



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**EMPACADO DE ELOTÍN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU
REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA
EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Hilda Esperanza Pacache Burrión

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, mayo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EMPACADO DE ELOTÍN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU
REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA
EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HILDA ESPERANZA PACACHE BURRIÓN
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES

GUATEMALA, MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Water Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADOR	Dr. David Monterroso Salvatierra
EXAMINADORA	Inga. Laura Cristina Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EMPACADO DE ELOTÍN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la coordinación de la carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales de la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha septiembre de 2010.

Hilda Esperanza Pacache Burrión



Guatemala, 31 de mayo de 2013.
REF.EPS.DOC.644.05.13

Ingeniero
José Mario Saravia
Coordinador de la Carrera Ingeniería en
Industrias Agropecuarias y Forestales
Facultad de Agronomía.

Estimado ingeniero Saravia.

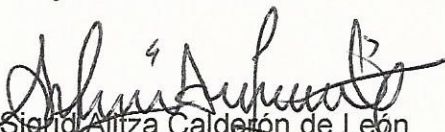
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, **Hilda Esperanza Pacache Burrión**, Carné No. **200614378** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“EMPACADO DE ELOTIN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ”**.

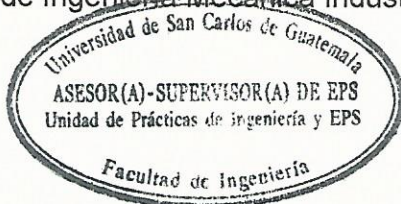
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 31 de mayo de 2013.
REF.EPS.D.420.05.13

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

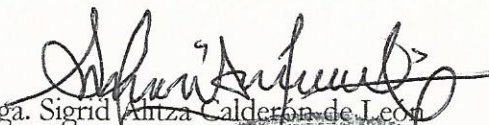
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“EMPACADO DE ELOTIN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ”** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Hilda Esperanza Pacache Burrión** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesora-Supervisora de EPS y Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Sigríd Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS

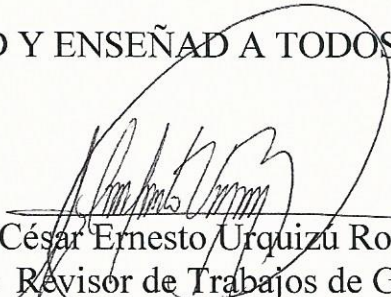


SACdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EMPACADO DE ELOTIN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ**, presentado por la estudiante universitaria **Hilda Esperanza Pacache Burrión**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizu Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2013.

/mgp

Universidad de San
Carlos de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de Lingüística

Guatemala, 5 de mayo de 2015
Ling.13/15

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC

Señor director:

Por este medio hago de su conocimiento que la Unidad de Lingüística hace una modificación al título del trabajo de graduación del estudiante **Hilda Esperanza Pacache Burrión**, con número de carné: **2006-14378** el cual fue aprobado de acuerdo al protocolo como: **EMPACADO DE ELOTIN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ.**

La Unidad modifica el título del trabajo en virtud de que el mismo no está bien redactado y propone la siguiente forma: **EMPACADO DE ELOTÍN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. González Domínguez'.

Licenciada Rosa Amelia González Domínguez
Coordinadora de la Unidad de Lingüística



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **EMPACADO DE ELOTÍN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Hilda Esperanza Pacache Burrión**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2015.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **EMPACADO DE ELOTÍN Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA SU REUTILIZACIÓN EN PLANTA EXPORTADORA DE VEGETALES UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Hilda Esperanza Pacache Burrión**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García
Decano en Funciones

Guatemala, 12 de mayo de 2015



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Mi razón de ser. Señor tu me has examinado y me conoces; conoces todas mis acciones; aún de lejos te das cuenta de lo que pienso. ¡Sabes todo lo que hago! ¿A dónde podría ir, lejos de tu espíritu? ¿A dónde huiría, lejos de tu presencia? Salmo 139.
Mis padres	Jesús Pacache (q. e. p. d.) y Vicenta Burrión, por tan incansable labor y apoyo incondicional en todo momento de mi vida.
Mis hermanos	Luis Alfredo, María Angélica, Juan Gabriel y Catalina Pacache Burrión, por su cariño, apoyo y comprensión.
Mi familia	Por compartir la experiencia de vida y caminar conmigo cuando los he necesitado y estar para mí sin esperar nada a cambio.
Mis amigos	Por los momentos gratos, alegría, cariño, apoyo y comprensión.
Colaboradores	Por los conocimientos y experiencia de vida que me han transmitido.

AGRADECIMIENTOS A:

**Cooperativa Agrícola
Integral Unión de Cuatro
Pinos**

Por brindarme la colaboración y apoyo para la elaboración del presente trabajo, en especial a Inga. Ligia Mariel Lara Way.

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de una educación con excelencia académica y la formación con principios éticos.

Asesor

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León, por su colaboración, paciencia y orientación durante el desarrollo de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.1.1. Descripción de la institución	1
1.1.2. Ubicación de la institución	3
1.1.3. Misión	4
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Estructura organizacional	4
1.1.5.1. Organigrama DGCI	6
1.1.6. Actividades a la que se dedica la empresa.....	8
1.1.7. Política de calidad.....	9
1.1.7.1. Objetivos de calidad.....	9
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICOPROFESIONAL	11
2.1. Situación actual de la producción de pelado de elotín	11
2.1.1. Proceso.....	11
2.1.1.1. Diagrama de flujo de proceso	12
2.1.1.2. Estaciones de trabajo	16
2.1.1.3. Materiales de empaque y equipo	19
2.1.1.4. Materia prima.....	24

2.1.1.5.	Normas de calidad e inocuidad aplicadas a plantas procesadoras de vegetales	28
2.1.1.6.	Personal que labora en planta.....	31
2.1.1.7.	Estudio de tiempos	32
2.1.1.8.	Producción actual	41
2.1.1.9.	Cálculo de la eficiencia.....	43
2.1.1.10.	Productividad actual	48
2.2.	Proceso, procedimientos en elotín y tratamiento de agua	51
2.2.1.	Diagrama de flujo de proceso.....	61
2.2.2.	Economía de movimientos	66
2.2.3.	Balance de línea.....	68
2.2.4.	Eficiencia	69
2.2.5.	Producción teórica que se debe alcanzar.....	70
2.2.6.	Capacidad instalada	71
2.3.	Implementación de gráficos de control para control de calidad.....	72
2.4.	Sistema de tratamiento de agua	79
2.4.1.	Sistema de obtención de agua	84
2.4.2.	Sistema de captación y distribución del influente	89
2.4.3.	Análisis fisicoquímico del agua residual	89
2.4.4.	Propuesta de diseño de tratamiento de agua.....	94
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN	97
3.1.	Identificación de zonas de seguridad ante desastres naturales de sequías.....	99
3.2.	Localización de ubicación de extintores, interruptores de energía eléctrica, botiquines, llaves de agua o gas.....	100
3.3.	Plan de emergencia	100

3.3.1.	¿Qué hacer antes, durante y después de la emergencia en caso de sequía?.....	101
4.	FASE DE DOCENCIA.....	103
4.1.	Capacitación al personal sobre el uso de los gráficos de control de calidad, trabajo en equipo, prácticas de limpieza, contaminación cruzada y plan de contingencia	103
4.1.1.	Propósito.....	104
4.1.2.	Elaboración.....	105
4.1.3.	Acciones para mejorar	105
4.2.	Planificación de la capacitación	105
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES.....	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111
	APÉNDICE.....	113
	ANEXO	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del sistema de gestión de la calidad	7
2.	Diagrama de flujo del proceso de elotín	13
3.	Diagrama de recorrido de proceso de elotín	15
4.	Estaciones de trabajo, proceso de elotín	16
5.	Herramientas de corte	17
6.	Presentación de producto Crystal Valley Foods	19
7.	Presentación de producto Ben-Bud	19
8.	Presentación de producto Fresh Gourmet	20
9.	Selladora de bolsas	21
10.	Sellando bandejas de elotín	22
11.	Codificadoras y etiquetadoras manuales	23
12.	Pesas electrónicas	23
13.	Materia prima sin procesar	27
14.	Elotines con daño de plaga	27
15.	Pelado de elotín utilizando cuchillo y uña como herramienta de corte	42
16.	Producción pelado de elotín por mesa	42
17.	Diagrama de flujo de proceso mejorado	62
18.	Diagrama de recorrido mejorado	65
19.	Croquis de los movimientos del proceso de pelado de elotín	66
20.	Diagrama bimanual del proceso de pelado de elotín	67
21.	Distribución de personal en mesas de trabajo	72
22.	Especificaciones de calidad en elotín	74

