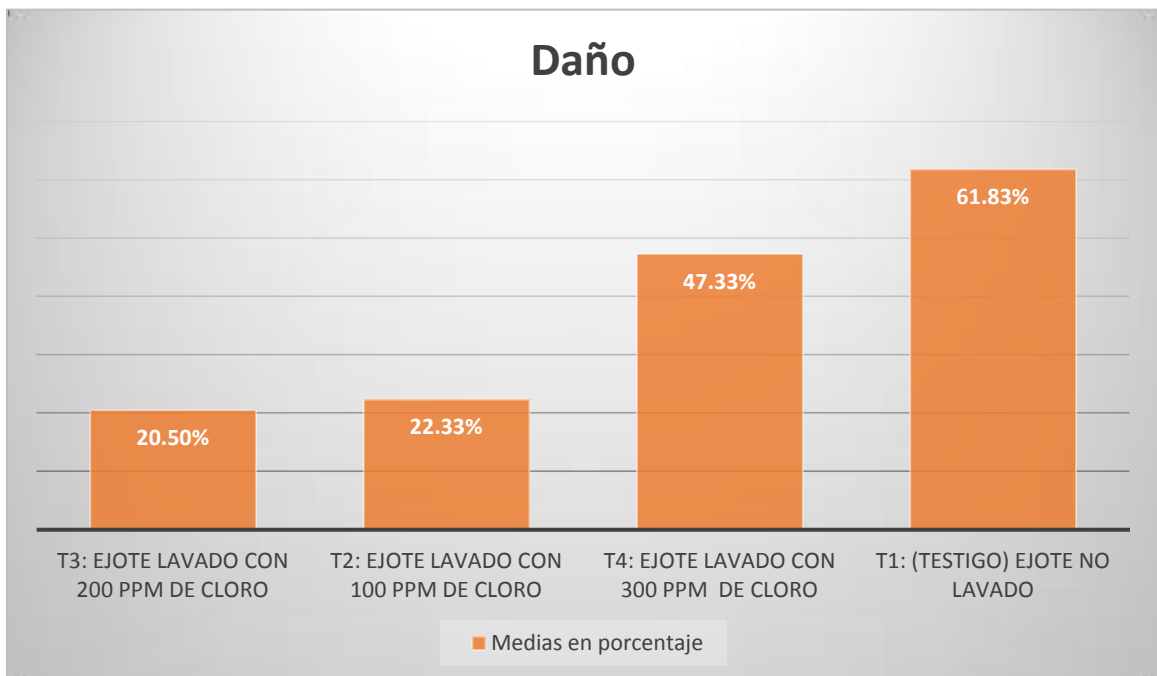


**Figura 11.** Promedios de vainas que presentaron cambio de color a diferentes concentraciones de Cloro.

### G. Efecto de la concentración de Cloro en la apariencia de las vainas

Las vainas presentaron un cambio de apariencia cuando se utilizaron 200 ppm de Cloro en la solución de desinfección con una media de 20.50%. Cuando se utilizaron 100 ppm de Cloro en la solución de desinfección en las vainas se observó signos de descomposición (coloración café oscura) con un 22.33% de vainas que mostraron esta coloración. La apariencia observada al utilizar 300 ppm de Cloro en la solución de desinfección mostro flacidez, manchas de coloración oscura las que se expanden y cubren toda la vaina, esto se observó en el 47.33% de éstas. En cuanto al testigo se observa un aspecto verde oscuro mostrando una media de 61.83% de vainas con esta coloración.

El análisis de varianza mostro diferencia significativa para las concentraciones de Cloro evaluadas en la apariencia de las vainas. La prueba de Tukey ubica en el mismo grupo las concentraciones de 100 y 200 ppm de Cloro. En la figura doce se muestran los porcentajes de vainas que muestran daño debido al efecto de las concentraciones de Cloro.

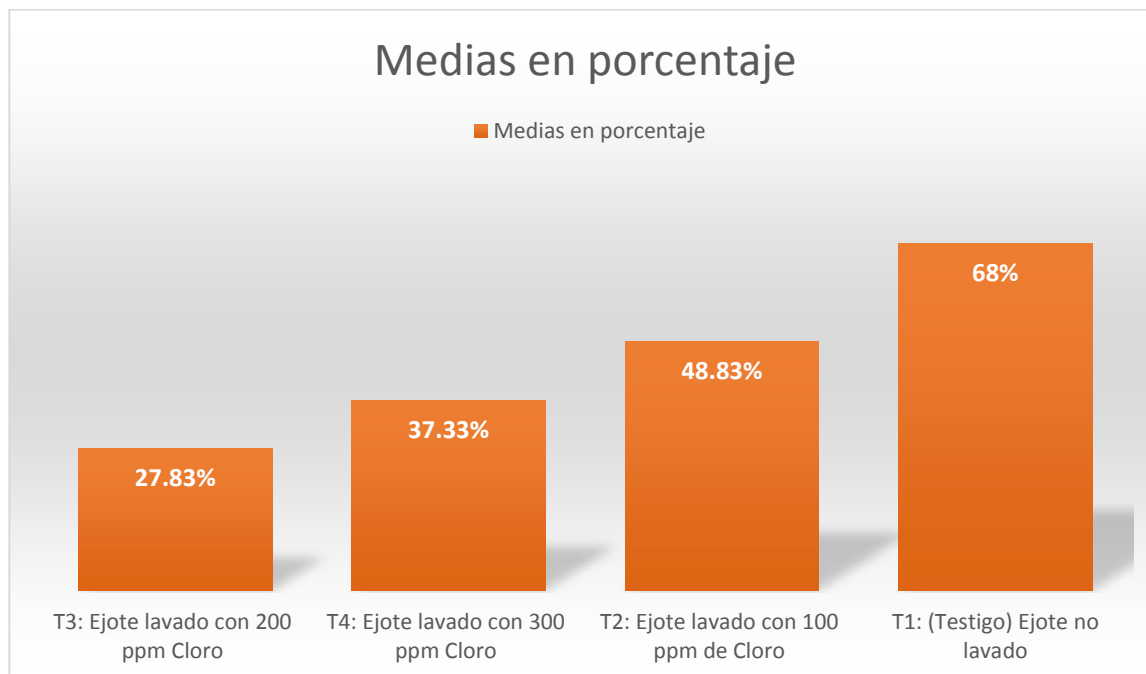


**Figura 12.** Promedios de vainas que mostraron cambio de coloración al ser desinfectadas a diferentes concentraciones de Cloro.

## H. Efecto de la concentración de Cloro en el olor de las vainas

El tratamiento que presentó el menor porcentaje de vainas con olor desagradable (a pudrición) fue el de la solución de desinfección con 200 ppm de Cloro con el 27.83% mostrando mal olor. El testigo mostro el mayor número de vainas con olor desagradable, el porcentaje que mostro mal olor fue de 68%, seguido por el tratamiento de 100 ppm en el cual el 48.83% mostraron mal olor. El tratamiento de 300 ppm mostro un valor intermedio con un 37.33% de vainas con olor desagradable.

Existe diferencia significativa (0.05) entre los tratamientos y cantidad de vainas con olor desagradable. La prueba Tukey agrupa a los tratamientos de 100 y 300 ppm en un mismo grupo y a los otros (200 ppm y testigo) en grupos diferentes. En la figura 13 se muestra los porcentajes de medias de vainas con olor desagradable para los diferentes tratamientos.



**Figura 13.** Promedio de vainas con olor desagradable frente a diferentes concentraciones de Cloro.



Para las pruebas realizadas con las diferentes concentraciones de Cloro en la apariencia, color y olor de las vainas se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en la cual se plantea que al menos una de las concentraciones en partes por millón de Cloro presenta diferencia significativa de daño, cambio de color o en el olor de la vaina. En el cuadro tres, se presenta la matriz de límite crítico de la desinfección con Cloro.

**Cuadro 3.** Matriz de límites críticos de la desinfección con Cloro

| Punto Crítico de Control         | Peligro significativo   | Límites críticos para cada medida de control | Monitoreo                    |                      |              |                                   | Acciones correctivas   |
|----------------------------------|---|--|------------------------------|----------------------|--------------|-----------------------------------|--|
|                                  |   |  | ¿Qué?                        | ¿Cómo?               | ¿Frecuencia? | ¿Quién?                           |  |
| PPC 1<br>Desinfección con Cloro. | Peligro biológico<br><br>Presencia de microorganismos patógenos presentes en las vainas de ejote:<br><i>Bacillus cereus</i> ,<br><i>Salmonella</i> sp.,<br><i>Listeria monocytogenes</i> ,<br><i>Shigella</i> sp.,<br><i>Escherichia coli</i> | Concentración de Cloro libre.                | Concentración de Cloro libre | Clorímetro           | Cada lote    | Operario 1 de la pila de enjuague | Detener proceso, identificar lote, dosificación Cloro. Registro de acción.   |
|                                  |   | Tiempo de enjuague 4 minutos                 | Tiempo de enjuague           | Reloj con cronómetro | Cada lote    | Supervisor de producción          | Detener proceso, identificar lote, reprocesar producto y registro de acción. |

### **16.3.2 Detección de piezas de metal**

Para el punto crítico piezas de metal al realizar el análisis de todas las bolsas previo a su empaque no se observó en alguna de ellas piezas de metal. Esto puede deberse a que la maquinaria, en especial los engranajes de las bandas transportadoras que encuentran en buen estado. Sin embargo no haber encontrado piezas de metal en las bolsas que fueron revisadas no significa que no exista el riesgo, si no se da mantenimiento y se revisan los engranajes de las fajas transportadoras. En el cuadro cuatro, se presenta la matriz de límite crítico de presencia de metales. Esta matriz debe de ser considerada, por el riesgo de presencia de metales en el producto (vainas de ejote francés envasado), debido que este es transportado en fajas que contienen engranajes, de los cuales se pueden desprender piezas de metal.

Este punto crítico lleva un proceso de monitoreo. Es necesario implementar un detector de metales para identificar la presencia de piezas de metales y un monitoreo durante todo el proceso del empaque. En el cuadro cuatro se muestra la matriz de límite crítico de presencia de metales.

**Cuadro 4.** Matriz límite crítico de presencia de metales

| Punto Crítico de Control     | Peligro significativo  | Límites críticos para cada medida de control | Monitoreo   |  |  |  | Acciones correctivas   |
|------------------------------|--|--|---|--|--|--|--|
|                              |  |  | ¿Qué?   | ¿Cómo?   | ¿Frecuencia?   | ¿Quién?  |  |
| PPC 2<br>Detector de metales | Peligro físico,<br><br>Probabilidad de presencia de partículas de metal provenientes de desprendimiento de la maquinaria utilizada durante los procesos previos. | Ausencia de metales.                         | Detector de metales encendido.<br><br>Presencia de metales. | Supervisión visual.<br><br>Detector de metales. Se pasará un testigo, metal ferrosos y no ferroso (dar ejemplo) de 7mm para que sea detectado. | Al iniciar turno y luego cada hora.<br><br>Cada 5 horas. | Operario de la línea.<br><br>Operario de la línea. | Detener el proceso, identificación, retiro y eliminación del producto con presencia de metales, revisar equipo e iniciar proceso, registro de acción correctiva. |

## 16.4 Sistema de vigilancia del control de los PCC.

Se presenta a continuación la propuesta de matrices para ser utilizadas en el sistema de vigilancia de los puntos críticos de control para el acondicionamiento y empaclado de las vainas de ejote francés, dentro del sistema HACCP.

### 16.4.1 Verificación y registros

Las actividades de verificación de los puntos críticos de control en la desinfección con Cloro y la detección de piezas de metal, son puntos que deben ser verificados; para ello se presenta una propuesta de matriz de verificación de registros y actividades para estos puntos. En el cuadro cinco, se muestra la matriz antes referida.

**Cuadro 5.** Matriz de verificación de registros y actividades de los puntos críticos de control

| PUNTO DE CONTROL CRITICO (PCC)  | ACTIVIDADES DE VERIFICACION  | REGISTROS   |
|---------------------------------|--|---|
| PPC 1<br>Desinfección con Cloro | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El gerente de planta revisa el registro de las lecturas de Cloro del clorímetro.</li> <li>• El gerente de planta observa al operador tomar el tiempo de sumersión en cada lote.</li> <li>• Una empresa externa valida la operación del dosificador de Cloro en la pileta.</li> <li>• Una empresa externa calibra cada mes el dosificador de Cloro.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de las lecturas del clorímetro.</li> <li>• Registros de calibración del clorímetro.</li> <li>• Bitácora de funcionamiento del clorímetro.</li> <li>• Registro de acciones correctivas.</li> </ul> |
| PPC 2<br>Detector de metales    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El gerente de planta pasa por la línea de producción un testigo conteniendo una partícula de metal de 7 mm para verificar su correcto funcionamiento.</li> <li>• Una empresa externa calibra el detector de metales cada mes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de las pruebas de confirmación del detector de metales.</li> <li>• Bitácora de calibración del detector de metales.</li> <li>• Registro de acciones correctivas.</li> </ul>                       |

### **16.5 Medidas correctivas que han de adoptarse cuando la vigilancia indique que un determinado PCC no está controlado**

Las medidas correctivas propuestas para la desinfección de las vainas son: utilizar un clorímetro, que presente sus debidas calibraciones. Utilizar 200 ppm de Cloro, sumergir las vainas durante cuatro minutos en la solución preparada de forma manual. Escurrir el producto en cuarto frío a una temperatura de 1.6° C a 3° C, para así poder preparar la materia prima para su empaque.

Capacitar al personal para que conozca los límites permitidos para el empaque de las vainas como los son: color, olor y que no presenten daño en la vaina, evitando así que este punto se considere como un punto crítico de control y pueda ser eliminado de los PCC. Implementar un área de control para la detección de metales, incluyendo un dispositivo detector de metales.

### **16.6 Propuesta de procedimientos de comprobación para confirmar que el Sistema de APPCC funciona eficazmente**

Para comprobar que el sistema HACCP funciona se debe comprobar su funcionamiento sobre la base de los puntos de peligros críticos observados. Se propone una matriz para realizar esta comprobación. En los cuadros seis y siete se presenta la propuesta para comprobar el funcionamiento del sistema HACCP para la desinfección con Cloro y para la detección de metales.