23.	Tendencia de la calidad del elotín exportado, a finales de octubre 2010 a principios de enero de 2011	77
24.	Calidad de elotín fuera de los límites de control	77
25.	Muestreo de lotes	78
26.	No conformidades de elotín procesado	79
27.	Esquema del proceso de lavado de ejote	82
28.	Máquina lavadora de vegetales	83
29.	Descargas de tanque de lavado 1 y tanque de lavado 2	85
30.	Esquema de sedimentación de agua	86
31.	Captación de agua de proceso de lavado y agua sedimentada	87
32.	Configuración típica de sedimentación flujo horizontal	88
33.	Diagrama Causa-Efecto en caso de sequía, producción agrícola	97
34.	Esquema a seguir en caso de sequía	102

TABLAS

I.	Productos de exportación	8
II.	Especificaciones de las máquinas selladoras	20
III.	Especificaciones de las selladoras de bandejas	22
IV.	Tamaño de la muestra en materia prima de elotín	25
V.	Cronometración de tiempos pelado de elotín	36
VI.	Características de nivelación de los métodos de trabajo	39
VII.	Cálculo de suplementos	40
VIII.	Producción actual por mesa de trabajo	41
IX.	Cálculo de la eficiencia por mesa de trabajo	44
X.	Resumen del cálculo de la eficiencia	47
XI.	Riesgos asociados en el proceso de elotín	52
XII.	Presentaciones de elotín como producto empacado	58

XIII.	Cambio en procedimiento de limpieza y desinfección de herramientas de corte	61
XIV.	Balance de línea, proceso de elotín	68
XV.	Especificaciones de calidad en elotín	74
XVI.	Datos obtenidos en inspección de calidad de elotín	76
XVII.	Análisis comunes usados para estimar los constituyentes encontrados en las aguas residuales	90
XVIII.	Principales constituyentes de interés en el tratamiento de aguas residuales	92
XIX.	Opciones típicas de reutilización y vertimiento de aguas residuales para sistemas pequeños y descentralizados	94
XX.	Programación anual de capacitaciones planta Santa María	106

GLOSARIO

Adecuado	Se entiende suficiente para alcanzar el fin que se persigue.
Alimento	Es toda sustancia procesada, semiprocada o no procesada, que se destina para la ingesta humana, incluidas las bebidas, goma de mascar y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la elaboración, preparación o tratamiento del mismo, pero no incluye los cosméticos, el tabaco ni los productos que se utilizan como medicamentos.
Cadena alimentaria	Secuencia de las etapas y operaciones involucradas en la producción, procesamiento, distribución, almacenamiento y manipulación de un alimento y sus ingredientes, desde la producción primaria hasta el consumo.
Desinfección	Es la reducción del número de microorganismos presentes en las superficies de edificios, instalaciones, maquinarias, utensilios, equipos, mediante tratamientos químicos o métodos físicos adecuados, hasta un nivel que no constituya riesgo de contaminación para los alimentos que se elaboren.

Inocuidad de los alimentos	La garantía que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.
Lote	Es una cantidad determinada de producto envasado, cuyo contenido es de características similares o ha sido fabricado bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes y que se identifican por tener un mismo código o clave de producción.
Limpieza	La eliminación de tierra, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otras materias objetables.
Plan HACCP	Documento escrito basado en principios de HACCP que delinear los procedimientos que se deben seguir para asegurar el control de un proceso o procedimiento específico.
Programa prerequisite	Pasos o procedimientos que controlan las condiciones ambientales dentro de la planta, lo que provee una base para la producción segura de alimentos.
Superficie de contacto con los alimentos	Todo aquello que entra en contacto con el alimento durante el proceso y manejo normal del producto; incluyendo utensilios, equipo, manos del personal, envases y otros.

Thermoking

Comprende unidades de dos piezas diseñadas para aplicaciones para productos frescos, congelados y ultracongelados en camiones de tamaño medio y furgonetas. El motor del vehículo acciona el compresor principal. En la versión de funcionamiento eléctrico, un compresor alternativo semihermético acciona la unidad.

Uña

Pieza metálica diseñada en forma circular de acero inoxidable para uso como herramienta de corte.

RESUMEN

En la planta empacadora periférica de Santa María Cauqué donde se realizan procesos de empacado de elotín, arveja criolla y radicchio, se requiere del análisis del proceso de empacado de elotín con el fin de establecer y crear mejoras, aumentando la eficiencia y rendimiento en el uso de los recursos disponibles y de las condiciones actuales de la planta de producción. Tomando en cuenta que las variaciones según época del año afecta la producción.

La finalidad que se busca con un estudio de tiempos; el balance de líneas es encontrar posibles mejoras contando con herramientas técnicas, ya que la empresa no cuenta con datos históricos sobre sus operaciones, personal de planta y recursos. El fin es evitar tareas innecesarias, tiempos muertos e improductivos.

Además se pretende dejar un diseño para la reutilización de agua de lavado de vegetales, incluido un proceso sencillo y práctico que permita utilizar el recurso agua para uso de riego agrícola o riego de áreas verdes.

OBJETIVOS

General

Proporcionar herramientas para determinar tiempos estándar al realizar el empaclado de elotín, con base en la medición del trabajo, tomando en consideración los retrasos inevitables, fatigas y demoras personales.

Específicos

1. Establecer un estándar de tiempo para el uso de herramientas de corte, cuchillo y uña en el pelado de elotín.
2. Eliminar o reducir movimientos ineficientes entre mano de obra y herramienta de corte en el empaclado de elotín.
3. Implementar un sistema de control de calidad mediante el uso de gráficos de control.
4. Lograr la interpretación de resultados obtenidos en los gráficos de control a través de capacitación.
5. Diseñar un sistema de tratamiento de agua para su reutilización.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de ser competitivos es eficientar los procesos de manera que los recursos disponibles sean adecuados y garantizar la calidad de los productos, las empresas por muy grandes o pequeñas que sean su finalidad es obtener ganancias que puedan ser repercutidas con sus colaboradores, en este caso la Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, que trabaja bajo un sistema de incentivos que es proporcional dependiendo de la cantidad de producto entregado por socios y proveedores.

La rotación del personal en una empresa afecta los procesos, haciéndolos más lentos debido a que el tiempo que se demora en aprender baja la eficiencia, esta situación ocurre por una falta de organización bien definida.

El tiempo y la forma de realizar el proceso que influyen en la productividad y la eficiencia con que se trabaja en la línea de producción, esta comparación da los resultados de la situación actual, con un establecimiento de normas y controles en la operación, un mantenimiento adecuado para la maquinaria, los cuales dependen de la eficiencia del proceso y la calidad del producto.

Estos aspectos se pueden realizar mediante estudios de tiempos y análisis de las operaciones de la línea de producción; se llegará a ser más específicos enfocándose en aumentar la productividad en el tiempo de realización de una operación del proceso y la forma de efectuar dicha operación.

Es por ello, que con el presente trabajo de graduación se pretende demostrar que la aplicación teórica y técnica puede ayudar a dicha empresa en el proceso actual, basado en la información obtenida en los diferentes estudios y análisis, con el afán de aumentar la eficiencia, el cual es el principal objetivo, también el de incrementar su productividad en la mejora de los métodos operacionales.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes de la empresa

La empresa es una cooperativa que juega un papel importante en el rol agroexportador del país, contribuyendo al desarrollo rural de las comunidades integradas en grupos de socios, agricultores y proveedores de vegetales frescos para su exportación hacia los mercados de Estados Unidos y Europa.

1.1.1. Descripción de la Institución

La Cooperativa Agrícola Integral “Unión de 4 Pinos” R. L. fue fundada en 1979 con la finalidad principal de apoyar actividades productivas y de desarrollo social para los pequeños productores del altiplano del país; su estrategia de trabajo se ha orientado a incrementar los ingresos económicos de las familias campesinas mediante un proceso de reconversión agrícola, cambiando de la agricultura tradicional de subsistencia a la de alto valor con uso intensivo de mano de obra.

Después de 30 años de trabajo, la Cooperativa Cuatro Pinos es reconocida a nivel nacional e internacional por sus logros en el mejoramiento de la calidad de vida de sus productores y colaboradores. Su membresía actualmente alcanza los 560 asociados-propietarios, todos maya-kaqchikeles y 4 200 productores organizados en más de 140 grupos distribuidos en 16 departamentos del país, cuenta con 1 200 empleados de los cuales el 90 % son mujeres.

Cuatro Pinos a lo largo de su vida como organización, ha recibido innumerables reconocimientos dentro y fuera del país, de los cuales podemos resaltar:

- El premio al mejor exportador otorgado por Agexport en 1990.
- El premio institucional por su contribución al desarrollo agrícola otorgado por el IICA.
- El premio Centrarse en la categoría proyección a la comunidad por su responsabilidad social y organizacional.
- La Orden del Quetzal en el grado de comendador otorgado por el Gobierno de Guatemala con motivo de sus 30 años en 2009.
- EL premio a la transparencia económica otorgado por la vicepresidencia de la República en el 2009.