**Cuadro 6.** Procedimientos de comprobación de lavado con Cloro

| Procedimientos de comprobación |   |   |                               |                       |              |                                    |   |  |  |
|--------------------------------|---|---|-------------------------------|-----------------------|--------------|------------------------------------|---|--|--|
| Punto Crítico de Control       | Peligro significativo   | Límites críticos para cada medida de control                                  | Monitoreo                     |                       |              |                                    | Acciones correctivas  | verificación   | Registros  |
|                                |   |   | ¿Qué?                         | ¿Cómo?                | ¿Frecuencia? | ¿Quién?                            |   |  |  |
| PPC 1<br>Lavado con Cloro.     | Peligro biológico.<br><br>Presencia de microorganismos patógenos presentes en las vainas del ejote :<br><i>Bacillus cereus</i> ,<br><i>Salmonella</i> sp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Shigella</i> sp., <i>Escherichia coli</i> . | Concentración de Cloro libre de 200 ppm.<br><br>Tiempo de enjuague 4 minutos. | Concentración de Cloro libre. | Clorímetro.           | Cada lote.   | Operario 1 de la pila de enjuague. | Detener proceso, identificar lote, dosificación Cloro y reproceso del producto. Registro de acción.<br><br>Detener proceso, identificar lote, reprocesar producto y registro de acción. | El gerente de planta revisa el registro de las lecturas de Cloro del clorímetro.<br><br>El gerente de planta observa al operador tomar el tiempo de sumersión en cada lote.<br><br>Una empresa externa valida la operación del dosificador de Cloro en la pileta.<br><br>Una empresa externa calibra cada mes el dosificador de Cloro. | Registro de las lecturas del clorímetro.<br><br>Registros de calibración del clorímetro.<br><br>Bitácora de funcionamiento del clorímetro.<br><br>Registro de acciones correctivas . |
|                                |   |   | Tiempo de enjuague.           | Reloj con cronómetro. | Cada lote.   | Supervisor de producción .         |   |  |  |

**Cuadro 7.** Procedimientos de comprobación de detección de metales

| Procedimientos de comprobación |  |  |   |  |   |  |  |   |   |
|--------------------------------|--|--|---|--|---|--|--|---|---|
| Punto Crítico de Control       | Peligro significativo  | Límites críticos para cada medida de control | Monitoreo   |  |   |  | Acciones correctivas   | Verificación  | Registros   |
|                                |  |  | ¿Qué?   | ¿Cómo?   | ¿Frecuencia?  | ¿Quién?  |  |   |   |
| PPC 2<br>Detector de metales   | Peligro físico.<br><br>Probabilidad de presencia de partículas de metal provenientes de algún desprendimiento de la maquinaria utilizada durante los procesos previos. | Ausencia de metales.                         | Detector de metales encendido.<br><br>Presencia de Metales. | Supervisión visual.<br><br>Detector de metales. Se pasará un testigo, metal ferrosos y no ferroso (dar ejemplo) de 7mm para que sea detectado. | Al iniciar turno y luego cada hora.<br><br>Cada hora. | Operario de la línea.<br><br>Operario de la línea. | Detener el proceso, identificación, retiro y eliminación del producto con presencia de metales, revisar equipo e iniciar proceso, registro de acción correctiva. | El gerente de planta pasa por la línea de producción un testigo conteniendo una partícula de metal de 7 mm para verificar su correcto funcionamiento.<br><br>Una empresa externa calibra el detector de metales cada 15 días. | Registro de las pruebas de confirmación del detector de metales.<br><br>Bitácora de calibración del detector de metales.<br><br>Registro de acciones correctivas. |





**Cuadro 9.** Hoja de aplicación de acciones correctivas

| Hoja de aplicación de acciones correctivas de PCC                 |                       |                          |                           | Formato               |
|---|-----------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|
| B1 201  |                       | Fecha de revisión: _____ |                           |                       |
| Revisado por: _____   |                       |                          | Aprobado                  |                       |
| por: _____  |                       |                          |                           |                       |
| Tierra de Árboles S.A.  | Elaborado por:        | Aprobado por:            | Supervisado por:          | Fecha:                |
| Punto de control crítico:   | Acción de vigilancia: |                          | Responsable de la acción: |                       |
| Incidencia:   |                       |                          |                           |                       |
| <b>Aplicación de acción correctiva y tiempo de implementación</b> |                       |                          |                           |                       |
|   |                       |                          |                           |                       |
|   |                       |                          |                           |                       |
|   |                       |                          |                           |                       |
|   |                       |                          |                           | Firma de responsable: |

En el caso en que se presenten fallas durante el proceso de desinfección debido a una inadecuada dosificación de Cloro, se recomienda el protocolo que se observa en el anexo 8.9A, si se presentan fallas durante el proceso de distribución en tolva, clasificación en banda o llenado de bolsas debido a la presencia de metales, se recomienda el protocolo que se observa en el anexo 8.10A.

## **17. CONCLUSIONES**

1. En el proceso de acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés existen dos puntos de peligros críticos: la desinfección con Cloro y la presencia de metales en el producto empacado.
2. Para la desinfección de las vainas de ejote francés se debe utilizar una solución con 200 ppm de Cloro.
3. Se desarrollaron formas (matrices) para los puntos críticos de control en el acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés dentro del sistema HACCP.

## **18. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la utilización entre 200 ppm de Cloro en la solución de desinfección de las vainas de ejote francés por cuatro minutos.
2. Se recomienda que se evalúe el sistemas HACCP por lo menos al inicio de cada temporada (anualmente) para tener controlado el sistema.
3. Aplicar las formas (matrices) desarrolladas para el acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés.

## 19. BIBLIOGRAFÍA

1. Calvopiña Veloz, E., & Barriga Ayala, W. (1999). *Manual de buenas prácticas de manufactura (BPM) para los trabajadores de la industria farmacéutica*. Obtenido de Google Books: [http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL\\_20\\_IND01\\_BPM](http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_20_IND01_BPM)
2. Corlett, D. A. (1998). *HACCP user's manual*. Obtenido de Google Books: [https://books.google.com.gt/books?id=sNfiORJYfsIC&printsec=frontcover&dq=HACCP+User%27s+Manual:+Springer&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=HACCP%20User%27s%20Manual%3A%20Springer&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=sNfiORJYfsIC&printsec=frontcover&dq=HACCP+User%27s+Manual:+Springer&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=HACCP%20User%27s%20Manual%3A%20Springer&f=false)
3. Cuevas Insua, V. D. (2010). *APPCC básico*. Obtenido de Google Books: [https://books.google.com.gt/books?id=-F7SwisGZEgC&printsec=copyright&hl=es&source=gbs\\_pub\\_info\\_r#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=-F7SwisGZEgC&printsec=copyright&hl=es&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false)
4. Eppen, G. D. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas*. Obtenido de Google Books: [https://books.google.com.gt/books/about/Investigaci%C3%B3n\\_de\\_operaciones\\_en\\_la\\_cien.html?id=DW-vtFYqh0YC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.gt/books/about/Investigaci%C3%B3n_de_operaciones_en_la_cien.html?id=DW-vtFYqh0YC&redir_esc=y)
5. FAO. (2007). *Instrumentos de la FAO sobre bioseguridad*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/010/a1140s/a1140s00.HTM>
6. FAO; Ministerio de Sanidad y Consumo de España. (2002). *Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/005/w8088s/w8088s00.htm>

7. FAO; OMS. (26 de 08 de 2015). 8. Practicas de gestión de riesgos aplicadas actualmente en la comisión del Codex Alimentarius, sus órganos subsidiarios y comités consultivos de expertos: Comisión del Codex Alimentarios (CAC). Obtenido de FAO, Gestión de riesgos e inocuidad de los alimentos. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición - 65):  
<http://www.fao.org/docrep/w4982s/w4982s09.htm#comisi%C3%B3n%20del%20codex%20alimentarios%20%28cac%29>
  
8. FAO; OMS; Codex Alimentarius Commission. (2005). *Report*. Obtenido de Google Books:  
[https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAAahUKEwi9pL3L2cfHAhVCmh4KHZReAIM&url=http%3A%2F%2Fwww.codexalimentarius.org%2Finput%2Fdownload%2Freport%2F644%2Fal28\\_41e.pdf&ei=nzDeVf3YJMK0epS9iZgF&usg=AFQjCNEIUK6XTcWg7FPIu\\_v](https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAAahUKEwi9pL3L2cfHAhVCmh4KHZReAIM&url=http%3A%2F%2Fwww.codexalimentarius.org%2Finput%2Fdownload%2Freport%2F644%2Fal28_41e.pdf&ei=nzDeVf3YJMK0epS9iZgF&usg=AFQjCNEIUK6XTcWg7FPIu_v)
  
9. Mortimore, S. E. (2001). *HACCP*. Obtenido de Google Books:  
[https://books.google.com.gt/books/about/HACCP.html?id=GybXMr-bKTsC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.gt/books/about/HACCP.html?id=GybXMr-bKTsC&redir_esc=y)
  
10. OIT. (1999). *La empresa andina y la exportación: guía práctica para el uso de las organizaciones económicas de productores y agroindustrias rurales*. Obtenido de Google Books:  
[https://books.google.com.gt/books?id=vcYqAAAYAAJ&printsec=frontcover&source=gs\\_b\\_s\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=vcYqAAAYAAJ&printsec=frontcover&source=gs_b_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

11. Osuna García, J. A. (2004). *Mejoramiento de vida de anaquel y calidad de frutos de aguacate hass con 1-metilciclopropeno 1-MCP*. Obtenido de COFRUPRO, Comisión Nacional de las Fundaciones Produce: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwjVzq\\_Q3cfHAhVDFx4KHWWZDao&url=http%3A%2F%2Fwww.cofupro.org.mx%2Fcofupro%2Fimages%2Fcontenidoweb%2Findice%2Fpublicaciones-nayarit%2FPUBLICACIONES%2520DEL%2520](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAAahUKEwjVzq_Q3cfHAhVDFx4KHWWZDao&url=http%3A%2F%2Fwww.cofupro.org.mx%2Fcofupro%2Fimages%2Fcontenidoweb%2Findice%2Fpublicaciones-nayarit%2FPUBLICACIONES%2520DEL%2520)
12. Speranza, M. A., & Gualdieri, P. (2014). *Aplicación del sistema HACCP: planta de elaboración de mozzarella*. Obtenido de Google Books: <https://books.google.com.gt/books?id=QtscoAEACAAJ&dq=Aplicaci%C3%B3n+del+Sistema+HACCP:+planta+de+elaboraci%C3%B3n+de+mozzarella&hl=en&sa=X&ved=0CCoQ6AEwAGoVChMIludoNjHxwIVgVYeCh3mYgFg>
13. Vallejos Fuentes, C. V. (2012). *Diseño de buenas prácticas de manufactura en una avícola faeneadora*. Obtenido de Google Books: [https://books.google.com.gt/books?id=O4HHNAEACAAJ&dq=Dise%C3%B1o+de+Buenas+Pr%C3%A1cticas+de+Manufactura+en+una+av%C3%ADcola+faeneadora&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y](https://books.google.com.gt/books?id=O4HHNAEACAAJ&dq=Dise%C3%B1o+de+Buenas+Pr%C3%A1cticas+de+Manufactura+en+una+av%C3%ADcola+faeneadora&hl=es&sa=X&redir_esc=y)
14. Vargas Sabadias, A. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial*. Obtenido de Google Books: <https://books.google.com.gt/books?id=RbaC-wPWqjsC&printsec=frontcover&dq=Estad%C3%ADstica+descriptiva+e+inferencial+Sabadias&hl=en&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVChMI5bWfjtLHxwIVhrgeCh2bCwMr#v=onepage&q&f=false>

15. Voysest Voysest, O. (2000). *Mejoramiento genético del frijol (Phaseolus vulgaris L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999*. Obtenido de CGIAR, Constitution of the Consortium of International Agricultural Research Centers: [https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAAahUKEwiL1cTu1cfHAhUGLB4KHQ32BBY&url=https%3A%2F%2Fcgspace.cgiar.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F10568%2F54161%2FMejoramiento\\_genetico\\_del\\_frijol.pdf%3Fsequence%3D1&ei=tyzeVcudF4bYe](https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAAahUKEwiL1cTu1cfHAhUGLB4KHQ32BBY&url=https%3A%2F%2Fcgspace.cgiar.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F10568%2F54161%2FMejoramiento_genetico_del_frijol.pdf%3Fsequence%3D1&ei=tyzeVcudF4bYe)





**CAPITULO III**

**SERVICIOS REALIZADO EN LA PLANTA EMPACADORA DE VEGETALES TIERRA  
DE ÁRBOLES S.A.**



## **20. CAPACITACIÓN DE HIGIENE PERSONAL**

### **20.1 Introducción**

Debido a que uno de los principales objetivos de la norma APPCC (Análisis de puntos de peligro crítico de control) es la sanitización e inocuidad del producto, la higiene personal es uno de los temas de mayor importancia que se necesita toma en cuenta. Es necesario que la higiene personal sea una prioridad para el personal que manipula el producto, debido a que es para el consumo humano y se desea la mayor inocuidad posible.

La capacitación se realizó con el fin de que el personal conozca los beneficios y riesgos en cuanto a la higiene personal, la cual es uno de los principales requisitos para la implementación de un producto inocuo y sanitizado.

La capacitación consistió en informar al personal por medio de una charla y actividades dinámicas para su mayor comprensión, realizando una prueba para comprobar la comprensión del tema expuesto.

### **20.2 Objetivos**

Capacitar al personal que manipula el producto, en temas relacionados con la higiene personal, para crear conciencia de la importancia de la implementación del mismo y la repercusión de una mala aplicación de la higiene en el producto.

## **20.3 Metodología**

Se llevó a cabo la capacitación dirigida al personal que forma parte del conjunto de la empresa Tierra de Arboles S.A.

### **20.3.1 Temas expuestos**

#### 1. Objetivo de la higiene, beneficios y recomendaciones

La higiene personal es uno de los principales hábitos que se debe desarrollar por el ser humano. Entre los que cabe mencionar el bañarse a diario, lavarse los dientes, lavarse las manos antes de comer, lavarse las manos después del uso de los sanitarios. Su principal beneficio es la salud propia, evitando así enfermedades, como la diarrea y evitar gérmenes patógenos que penetre nuestra piel (Calvo Bruzos, 1992).

Es necesario que el personal aplique los hábitos de la higiene persona para presentarse a las instalaciones de procesamiento de la empresa.

#### 2. Lavado adecuado de manos

El personal debe saber y conocer que se deben de lavar las manos cada vez que llegan de su casa o de algún lugar desconocido, en donde tuvieron contacto con superficies sucias o expuestas al medio ambiente, sobre todo después de utilizar el baño.

Es necesario que también implementen el lavado de manos antes de iniciar contacto con alimentos. La capacitación duró 45 minutos, el cual se impartió al personal un total de 14 personas. 6 hombres y 8 mujeres.

## **20.4 Recursos**

Entre los recursos a utilizar se encuentra:

- Recurso humano
- Computadora
- Panfletos
- Rótulos

## 20.5 Resultados obtenidos

Se capacito al personal con relación a la salud y a la higiene personal, con el fin de que el personal cumpla con los requerimientos que pide el proceso de certificación GLOBAL G.A.P. Creando conciencia en la importancia de la aplicación de la higiene dentro de las instalaciones de la empresa empacadora.