Sin embargo, tal vez su logro mayor es haberse convertido en un verdadero modelo de cooperativismo agroempresarial, referente nacional y latinoamericano de cómo promover desarrollo participativo e incluyente basado en generar oportunidades de productividad para todos en función de aprovechar los espacios en los grandes mercados mundiales y prepararse adecuadamente para ello con tecnología y capacitación a sus colaboradores y productores. Debe además resaltarse que como parte de su responsabilidad social y organizacional, Cuatro Pinos dedica gran parte de su presupuesto a inversiones en las áreas de nutrición, salud, educación y vivienda, contando con personal especializado y comprometido con su labor. Sus trabajos incluyen entre otros:

- Alfabetización
- Educación primaria
- Becas de estudio en los niveles primario, secundario y universitario
- Centros de computación

- Clínicas médicas
- Clínicas odontológicas
- Hospital oftalmológico
- Guardería
- Programa de nutrición infantil y atención de casos especiales

Cuenta además “con un programa de desarrollo urbano para jóvenes para mejorar la autoestima y forjar nuevos líderes comunitarios. Asimismo, desarrolla un proyecto denominado Proinsa, Programa Integral de Seguridad Alimentaria y Nutricional, el cual está siendo focalizado en dos comunidades y busca erradicar la desnutrición, garantizando acceso a alimentos y calidad al mismo tiempo, que ofrece a las familias la oportunidad de participar en los programas productivos que les permitan generar los recursos económicos necesarios. En adición, el proyecto de construcción, ampliación, remodelación y mejoramiento de vivienda es de trascendental importancia.

Finalmente, la influencia de una organización cooperativa con más de 30 años de vida, les permite visualizar la opción alternativa validada para lograr la transformación del área rural del país”¹.

1.1.2. Ubicación de la institución

La sede es en Santiago Sacatepéquez donde cuenta con la planta central y ubicadas estratégicamente cuenta con cinco plantas más en el interior del país, donde trabaja recepción, clasificación y empaque de productos.

¹ Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos. *Resumen histórico 2002*. p. 13.

1.1.3. Misión

“Somos una cooperativa agro-empresarial productora y exportadora de productos de calidad internacional, que con base en nuestra capacidad competitiva garantiza la satisfacción de los clientes y mejora la calidad de vida de nuestros productores y colaboradores”².

1.1.4. Visión

“Ser una cooperativa agro-empresarial innovadora y eficiente reconocida a nivel nacional e internacional por su capacidad competitiva, calidad y variedad de sus productos y, por constituir un modelo de desarrollo cooperativo con alto grado de responsabilidad social”³.

1.1.5. Estructura organizacional

La empresa cuenta con una estructura definida en la cual la Dirección es la que toma las decisiones trascendentales, contando con encargados para cada área a administrar.

- Asamblea General: el poder soberano de la Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos R.L, reside en los asociados reunidos en Asamblea General, está constituida por 561 sociosproductores de las 8 comunidades (San José Pacul, Pachali, Santa María Cauqué, San Mateo, Sumpango, El Rejón, Santiago Sacatepéquez y El Arado), los cuales son los encargados de la toma de decisiones de la Cooperativa.

² Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, *resumen* histórico 2002. p. 13.

³ Ibid.

- Consejo de Administración: es el órgano administrativo de la Cooperativa, la representación legal de la asociación la ejerce el presidente del consejo quien podrá delegarla en cualquier miembro del mismo o en el gerente general, previa autorización escrita de este órgano, lo cual deberá constar en acta, el Consejo de Administración estará integrado por un representante de cada una de las comunidades que forman la cooperativa, electos en la asamblea general ordinaria.
- Departamento Agrícola: es el encargado de coordinar, monitorear y revisar las programaciones de siembra, además proporcionar asesoría técnica a los productores por medio de los técnicos agrónomos, además fijar los precios de pago de producto fresco a los asociados, también es el encargado de la coordinación del transporte de todo el producto fresco que ingresa a los centros de acopio y plantas empacadoras.
- Productores: son las personas que producen los vegetales para la exportación, estos se agrupan en:

Socios: podrán ser asociados a la cooperativa, todas las personas naturales, agricultores, que deseen ingresar a ella, sin discriminación étnica, religiosa, política, de nacionalidad o sexo. Los socios de la cooperativa gozan de todos los beneficios de la cooperativa, así también forman parte de la Asamblea General, en la toma de decisiones.

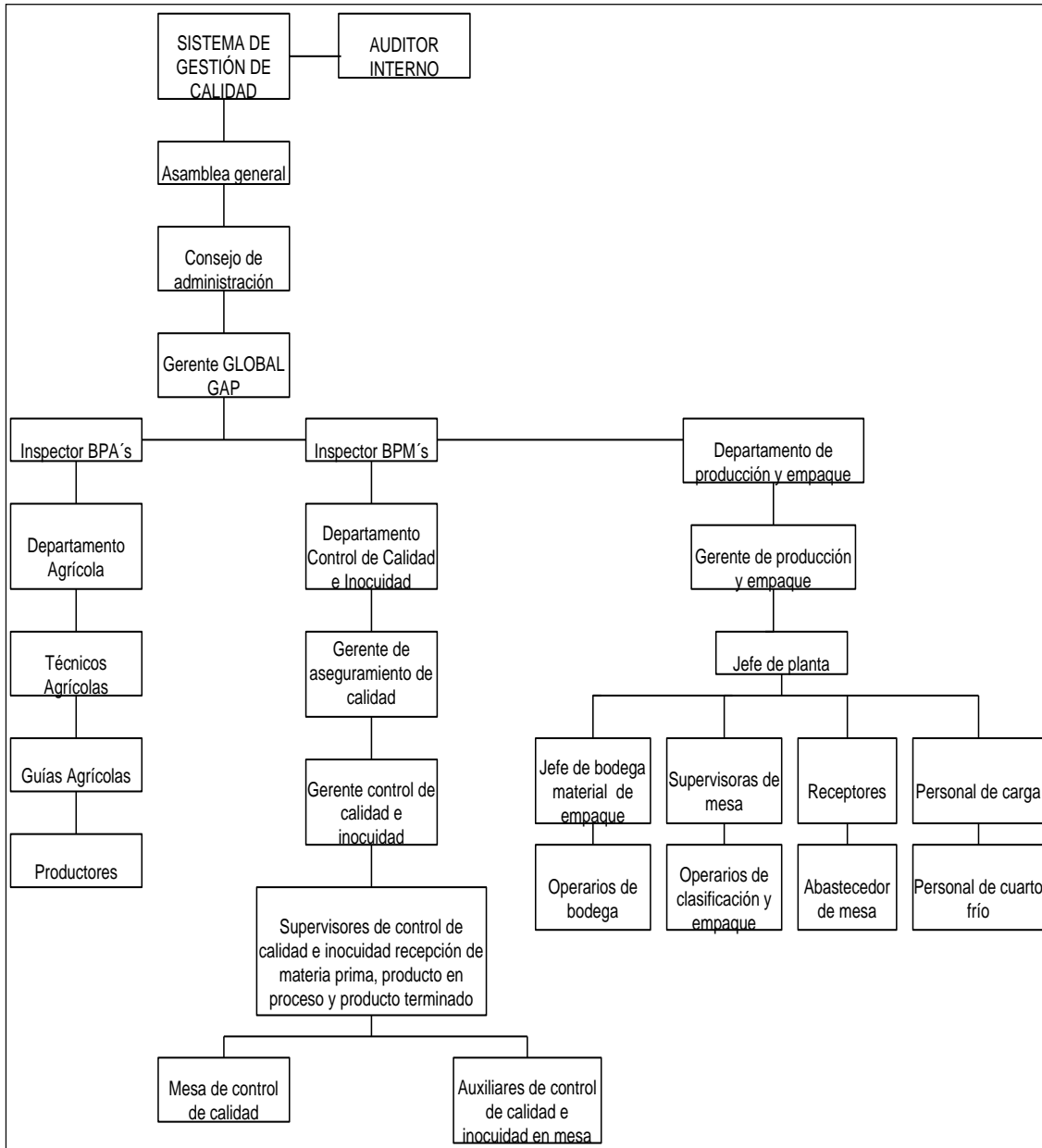
Proveedores: son los productores que no tienen más responsabilidad que la compra-venta de los productores con la cooperativa, no gozan de todos los beneficios de la cooperativa, ni forman parte de la Asamblea General, en la toma de decisiones.