Luego de la capacitación, se realizó una evaluación al personal para conocer el nivel de comprensión del tema, en donde se obtuvo un 95% de retención y conjunto se lleva un listado de asistencia. En la figura 14 muestra la capacitación realizada para el personal y la figura 15 muestra la evaluación realizada al personal luego de realizar la capacitación.



**Figura 14:** Capacitación del personal



**Figura 15:** Evaluación al personal sobre la capacitación.

En la figura 16 se muestra el listado del personal que asistió a la capacitación de Higiene personal.

| TASA                                    |  | CAPACITACIONES                   |               |                           | Código: RA.CP.07 |
|---|--|----------------------------------|---------------|---------------------------|------------------|
| Tierra de Árboles, S.A.                 |  |                                  |               |                           | Página: 1        |
| Elaborado por:<br>Ing. Alejandra Agosto | Revisado por:<br>Augusto Estrada               | Abrobado por:<br>Ing. Emilio Say | Version:<br>3 | Fecha:<br>Temp. 2014-2015 |                  |
| Nombre de la finca:                     | Cruz Amparal                                   |                                  |               | Código:                   | 0300600          |
| Ubicación de la finca:                  | Zamora   |                                  |               |                           |                  |
| Fecha de Capacitación:                  | 12-9-17  |                                  |               | Duración:                 | 450m             |
| Expositor:                              | Sandra Kiez / Yenni R.                         |                                  | Responsable:  | Eliang Aguilar Agosto     |                  |
| Tema:                                   | Higiene Personal                               |                                  |               |                           |                  |
| Impartido a:                            | Personal de Finca                              |                                  |               |                           |                  |
| Objetivo:                               | Aumentar la importancia de la higiene personal |                                  |               |                           |                  |

| Código | Nombre de la persona            | Puesto/Actividad | Firma / Huella    |
|--------|---------------------------------|------------------|-------------------|
| —      | Ruth Elvira lo Morales          | Contadora        | [Firma]           |
| —      | Eva Financ Cujil                | Contadora        | [Firma]           |
| —      | claudia Roxana Rodriguez Garcia | Contadora        | CRRG              |
| —      | Sandra Leticia Cui Tebor.       | Contadora        | [Firma]           |
| —      | Yennifer RAYA                   | contadora        | Yennifer RAYA     |
| —      | Leticia Sarin                   | Contadora        | [Firma]           |
| —      | Veronica Paula.                 | Contadora        | veronica Paula.   |
| —      | Olga Xiquin.                    | Contadora        | Olga Xiquin       |
| 1      | Francisco Teixer de la Rosa     | JEFE             | Francisco Teixer  |
| —      | Manoel Ovidio Tol S.            | Fumigador        | [Firma]           |
| —      | Humberto Canon                  | Fumigador        | [Firma]           |
| —      | Sergio Abimael Herrera          | Fumigador        | [Firma]           |
|        | Celestina Macaris               | Contadora        | celestina macaris |
|        | Isabel chagay                   | Contadora        | Isabel chagay     |
|        |                                 |                  |                   |
|        |                                 |                  |                   |
|        |                                 |                  |                   |
|        |                                 |                  |                   |
|        |                                 |                  |                   |
|        |                                 |                  |                   |
|        |                                 |                  |                   |
|        |                                 |                  |                   |

**Figura 16:** Hoja de asistencia para capacitaciones

Fuente: Tierra de Árboles. S.A.

## **21.INSPECCIÓN DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA**

### **21.1 Introducción**

La inspección de la calidad de materia prima consiste en identificar contaminantes que pueden presentar la materia prima. La calidad puede ser afectada por varios factores, entre ellos se puede mencionar: daño mecánico, daño por insectos, producto sobre maduro, pudrición o enfermedades; cualquiera de estos factores que se encuentre en el producto origina el rechazo (Jiménez & Gonzales, 1999).

Es de suma importancia obtener una materia prima de buena calidad para poder tener un producto final óptimo.

Esta inspección se realizó durante el ingreso de cada lote antes y durante la clasificación en mesa, evaluando que la materia prima presentara aspectos menores que afectarían la calidad.

### **21.2 Objetivos**

Obtener una materia prima de calidad para exportación, eliminando producto con mal aspecto o que no cumpla con los estándares establecidos.

### **21.3 Metodología**

La inspección de la calidad de la materia prima se realizó en:

1. Las mesas para su despunte (eliminación de cáliz y flor).
2. Ya despuntada en cajas.
3. En mesas listas para su pre empaque o sobre la banda transportadora lista para el empaque.

### **21.4 Recursos**

- Epesista asignado a la inspección de calidad de la materia prima.
- Boletas de calidad del producto.

### 21.5 Resultados obtenidos

La inspección se realizó diariamente, eliminando la materia prima con problemas identificados como: enfermedades, daño por insecto, tamaño sobre maduro. En la figura 17 se observa la calidad que debe presentar la materia prima antes del despunte.



**Figura 17:** Calidad de materia prima en cajas, listo para despunte.

Las características que definen la calidad de la materia prima constan de una coloración verde claro, con una longitud de 7 a 8 cm. El producto no debe de presentar signos de maduración, una vaina limpia de manchas o pústulas de enfermedades o insectos.

La materia prima no cumple con los estándares de calidad cuando se presenta en un estado sobre maduro, presenta deformación, deshidratación, con enfermedad o ataque de insecto, como se puede observar la figura 18.





**Figura 18:** Producto que no cumple con los estándares de calidad debido a que presenta signos de enfermedad y deshidratación.

### **21.6 Evaluación**

A finales de mayo de la temporada 2014 – 2015 la empresa logró la inspección de calidad de materia prima de 2, 208,102 lb de arveja china y arveja dulce.

En la actualidad la empresa se enfoca en tener un más personal para la inspección de calidad para así reducir perdidas por los bajos estándares de calidad.

## **22.INSPECCIÓN DE CALIDAD EN PRE-EMPAQUE Y EMPAQUE**

### **22.1 Introducción**

La calidad en el pre-empaque y empaque consiste en obtener inocuidad en el producto ya que este es un producto para el consumo humano, en donde la industria garantiza un buen manejo de la materia prima empacada en bandejas de 1.8 libras (IICA, 2001).

La inspección de calidad en pre-empaque y empaque es un proceso que se realiza para verificar la calidad del producto a exportar, en donde se verifica que el producto presente una temperatura adecuada, producto ordenado, que no presente daño y que la vaina se encuentre libre de cáliz y flor.

El pre-empaque consiste en el proceso de colocar el producto en bandejas y ser selladas por film (plástico), o bien en bolsas plásticas que luego son selladas. El empaque consiste en armar una caja con diez bandejas o bolsas. En cada presentación a exportar se debe observar la inocuidad del producto, así como el peso exacto.

### **22.2 Objetivos**

Realizar inspecciones en cada bandeja y caja del producto para seleccionar el producto que presenta las características de calidad e inocuidad.

### **22.3 Metodología**

Se realizó la inspección durante el proceso de pre-empaque (bandejas de arveja y bolsas de ejote) y el empaque (cajas). En donde se observó minuciosamente cada bandeja, bolsa o caja; para identificar si el producto presenta daño, si este lleva cáliz o flor, síntomas de pudrición, cualquier otro contaminante (cabello humano, hojas de la planta, insectos) que limitan la calidad y no puede ser exportada.

### **22.4 Recursos**

- Epesista asignado a la inspección de calidad de pre-empaque y empaque.

## 22.5 Resultados obtenidos

Se inspecciona cada uno de los empaques, identificando los que no cumplían con los estándares de calidad, eliminándolos de la línea de producción. Se instruyó al trabajador sobre los estándares de calidad, para que en el proceso de llenado de bandejas, se seleccione el mejor producto y se elimine el malo. En la figura 19 se observa el proceso de llenado de bandejas.



**Figura 19:** Llenado de bandejas.

Las bandejas del producto pre-empacado pasan el proceso de inspección en banda transportadora, en donde se inspecciona cada bandeja para comprobar que cumpla con los requisitos de calidad, ver figura 20.



**Figura 20:** Inspección del producto pre-empacado en la banda transportadora.

Si el producto pre-empacado se muestra desordenado, producto con flor o incluso producto con enfermedad, este es rechazado pasando nuevamente al área de clasificación, el producto debe de presentarse de forma ordenada dentro de la bandeja, sin rastros de flor que provocan pudrición y bien sellado. La figura 21 muestra el producto que no cumple con calidad de empaque y el que si cumple con la calidad.



**Figura 21:** Calidad del producto en pre-empaque.

## 22.6 Evaluación

A finales de mayo de la temporada 2014 – 2015 la empresa logro la inspección de calidad de pre-empaque y empaque de 1, 429,374.5 libras de arveja china y arveja dulce en las diferentes presentaciones bandejas y cajas de 10 libras.

En la actualidad la empresa se enfoca en tener más personal para la inspección de calidad en el área de pre-empaque y empaque para así asegurar que el producto a exportar cumple con los estándares de calidad.

## 23. BIBLIOGRAFÍA

1. Calvo Bruzos, S. (1992). *Educación para la salud en la escuela*. Obtenido de Google Book: <https://books.google.com.gt/books?id=X6BNLw8P680C&printsec=frontcover&dq=Educaci%C3%B3n+para+la+salud+en+la+escuela,+D%C3%ADaz+de+Santos.&hl=es-419&sa=X&ved=0CBsQ6AEwAGoVChMIsdPtmKTmxwIVhKoeCh3UAQ77#v=onepage&q=Educaci%C3%B3n%20para%20la%20salud%20en%20la>
2. IICA. (2001). *Tecnología del manejo de postcosecha de frutas y hortalizas*. Obtenido de Google Book: <https://books.google.com.gt/books?id=IYDGhOLOgPoC&printsec=frontcover&dq=Tecnologia+del+Manejo+de+Postcosecha+de+Frutas+y+Hortalizas,+IICA+Biblioteca+Venezuela.&hl=es-419&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVChMImeOApKPmxwIVhqQeCh2RCQYt#v=onepage&q=Tecnologia%20del%20Ma>
3. Jiménez, S. M., & Gonzales, R. (1999). *lavado de manos, un punto crítico en la seguridad alimentaria*. Obtenido de Google Book: <https://books.google.com.gt/books?id=PC1vRbvLdbQC&pg=PP4&dq=Lavado+de+Manos,+Universidad+Nac.+del+Litoral.&hl=es-419&sa=X&ved=0CCUQ6AEwAGoVChMI3eTyvaLmxwIVgW0eCh0WwAsG#v=onepage&q=Lavado%20de%20Manos%2C%20Universidad%20Nac.%20del%20Litoral.&f=false>

## 24. ANEXO

### 24.1 Diagrama de flujo de proceso del acondicionamiento y empaque de las vainas de ejote francés

Son las etapas por las que pasan las vainas; con este diagrama se evalúa cada uno de los pasos para ser identificados en la matriz de identificación de puntos críticos.

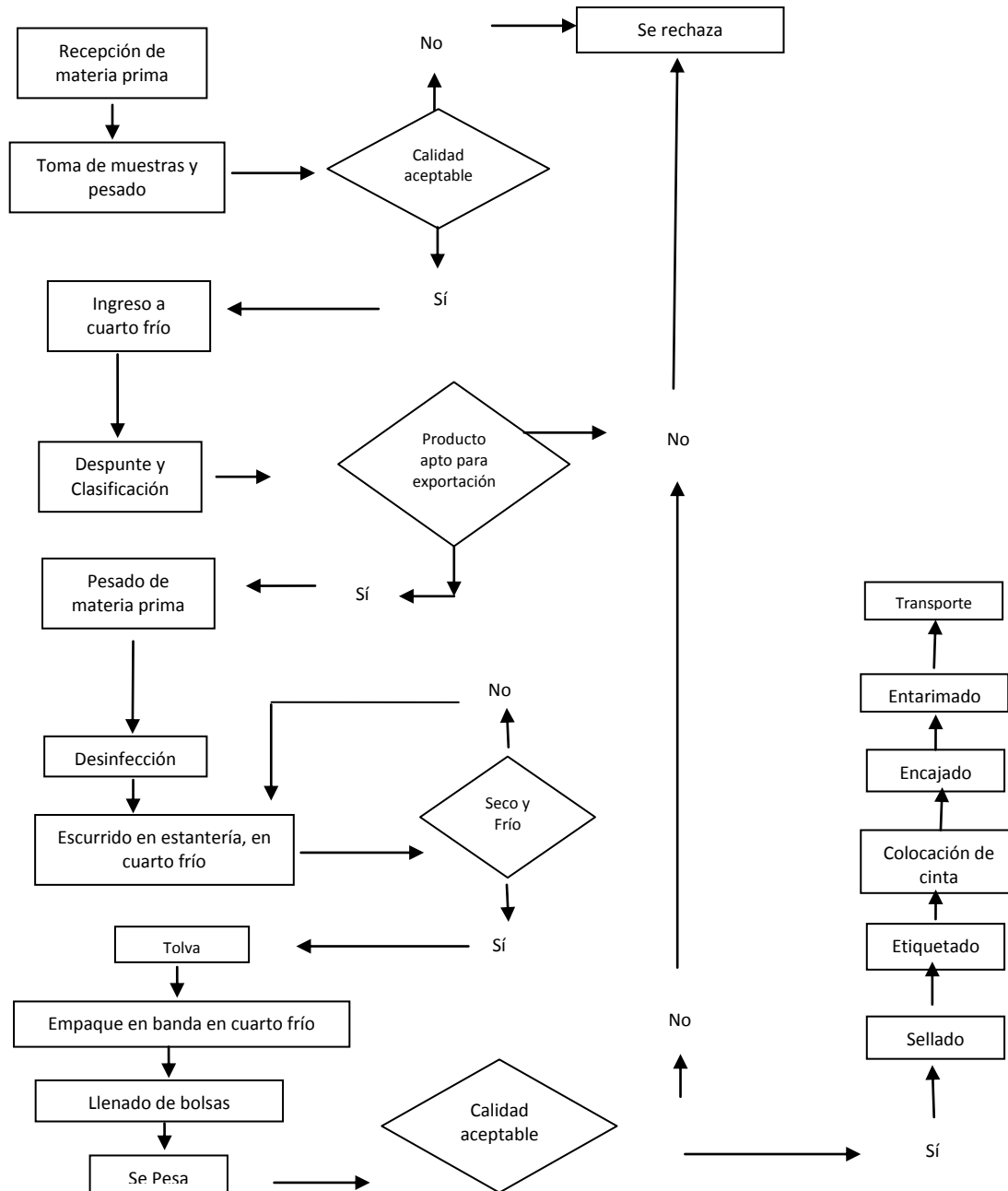


Figura 22A. Diagrama de flujo del procesamiento de las vainas.