- Departamento de Producción y Empaque: es el encargado de planificar, organizar, coordinar y ejecutar la clasificación y empaque del producto fresco dentro de la planta de empaque de la Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos R.L.
- Departamento de Gestión de Calidad e Inocuidad: es el responsable de la coordinación de muestras de producto, registros, programas de BPM's, resultados de análisis de laboratorio, calidad de producto, reclamos de clientes, tolerancia de producto, porcentajes de rechazo y programa de capacitaciones.

1.1.5.1. Organigrama DGCI

La estructura organizacional de la Cooperativa es de carácter funcional, es decir, que por su contenido, todas las unidades administrativas tienen relación de jerarquía y dependencia, en la figura 1 se presenta el organigrama del Sistema de Gestión de Calidad.

Figura 1. Organigrama del sistema de gestión de la calidad



Fuente: PORON, Edwin. *Departamento de gestión de la calidad*. p. 3

1.1.6. Actividades a la que se dedica la empresa

La cooperativa se dedica a la producción y exportación de vegetales frescos, de cultivos no tradicionales, de alto valor económico que garantizan rentabilidad para los agricultores; su principal mercado son los Estados Unidos de América a donde exporta el 80 % de su volumen anual y el 20 % restante se destina para mercados de Europa. Los productos que exporta la Cooperativa se mencionan en la tabla I.

Tabla I. **Productos de exportación**

No.	Producto
1.	Ejote francés
2.	Ejote amarillo
3.	Arveja china
4.	Arveja dulce
5.	Arveja criolla
6.	Zuchinni green
7.	Zuchinni sunburst
8.	Zuchinni patty pan
9.	Minizanahorias
10.	Perejil
11.	Elotín
12.	Radicchio
13.	Puerro

Fuente: LARA, Ligia. *Departamento de gestión de la calidad*. p. 2.

1.1.7. Política de calidad

“Proveer al mundo vegetales de la más alta calidad e inocuidad a través del uso de tecnología, basados en la producción certificada bajo normas y regulaciones mundiales, para garantizar la satisfacción de los clientes, trabajando con responsabilidad social para mejorar la calidad de vida de nuestros asociados, proveedores y colaboradores; promoviendo el uso racional del los recursos”⁴.

Las normas de higiene y calidad tanto del personal como de sus actividades son indispensables, ya que se trabaja con productos alimenticios, conscientes de esa situación, la Cooperativa Cuatro Pinos tiene su política sanitaria para que el personal preste especial atención y asuma un compromiso en aspectos de sanidad como indumentaria de trabajo, lavado de manos y uñas, joyas, accesorios, maquillaje, bigotes o barba, escupir dentro de las instalaciones, limpieza personal, enfermedades infecciosas, cortadas o heridas, tarjeta de salud, entre otros.

1.1.7.1. Objetivos de calidad

- Garantizar la calidad e inocuidad de los vegetales a través de la innovación de los procesos productivos.
- Asegurar la inocuidad de los vegetales por medio del cumplimiento de normativas internacionales.
- Mejorar la calidad de vida de nuestros socios, proveedores y colaboradores.

⁴ Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos. [en línea] <www.cuatropinos.com.gt> [Consulta: 17 de septiembre de 2010].

- Promover la sostenibilidad de los recursos naturales a través del uso racional de los mismos⁵.

⁵ Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos. [en línea] <www.cuatropinos.com.gt>
[Consulta: 17 de septiembre de 2010].

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICOPROFESIONAL

Con fines de conocer e identificar cuáles son las problemáticas que se dan en el proceso del pelado de elotín y cómo puede mejorarse para eficientar los recursos disponibles, se realizó un estudio de tiempos en el uso de herramientas de corte como cuchillos y uñas para pelado del elotín.

2.1. Situación actual de la producción de pelado de elotín

Actualmente, las operadoras en su mayoría el 53 %, utilizan como herramienta de corte para el pelado de elotín cuchillo y el 47 % restante utiliza uña, estos datos se obtuvieron realizando un conteo del número de personas existentes por mesa de trabajo y la herramienta que utiliza. No obstante, hay que tomar en cuenta, que el uso de una herramienta y otra puede repercutir en la eficiencia de la producción generalizada, es decir, que basada en la experiencia, habilidad y estado de ánimo de la operadora puede influir en el rendimiento de producción aunado a la herramienta utilizada.

2.1.1. Proceso

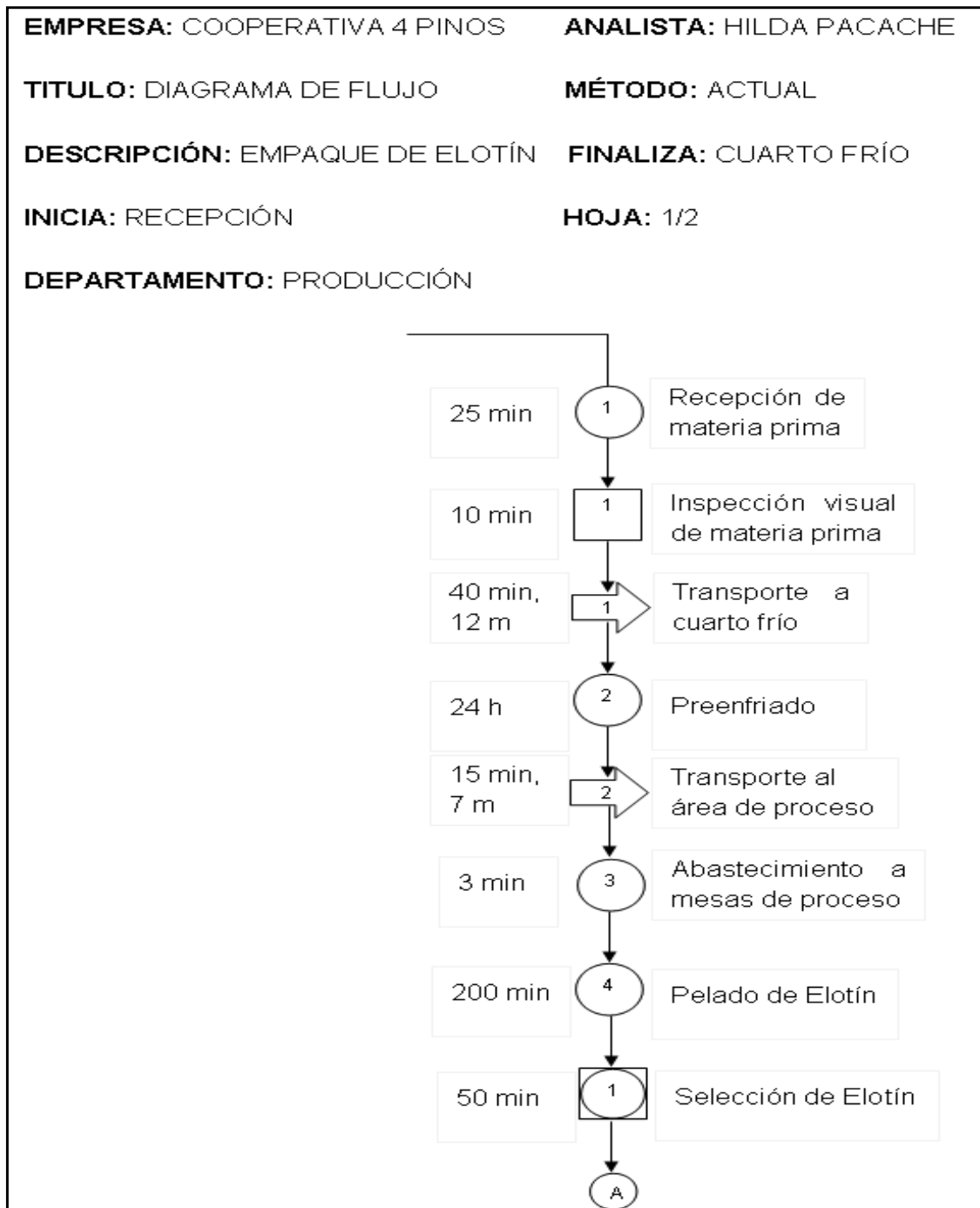
El proceso en planta comienza con recepción, inspección, preenfriado, abastecimiento, selección, proceso, empaque, supervisión de calidad, pesado, sellado, embalaje y almacenamiento de producto terminado, enfriado antes de su despacho como producto terminado y por último embarque/envío.

Este proceso es general, pero las presentaciones de producto varían según especificaciones de los distintos clientes, como puede variar el número de elotín por libra; así como, el material de empaque y dentro del mismo el peso neto. Dependiendo del mercado al que se destine el producto se toman en cuenta las exigencias de calidad del cliente, factores como grosor y longitud del elotín.

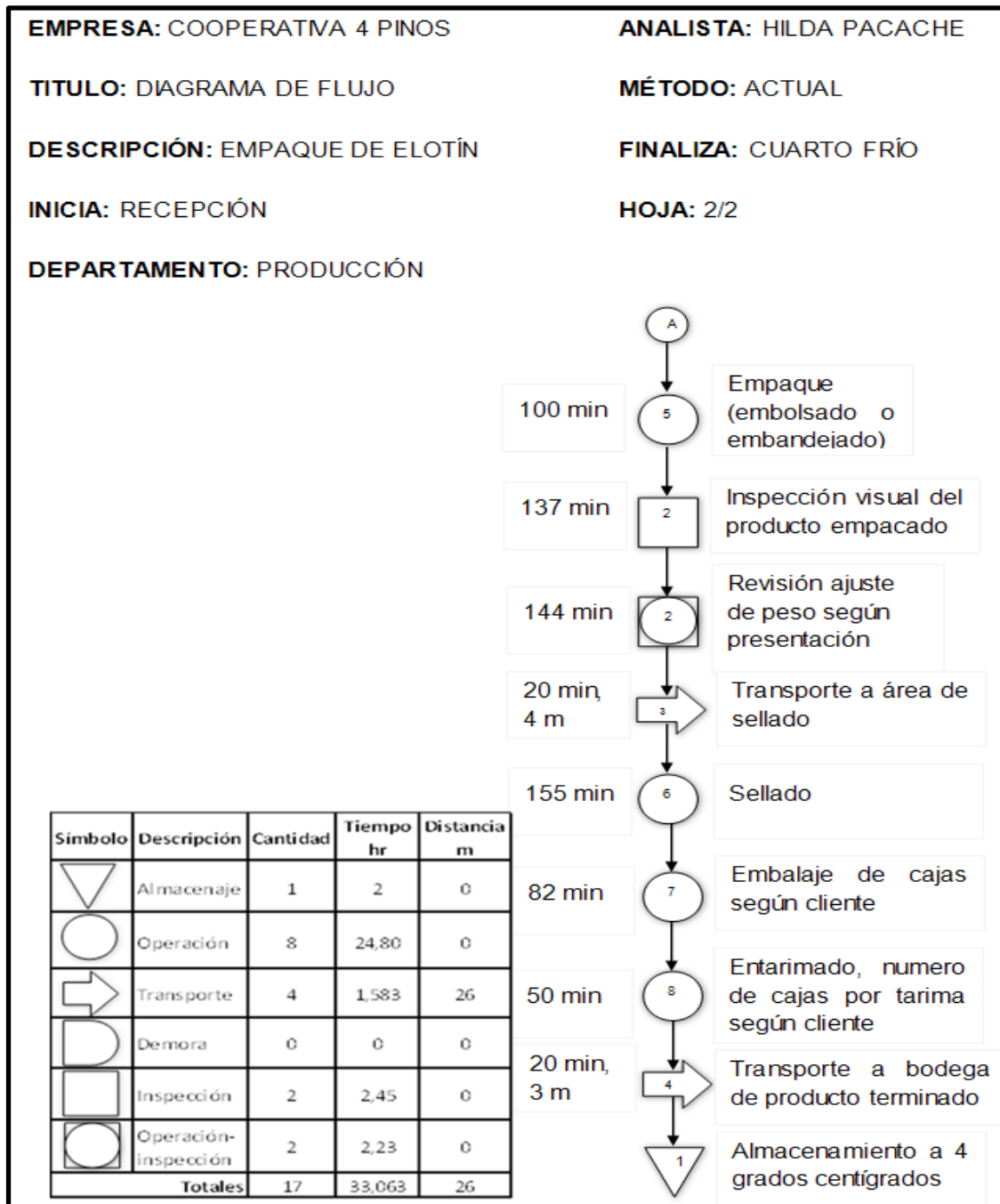
2.1.1.1. Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso proporciona detalles de los eventos que ocurren sobre el elotín, la secuencia de las operaciones. Iniciando con recepción de materia prima y finalizando en cuarto frío como producto terminado (ver figura 2).

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elotín

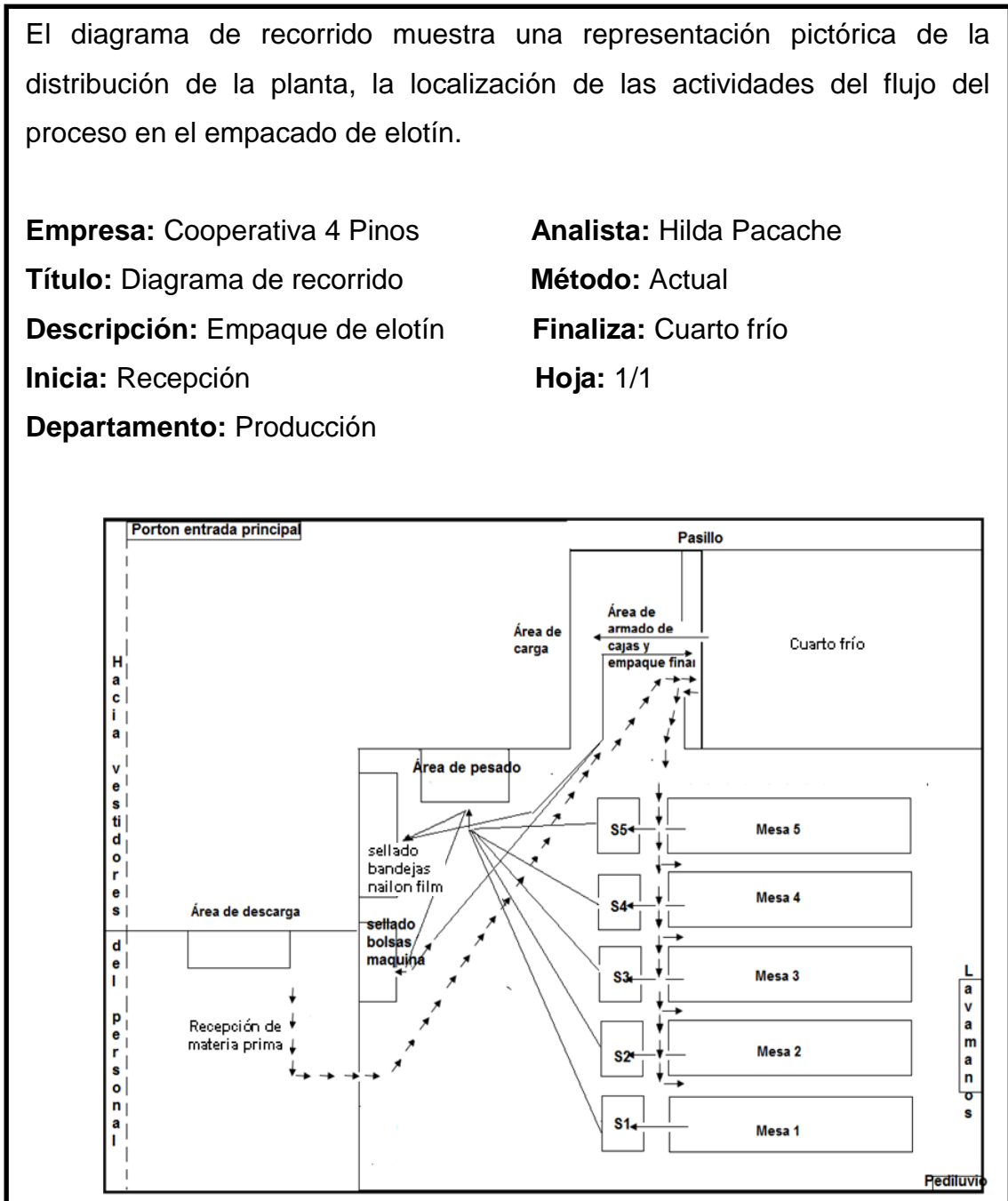


Continuación de la figura 2.



Fuente: elaboración propia con programa Visio 2003.