## 24.2 Daño en vainas de ejote evaluado a diferentes tratamientos de Cloro

Se observa en la figura 23A una escala de daño causado por el Cloro que se presenta en las vainas, en la cuadro 10A se encuentra una descripción de cada una de las escalas.

**Cuadro 10A.** Características y escala de daño en vaina de ejote, causado por desinfección con Cloro

| Característica de daño en vaina de ejote | Escala |
|--|--------|
| Sin daño                                 | 1      |
| 10% de daño                              | 2      |
| 30% de daño                              | 3      |
| 50 % de daño                             | 4      |
| 70% de daño                              | 5      |
| 80% de daño                              | 6      |
| Daño total                               | 7      |



**Figura 23A.** Escala de daño en vaina.

La figura 23A hace referencia a las características de la escala del cuadro 10A la cual se elaboró para el presente trabajo.

### 24.3 Cambio de color en vainas de ejote evaluado a diferentes tratamientos de Cloro

Las vainas presentaron un cambio de color al ser expuestas a los diferentes tratamientos de Cloro, en la figura 24A se observa una escala comparativa, en donde el número 4 es el color ideal. La presente escala se elaboró para el presente trabajo.



**Figura 24A.** Escala de color de vainas de ejote.

**Cuadro 11A.** Características y escala de color en vainas de ejote, causado por desinfección con Cloro.

| Características de color | Escala |
|--------------------------|--------|
| Amarillo                 | 1      |
| Verde-amarillo           | 2      |
| Verde pálido             | 3      |
| Verde                    | 4      |
| Verde oscuro             | 5      |
| Vede musgo               | 6      |
| Marrón                   | 7      |



#### 24.4 Cambio de olor en vainas de ejote evaluado a diferentes tratamientos de Cloro

Las vainas presentaron un cambio en el olor, el cual se evaluó con la escala que se presenta en el cuadro 12A.

**Cuadro 12A.** Características y escala de olor de la vaina de ejote, al ser sometido al tratamiento de Cloro.

| Característica   | Escala |
|------------------|--------|
| Agradable        | 1      |
| Indiferente      | 2      |
| Desagradable     | 3      |
| Muy desagradable | 4      |

#### 24.5 Cálculo de partes por millón de una solución de base de Cloro al 10%

##### 1) 100 ppm de Cloro

$$\text{Fracción decimal } \frac{10}{100} = 0.10$$

$$0.10 \times 1,000,000 = 100,000 \text{ ppm Cloro}$$

$$\text{ppm} = \text{ml}$$

$$\frac{100 \text{ ml de Cloro}}{100,000 \text{ ml}} = 0.0010 \text{ ml de Cloro}$$

$$0.0010 \text{ ml de Cloro} \times 1,000 \text{ ml de agua} = 1 \text{ ml de Cloro}$$

A 25 Litros de agua

$$1 \text{ ml de Cloro} \times 25 \text{ L de agua} = 25 \text{ ml de Cloro}$$

##### 2) 200 ppm de Cloro

$$\text{Fracción decimal } \frac{10}{100} = 0.10$$

$$0.10 \times 1,000,000 = 100,000 \text{ ppm Cloro}$$

$$\text{ppm} = \text{ml}$$

$$\frac{200 \text{ ml de Cloro}}{100,000 \text{ ml}} = 0.0020 \text{ ml de Cloro}$$

$$0.0020 \text{ ml de Cloro} \times 1,000 \text{ ml de agua} = 2 \text{ ml de Cloro}$$

A 25 litros de agua

$$2 \text{ ml de Cloro} \times 25 \text{ L de agua} = 50 \text{ ml de Cloro}$$

### 3) 300 ppm de Cloro

$$\text{Fracción decimal } \frac{10}{100} = 0.10$$

$$0.10 \times 1,000,000 = 100,000 \text{ ppm Cloro}$$

ppm = ml

$$\frac{300 \text{ ml de Cloro}}{100,000 \text{ ml}} = 0.0030 \text{ ml de Cloro}$$

$$0.0030 \text{ ml de Cloro} \times 1,000 \text{ ml de agua} = 3 \text{ ml de Cloro}$$

A 25 litros de agua

$$3 \text{ ml de Cloro} \times 25 \text{ L de agua} = 75 \text{ ml de Cloro}$$

## 24.6 Análisis de varianza de daño causado en la vaina de ejote, por tratamiento con Cloro

Se evaluaron cuatro tratamientos con seis repeticiones, en donde se evaluó el nivel de daño en vaina que provoca las diferentes dosis de Cloro en la desinfección de las vainas. En el cuadro 13A, se presenta en porcentaje, la cantidad de vainas dañadas.

**Cuadro 13A.** Porcentaje de vainas dañadas por las diferentes dosificaciones de Cloro

| Repetición | T1<br>No lavado | T2<br>100 ppm<br>Cloro | T3<br>200 ppm<br>Cloro | T4<br>300 ppm<br>Cloro |
|------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| R1         | 59              | 24                     | 20                     | 45                     |
| R2         | 65              | 20                     | 16                     | 47                     |
| R3         | 57              | 23                     | 19                     | 50                     |
| R4         | 67              | 27                     | 21                     | 43                     |
| R5         | 60              | 19                     | 23                     | 48                     |
| R6         | 63              | 21                     | 24                     | 51                     |

Con los datos mostrados en el cuadro 13A, se realiza un análisis de varianza, cuyos resultados se presentan en el cuadro 14A.

**Cuadro 14A.** Análisis de varianza del porcentaje de vainas dañadas por diferentes dosificaciones de Cloro.

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Daño     | 24 | 0.97           | 0.97              | 8.38 |

| F.V.         | SC      | GI | CM      | F      | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo       | 7241.00 | 3  | 2413.67 | 237.80 | <0.0001 |
| Tratamientos | 7241.00 | 3  | 2413.67 | 237.80 | <0.0001 |
| Error        | 203.00  | 20 | 10.15   |        |         |
| Total        | 7444.00 | 23 |         |        |         |

Nivel de significancia 0.05

Debido a que los datos mostraron diferencias significativas al 0.05, se realizó la prueba de diferencias de medias, propuestas por Tukey, para establecer que los tratamientos de vainas de ejote lavadas con 200 ppm y 100 ppm presentan menor daño en las vainas. Los resultados de esta prueba, se presentan en el cuadro 15A.

**Cuadro 15A.** Prueba de Tukey del porcentaje de vainas dañadas por diferentes dosificaciones de Cloro

| <b>Tratamientos</b>                             | <b>Medias</b> | <b>n</b> | <b>E.E</b> | <b>Tukey</b> |   |   |
|---|---------------|----------|------------|--------------|---|---|
| T3: vainas de ejote lavado con 200 ppm Cloro    | 20.50         | 6        | 1.30       | A            |   |   |
| T2: vainas de ejote lavado con 100 ppm de Cloro | 22.33         | 6        | 1.30       | A            |   |   |
| T4: vainas de ejote lavado con 300 ppm Cloro    | 47.33         | 6        | 1.30       |              | B |   |
| T1: (testigo) vainas de ejote no lavado         | 61.83         | 6        | 1.30       |              |   | C |

Error: 10.15      gl: 20

#### **24.7 Análisis de varianza cambio de color**

Se evaluaron cuatro tratamientos con seis repeticiones, en donde se evaluó el cambio de color en vaina que provoca las diferentes dosificaciones de Cloro. En el cuadro 16A se presentan los resultados en porcentaje de vainas con cambio de color a causa de las diferentes dosificaciones de Cloro.