Figura 3. Diagrama de recorrido de proceso de elotín



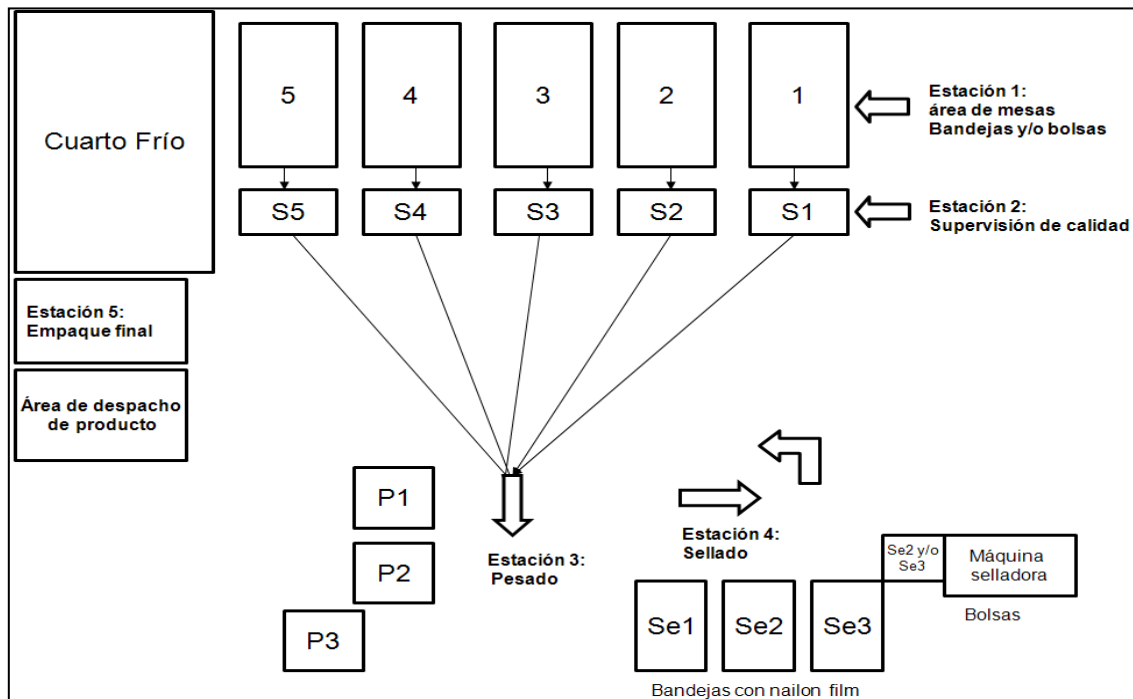
Fuente: elaboración propia con programa Visio 2003.

El inconveniente que se observa, es que en todo el recorrido existen cruces de materia prima con producto procesado, esto puede crear contaminación cruzada debido a la mala distribución de las distintas áreas, teniendo como resultado el incremento de tiempo en el proceso, retrasando con ello la producción y afectando la calidad del producto final.

2.1.1.2. Estaciones de trabajo

El proceso de empaquetado de elotín en la planta periférica Santa María Cauqué se dividió en 5 estaciones presentadas a continuación en la figura 4 y descritas posteriormente.

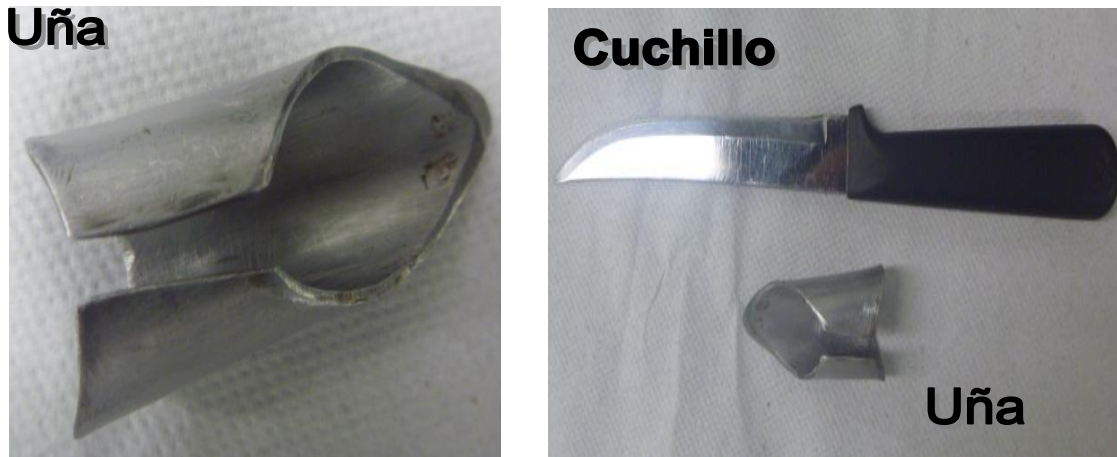
Figura 4. Estaciones de trabajo, proceso de elotín



Fuente: elaboración propia con programa Power Point 2007.

Estación 1: área de mesas donde la materia prima es distribuida previamente, y preenfriada para su pelado, embandejado o embolsado. Para esta actividad las personas utilizan como herramienta de corte uñas o cuchillos. En esta estación la problemática que se puede presentar es que cuando hay personal nuevo, pueden lastimar el elotín haciendo cortes muy profundos y esto hace que se oxide (mancha café) dándole una apariencia desagradable.

Figura 5. **Herramientas de corte**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

Estación 2: supervisión de calidad, lo procesado en la estación uno, es pasado a las supervisoras de mesas que son las encargadas de verificar la calidad del producto. Dependiendo de la época y demanda del producto, según inventario de materia prima puede afectar la supervisión de la calidad pues a menor demanda de producto mayor exigencia de calidad y menor tolerancia de materia prima (grosor, longitud y apariencia), a mayor demanda mayor tolerancia de materia prima afectando la calidad.

Estación 3: pesado, el ajuste de peso por presentación según cliente es realizado en la estación 3, de manera que en algún momento este es un cuello de botella retrasando las estaciones posteriores, 4 y 5, porque no inician en el momento adecuado, la acumulación de producto ya embolsado o embandejado, son tres personas pesando el producto y si alguna pesa comienza a fallar solo quedan dos retrasando aún más el resto del proceso.

Estación 4: sellado, dependiendo si la presentación del producto es en bolsa son selladas en máquinas selladoras en caliente, si son bandejas son selladas con nailon *film*. En esta estación con las máquinas selladoras se observó que cuando hay 2 o 3 personas, una persona pasando las bolsas en la máquina y una o dos pasándole bolsas a la otra que está directamente en la máquina, en una misma máquina, existe distracción por lo que disminuye la concentración y eficiencia en lo que hacen.

Estación 5: empaque final, en esta estación es llevado el producto procesado y empacado, se colocan en cajas de cartón tanto las bandejas como las bolsas en cantidades 6 y 12 unidades o dependiendo de los requerimientos del cliente.

Cuando el proceso va retrasado, se arman cajas en la misma estación quitándoles espacio para movilizarse, además que el producto no pasa suficiente tiempo en cuarto frío para bajarle la temperatura a cuatro grados centígrados.

2.1.1.3. Materiales de empaque y equipo

El producto es empacado en bolsas plásticas o bandejas plásticas, presentadas en cajas de cartón de 6 o 12 unidades identificadas según el cliente con fecha de producción, fecha de vencimiento, código del productor y alguna otra especificación marcada. El peso neto por caja varía según cliente y destino. Las figuras 6, 7 y 8 muestran algunas presentaciones de producto.

Figura 6. Presentación de producto Crystal Valley Foods



Fuente: planta Santa María Cauqué.

Figura 7. Presentación de producto Ben-Bud



Fuente: planta Santa María Cauqué.

Figura 8. **Presentación de producto Fresh Gourmet**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

La selladora continua de banda horizontal presentada en la figura 9, es utilizada para sellar las bolsas de las distintas presentaciones graduando la velocidad de sellado y la temperatura, dependiendo del material de empaque. Las especificaciones de la máquina se presentan a continuación en la tabla II.

Tabla II. **Especificaciones de las máquinas selladoras**

Función	Selladora de banda continua horizontal
Operación	Semiautomática
Ancho del sello	6 a 12 milímetros
Rango de temperatura	0 a 300 grados centígrados
Velocidad del sellado	0 a 12 metros por minuto
Máximo de carga	6,5 libras/ 3 kg
Categoría de impresión	0,04 a 0,12 milímetros
Voltaje	AC 110 V/ 220 V/ 50-60 Hz
Potencia	500 vatios
Tamaño	860 x 420 x 365 milímetros
Peso	19 kilogramos

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Selladora de bolsas**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

La selladora de bandejas presentada en la figura 10, permite mayor facilidad de visibilidad, manejo del producto empacado, además de brindarle una mayor vida útil al producto que es empacado, al no ser una empacadora al vacío, la bandeja tiene gran cantidad de oxígeno, por esta razón en el momento del empaque es bueno e importante evitar el ingreso de grandes cantidades de aire. La máquina para sellar bandejas es utilizada con material tipo *stretch* grado alimenticio más conocido como Vinipel. Las especificaciones técnicas de la máquina se describen a continuación en la tabla III.

Tabla III. **Especificaciones de las selladoras de bandejas**

Función	Selladora de bandejas con película de vinilo
Operación	Manual
Capacidad	5 kilogramos/160 onzas
Potencia	300 vatios
Longitud máxima	480 milímetros
Ancho	520 milímetros
Altura	150 mm
Voltaje	110 Voltios

Fuente: elaboración propia.

La figura 10 presenta al personal femenino sellando bandejas, la habilidad del sellado se adquiere con la práctica, la calidad y apariencia del producto va relacionada con el sellado de la bandeja.

Figura 10. **Sellando bandejas de elotín**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

Las codificadoras imprimen una línea de 6 a 8 caracteres, usa etiquetas de 21 x 12 milímetros. Para colocar fecha de producción, fecha de vencimiento, código (GRN). La figura 11 muestra las distintas codificadoras y etiquetadoras utilizadas en el proceso. La figura 12 muestra las distintas pesas electrónicas utilizadas para el ajuste de peso según presentación de producto.

Figura 11. **Codificadoras y etiquetadoras manuales**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

Figura 12. **Pesas electrónicas**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

2.1.1.4. Materia prima

La producción de elotínes se da en climas cálidos, mediante la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas para garantizar la calidad desde campo en un ciclo promedio del cultivo de 2,5 meses dependiendo de la variedad sembrada, posteriormente son cosechados, cargados y llevados en camión con *thermoking* a la planta de proceso, en este caso a la planta de Santa María Cauqué que es en donde se ha especializado a las operadoras.

La materia prima es cosechada durante el día y es transportada en camiones refrigerados hacia la planta de proceso en canastas plásticas con promedio de 250 unidades por cada canasta, como punto de referencia, para cortarlo de la planta en campo es observando los pelos de lo que se conoce como jilote deben haber sobresalido de la punta del elotín de 1,5 a 2,5 centímetros, el elotín con una longitud mínima de 9 centímetros y un máximo de 11 centímetros, diámetro mínimo 1,6 centímetros y máximo 1,70 centímetros con coloración amarillo uniforme, recto y cilíndrico sin la tuza.

El criterio de aceptación de un lote en planta es tener menor o igual al 40 % de rechazo, si se pasa de este límite, se le avisa al agrónomo encargado del área para que él notifique al productor afectado, diciéndole las causas de rechazo de su producto para que en la siguiente entrega pueda mejorar y no verse afectado económicamente perdiendo el producto.

Se manejan dos variedades en el cultivo del elotín, principalmente se cultiva en zonas de clima cálido de ciclo promedio de 2,5 meses de la siembra a la cosecha, cada planta da en promedio tres elotines, por lo que las personas cuando cosechan deben tener experiencia para poderlos cortar porque al momento de recepción en planta se le paga al productor por unidad, es decir, se le descuenta el porcentaje de rechazo obtenido al momento de realizar el muestreo. Los encargados de control de calidad en recepción, toman una muestra al azar del total de canastas del lote según el producto y la cantidad de canastas. De acuerdo con la tabla IV.

Tabla IV. **Tamaño de la muestra en materia prima de elotín**

Cantidad	Tamaño de la muestra
1 -10 canastas	3 canastas
11-50 canastas	5 canastas
51-100 canastas	10 canastas
101 en adelante	15 canastas

Fuente: LARA, Ligia. *Departamento de gestión de la calidad*. p. 2.

La muestra se identifica y traslada a la mesa de control de calidad donde es clasificada minuciosamente para la determinación de la cantidad del producto de buena calidad y mala calidad.

Por ejemplo, si un productor entrega su producto siendo un total de 75 canastas con un promedio de 250 unidades por canasta, entonces se toman 10 canastas al azar que es el tamaño de la muestra según tabla IV, proporcionada por el Departamento de Gestión de Calidad e Inocuidad, trasladándose a la mesa de control de calidad para realizar el pelado y determinar las unidades exportables, que cumplen con las características físicas del producto en cuanto a tamaño, color, forma y las unidades no conformes a las características físicas del producto.

Si el total de unidades tomadas en la muestra fueron 2 500 y de este total 650 unidades no cumplen con las características físicas, este es el rechazo por lo que el productor tiene:

$$\% \text{ rechazo} = \frac{650 \text{ unidades}}{2\,500 \text{ unidades}} * 100 = 26 \%$$

Del total entregado 18 750 unidades (75 canastas* 250 unidades promedio por canastas) se le pagarán 13 875 unidades.

Unidades entregadas	Muestra	Unidades aceptables	Unidades rechazadas	% de rechazo	Unidades a pagar
18 750	2 500	1 850	650	26	13 875

Las causas de rechazo son:

- Daño por plagas o enfermedades
- Pudrición
- Deshidratación
- Madurez (tierno o sazón)

La figura 13 muestra la materia prima sin procesar del cual es obtenido el porcentaje de rechazo y en la figura 14 presenta daño por plaga que es una causa de rechazo.

Figura 13. **Materia prima sin procesar**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

Figura 14. **Elotines con daño de plaga**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

2.1.1.5. Normas de calidad e inocuidad aplicadas a plantas procesadoras de vegetales

Es necesario garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos ya sean frescos o preparados en toda la cadena productiva. La producción, cosecha, preenfriado, proceso y exportación está sujeta desde el punto de vista agrícola para satisfacer los requisitos exigidos de los importadores, así como las expectativas de los consumidores finales independientemente al mercado al que se destine. Entre los programas prerequisites que la Cooperativa aplica:

- Programa de Sanidad
- Programa de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)
- Programa de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)
- Programa de Control de Plagas (MIP)
- Programa de Control de Químicos
- Programa de quejas de clientes y consumidores
- Programa de trazabilidad y retiro de producto del mercado

Todos estos programas incluidos en el plan de Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), que está diseñado para prevenir la incidencia de problemas al asegurar la aplicación de controles en cualquier punto del sistema de producción.

Dentro del Programa Maestro de Limpieza y procedimientos operativos estandarizados de sanitización (POES) se mencionan los procedimientos pero no se describen, pues son propiedad de la empresa y se manejan dentro de la planta empacadora Santa María Cauqué de la Cooperativa específicamente para el proceso de elotín, siendo los siguientes:

- Registro del control de calidad en recepción para producto no recibido.
- Lavado y sanitizado de manos y uñas.
- Enfermedades del personal.
- Calibración de balanzas.
- Temperatura de cuarto frío.
- Control de empaque y producto.
- Control de producto al despacho.
- Cambio de pastilla en el clorinador.
- Control de vidrios por área.
- Cumplimiento de política sanitaria.
- Lavado de tinacos y cisternas.
- Lavado de canastas y tarimas.
- Limpieza diaria del Área de Producción.
- Retención y rechazo de producto.
- Sanitización y limpieza del Área de Empaque.
- Distribución de materia prima en mesas de proceso.
- Lavado y sanitizado de basureros.
- Limpieza y desinfección de mesas.
- Limpieza y desinfección de utensilios.
- Limpieza y desinfección de herramientas dentro de planta.
- Limpieza y desinfección de sanitarios.
- Abastecimientos de estaciones de lavado de manos.
- Limpieza y desinfección de pediluvio.
- Control interno de plagas.
- Rastreo y recolección de producto.
- Temperatura en proceso.
- Limpieza y sanitización de cuarto frío.
- Inspección preoperacional.

- Toma de muestra para medir los niveles de cloro y pH del agua en el proceso.

Estos procedimientos han sido elaborados según las necesidades correspondientes al proceso del elotín aplicados de manera que garanticen la calidad e inocuidad de los alimentos, teniendo en cuenta que no siempre son llevados a cabalidad por diversas razones, pero se trata de cumplir dichos procedimientos quedando cada uno en un sistema de registro de datos en el que se documenta la vigilancia de los mismos en sus respectivas bitácoras.

Los registros contienen valores y observaciones reales obtenidos durante el proceso de vigilancia, cada uno de los procedimientos son revisados por lo menos una vez al año para estar actualizados en: parámetros de proceso (temperatura, pH, otros), materias primas (especificaciones), requisitos de clientes, tecnología de fabricación, característica de producto terminado, métodos de distribución, uso previsto del producto, cambio de productos de limpieza y desinfección (concentración, cantidades en peso o volumen, otros).

A través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) por medio de la Unidad de Normas y Regulaciones se realizan auditorías con una frecuencia de una vez por mes para verificar la aplicación de las buenas prácticas de manufactura en la planta de empaque y garantizar el buen uso de la licencia sanitaria en funcionamiento, la cual es renovada cada año dependiendo del buen funcionamiento de la misma.

Las mismas se basan de acuerdo con listado que el técnico asignado pasa en cada una de sus visitas, verificando cada una de las áreas de la Planta de Empaque, los registros llevados en la misma y las acciones correctivas que se deben aplicar dentro de una y otra auditoría.

Todas las visitas son atendidas por personal del Departamento de Control de Calidad de la Planta empacadora y debe quedar como memoria de la visita una constancia de la auditoría realizada.

2.1.1.6. Personal que labora en la planta

El personal que labora en planta, el 98 % son mujeres comprendidas entre las edades de 16 y 37 años, con un promedio de 20 años. Se realizó una entrevista con cada una, en la cual se llegó a determinar estos datos, del total de 102 personas laborando en planta solo tres son hombres, el receptor, ayudante de receptor y el encargado de planta y las restantes 99 son mujeres.