**Cuadro 16A.** Resultados en porcentaje de vainas con cambio de color a causa de diferentes dosificaciones de Cloro

| Repetición | T1<br>No lavado | T2<br>100 ppm<br>Cloro | T3<br>200 ppm<br>Cloro | T4<br>300 ppm<br>Cloro |
|------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| R1         | 72              | 27                     | 35                     | 53                     |
| R2         | 65              | 26                     | 30                     | 55                     |
| R3         | 71              | 30                     | 36                     | 48                     |
| R4         | 69              | 31                     | 31                     | 54                     |
| R5         | 72              | 39                     | 29                     | 51                     |
| R6         | 68              | 33                     | 34                     | 49                     |

Con los datos mostrados en el cuadro 16A, se realiza un análisis de varianza, cuyos resultados se presentan en el cuadro 17A.

**Cuadro 17A.** Análisis de varianza de porcentaje de vainas con cambio de color a causa de las diferentes dosificaciones de Cloro

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Color    | 24 | 0.96           | 0.96              | 7.32 |

| F.V.         | SC      | GI | CM      | F      | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo       | 5949.00 | 3  | 1983.00 | 173.69 | <0.0001 |
| Tratamientos | 5949.00 | 3  | 1983.00 | 173.69 | <0.0001 |
| Error        | 228.33  | 20 | 11.42   |        |         |
| Total        | 6177.33 | 20 |         |        |         |

Nivel de significancia 0.05

Debido a que los datos mostraron diferencias significativas al 0.05, se realizó la prueba de diferencias de medias, propuestas por Tukey, para establecer que los tratamientos de vainas de ejote lavado con 100 ppm y 200 ppm presentan menor daño en las vainas. Los resultados de esta prueba, se presentan en el cuadro 18A.

**Cuadro 18A.** Prueba de Tukey de porcentaje de vainas con cambio de color a causa de las diferentes dosificaciones de Cloro

| <b>Tratamientos</b>                                 | <b>Medias</b> | <b>N</b> | <b>E.E</b> | <b>Tukey</b> |   |   |
|---|---------------|----------|------------|--------------|---|---|
| T2: vainas de ejote lavado con 100 ppm de Cloro 10% | 31.00         | 6        | 1.38       | A            |   |   |
| T3: vainas de ejote lavado con 200 ppm Cloro 10%    | 32.50         | 6        | 1.38       | A            |   |   |
| T4: vainas de ejote lavado con 300 ppm Cloro 10%    | 51.67         | 6        | 1.38       |              | B |   |
| T1: (Testigo) vainas de ejote no lavado             | 69.50         | 6        | 1.38       |              |   | C |

Error: 11.41      gl: 20

#### 24.8 Análisis de varianza en el cambio de olor

Se realizó cuatro tratamientos con seis repeticiones, en donde se evaluó el cambio de olor en vaina que provoca las diferentes dosificaciones de Cloro. En el cuadro 19A se presenta el porcentaje de ejotes con olor desagradable a causa de las diferentes dosificaciones de Cloro.

**Cuadro 19A.** Porcentaje de ejotes con olor desagradable por las diferentes dosificaciones de Cloro

| <b>Repetición</b> | <b>T1<br/>No lavado</b> | <b>T2<br/>100 ppm<br/>Cloro</b> | <b>T3<br/>200 ppm<br/>Cloro</b> | <b>T4<br/>300 ppm<br/>Cloro</b> |
|-------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>R1</b>         | 66                      | 52                              | 25                              | 35                              |
| <b>R2</b>         | 69                      | 47                              | 27                              | 37                              |
| <b>R3</b>         | 65                      | 49                              | 28                              | 38                              |
| <b>R4</b>         | 70                      | 45                              | 29                              | 40                              |
| <b>R5</b>         | 72                      | 50                              | 27                              | 36                              |
| <b>R6</b>         | 66                      | 50                              | 31                              | 38                              |

Con los datos mostrados en el cuadro 19A, se realiza un análisis de varianza, cuyos resultados se presentan en el cuadro 20A.

**Cuadro 20A.** Análisis de varianza del porcentaje de vainas con mal olor por diferentes dosis de Cloro

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Olor     | 24 | 0.98           | 0.98              | 5.04 |

| F.V.         | SC      | GI | CM      | F      | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo       | 5377.00 | 3  | 1792.33 | 341.40 | <0.0001 |
| Tratamientos | 5377.00 | 3  | 1792.33 | 341.40 | <0.0001 |
| Error        | 105.00  | 20 | 5.25    |        |         |
| Total        | 5482.00 | 23 |         |        |         |

Nivel de significancia 0.05

Debido a que los datos mostraron diferencias significativas al 0.05, se realizó la prueba de diferencias de medias, propuestas por Tukey, para establecer que el tratamiento de vainas de ejote lavado con 200 ppm presenta menor porcentaje de olor desagradable en las vainas. Los resultados de esta prueba, se presentan en el cuadro 21A.

**Cuadro 21A.** Prueba de Tukey del porcentaje de vainas con mal olor por las diferentes dosis de Cloro

| Tratamientos  | Medias | n | E.E  | Tukey |   |   |   |
|---|--------|---|------|-------|---|---|---|
| T3: vainas de ejote lavado con 200 ppm Cloro 10%    | 27.83  | 6 | 0.94 | A     |   |   |   |
| T4: vainas de ejote lavado con 300 ppm Cloro 10%    | 37.33  | 6 | 0.94 |       | B |   |   |
| T2: vainas de ejote lavado con 100 ppm de Cloro 10% | 48.83  | 6 | 0.94 |       |   | C |   |
| T1: (Testigo) vainas de ejote no lavado             | 68.00  | 6 | 0.94 |       |   |   | D |

Error: 5.25

gl: 20

#### **24.9 Protocolo a seguir en caso de mala dosificación de Cloro**

1. Identificar el lote de las vainas de ejote mal dosificado.
2. Identificar el día, la hora en que dosificó mal el lote de las vainas de ejote.
3. Identificar al encargado de la desinfección de las vainas de ejote.
4. Tratar de conocer la dosis de Cloro aplicada para la desinfección, es decir menos de 100 ppm o más de 200 ppm.
5. Una vez identificado el lote de las vainas de ejote mal dosificado, sacarlo de la línea de producción.
6. Mantener el lote de las vainas mal dosificado en observación.
7. Si el lote de las vainas fue desinfectado con una solución menor a 200 ppm, pasarlo nuevamente al área de desinfección corroborando que pase por una solución de Cloro de 200 ppm.
8. Si el lote de las vainas de ejote fue lavado con una solución mayor a las 200 ppm, no se recomienda empaacar el producto para exportación.

#### **24.10 Protocolo a seguir en caso de presencia de metales**

1. Identificar el lote de las vainas de ejote que dio positivo en el detector de metales.
2. Identificar el día, la hora en que el lote de las vainas de ejote que dio positivo en el detector de metales.
3. Identificar al encargado del detector de metales.
4. Parar el proceso de empaque mediante la banda transportadora.
5. Si el metal fue identificado dentro de las vainas empaacado, este se debe de eliminar.
6. Si el metal fue identificado durante el transporte en la banda, se recomienda sacar el lote del proceso de empaque, eliminar la o las piezas de metal y volver al área de empaque.
7. Realizar una segunda inspección a todo el lote con la ayuda de detectores de metales.
8. Realizar un mantenimiento inmediato del área de la tolva y de la banda transportadora.