En su mayoría mujeres jóvenes solteras siendo de la misma comunidad de Santa María Cauqué y alguna proveniente de lugares circunvecinos como Santiago Sacatepéquez y Sumpango Sacatepéquez. La duración de las personas en el trabajo varía, a ellas se les paga a destajo, habiendo una época de producción baja y otra alta en el que sus ingresos también varían. Algunas personas llevan más de tres años trabajando en planta y otras que son de recién, se puede notar la experiencia en la eficiencia de producción, la adaptación al proceso lleva por lo menos tres meses en que una persona nueva pueda igualar o superar la eficiencia de una persona con experiencia en la planta.

2.1.1.7. Estudio de tiempos

Actualmente no se tiene un registro o una base de datos que demuestre la eficiencia y el pago ajustado a la mano de obra, las personas trabajan a destajo pagándoles por libra procesada Q1,45 para el pelado del elotín. Para la obtención de los estándares de tiempo se realizó el estudio de tiempos aplicado al pelado de elotín en planta Santa María Cauqué utilizando cronómetro con la técnica de regreso a cero, teniendo como base la utilización de herramientas de corte como cuchillos y uñas, más adelante en la tabla 2, se detallan los datos obtenidos mediante la aplicación de la cronometración.

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para establecer el tiempo requerido por un trabajador promedio, calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método específico. Los pasos básicos para su realización son:

- Preparación: selección de la operación, selección del trabajador, actitud frente al trabajador y el análisis de comprobación del método de trabajo.
- Ejecución: obtener y registrar la información, descomponer la tarea en elementos, cronometrar y calcular el tiempo observado.
- Valoración: ritmo normal del trabajador promedio, técnicas de valoración y cálculo del tiempo base.
- Suplementos: aquí se incluyen; análisis de demoras, estudio de fatiga, cálculo de suplementos y sus tolerancias. Tiempo estándar; error de tiempo estándar, cálculo de frecuencia de los elementos, determinación de tiempos de interferencia y cálculo de tiempo estándar.

- Técnicas de los estándares de tiempo

Las principales técnicas que se emplean para medir el trabajo son las siguientes:

- ✓ Por estimación de datos histórico
- ✓ Estudio de tiempos con cronómetro
- ✓ Por descomposición en micromovimientos de tiempos predeterminados
- ✓ Por muestreo de trabajo
- ✓ Datos estándar y fórmulas de tiempo

Para el estudio de tiempos en este caso se utilizó cronómetro.

- ✓ Estudio de tiempos con cronómetro

Se puede usar una de dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio. El método de tiempos continuos, como su nombre lo indica, permite que el cronómetro trabaje durante todo el estudio. En este método, el analista lee el reloj en el punto terminal de cada elemento y el tiempo sigue corriendo. En la técnica de regreso a cero, después de leer el cronómetro en el punto terminal de cada elemento, el tiempo se restablece a cero; cuando se realiza el siguiente elemento, el tiempo avanza a partir de cero. La técnica sirve para determinar con mayor exactitud, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Para este estudio se tomó como referencia el pelado de elotín utilizando como herramienta de corte cuchillo y uña, posteriormente los datos obtenidos servirán para un balance de líneas que permita saber si el personal que se tiene en cada estación de trabajo es el adecuado.

Tolerancias

Es el tiempo adicional al tiempo normal observado, el tiempo normal no incluye las demoras inevitables que quizá no fueron observadas ni algunos otros tiempos perdidos legítimos, en consecuencia, es necesario hacer unos ajustes para compensar esas pérdidas. La aplicación de estos ajustes, o suplementos se clasifican en:

- Suplementos por retrasos personales: es el tiempo que se concede por suspensiones en el trabajo para mantener el bienestar del empleado. El tiempo personal apropiado se ha definido aproximadamente en un 5 %, o cerca de 24 minutos en una jornada de 8 horas.
- Suplemento por fatiga: es el tiempo que se concede para la recuperación de energía consumida para llevar a cabo el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado asignar 4 % del tiempo normal.
- Suplementos por demoras inevitables: se llaman inevitables porque no corresponde al empleado manejarlas o controlarlas. Son con frecuencia irregularidades que impide al operario trabajar a un ritmo normal.

➤ Métodos de aplicar tolerancias

El objetivo fundamental de todos los suplementos es agregar tiempo suficiente al tiempo normal de producción para que el trabajador promedio cumpla con el estándar. Existen dos maneras de aplicar los suplementos. La más común es añadir un porcentaje al tiempo normal, de forma que el suplemento se base solo en un porcentaje del tiempo productivo. También es costumbre expresarlo como un multiplicador, para que el tiempo normal (TN) se ajuste al tiempo estándar (TE).

$$TE = TN + TN * \text{suplemento} = TN * (1 + \text{suplemento})$$

Los tiempos de operación por parte de las personas son variables por diversos factores como: cansancio, desvelo, estado de ánimo, condición física, facilidad para aprender, dificultad de la operación, ambiente de trabajo, temperatura, etcétera.

A continuación se describe el proceso del pelado de elotín, en el que se realizó un estudio de tiempos y movimientos, el cual consistió en observar los métodos de trabajo y utilizar cronómetro para determinar el tiempo promedio para las operaciones.

Se tomaron 10 ciclos para cada elemento por persona, ver tabla V, quedando registrados los datos en una bitácora del formato 1 (ver anexos), luego sumando los ciclos se obtuvo un tiempo total para obtener un tiempo promedio para la operación, tomando en cuenta la herramienta de corte utilizada, cuchillo o uña.

Definidas las estaciones de trabajo, fue en el área de mesas (estación 1) donde se aplicó la cronometración, el pelado de elotín se dividió en cuatro elementos siendo los siguientes: alcanzar, cortar, quitar (pelar) y limpiar para obtener el número de observaciones según tiempo medio observado, los tiempos fueron tomados utilizando el método de cronometración continuo, quedando de la siguiente manera:

Tabla V. **Cronometración de tiempos pelado de elotín**

Empresa		Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, R. L.										Estudio No. 1		Página __ de __	
Proceso		Pelado de elotín planta Santa María Cauqué										Fecha		/ /	
Método		Actual										Técnica		Vuelta a cero	
Analista		Hilda Pacache										Operaria		Ana Alicia Díaz	
Elemento		Ciclo										T.Total	T.Prom		
No.	Nombre	Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	
1	Alcanzar elotín	T. Cronometrado	0,81	0,85	1,27	1,07	1,24	1,76	1,09	0,91	0,7	0,9	10,60	1,06	
2	Cortar elotín	T. Cronometrado	0,20	0,22	0,26	0,27	0,27	0,27	0,26	0,3	0,25	0,28	2,58	0,258	
3	Pelar elotín	T. Cronometrado	1,75	1,71	1,22	1,33	1,76	1,76	1,25	1,57	1,40	1,94	15,7	1.569	
4	Limpiar elotín	T. Cronometrado	2,58	2,22	2,34	3,1	2,33	1,49	1,62	3,01	1,92	2,09	22,7	2.271	
													5.158		
OBSERVACIONES: cuchillo utilizado como herramienta de corte, el tiempo está dado en segundos															
Empresa		Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, R. L.										Estudio No. 1		Página __ de __	
Proceso		Pelado de elotín planta Santa María Cauqué										Fecha		/ /	
Método		Actual										Técnica		Vuelta a cero	
Analista		Hilda Pacache										Operaria		Silvia Florentina	
Elemento		Ciclo										T.Total	T.Prom		
No.	Nombre	Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	
1	Alcanzar elotín	T. Cronometrado	1,08	1,16	0,69	0,82	0,60	0,94	1,02	1,55	1,71	1,00	10,6	1,06	
2	Cortar elotín	T. Cronometrado	0,24	0,44	0,25	0,25	0,24	0,23	0,27	0,29	0,23	0,28	2,72	2,72	
3	Pelar elotín	T. Cronometrado	1,42	3,08	1,26	1,57	1,25	1,78	1,48	4,05	1,87	2,48	20,2	2,02	
4	Limpiar elotín	T. Cronometrado	3,51	2,22	2,29	2,41	2,05	2,08	1,93	2,45	0,60	1,48	22,0	2,20	
													5,55		
OBSERVACIONES: cuchillo utilizado como herramienta de corte, el tiempo está dado en segundos															

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla V.

Empresa		Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, R. L.										Estudio No. 1		Página de	
Proceso		Pelado de elotín planta Santa María Cauqué										Fecha		/ /	
Método		Actual										Técnica		Vuelta a cero	
Analista		Hilda Pacache										Operaria		Olga Chiroy	
Elemento		Ciclo										T.Total	T.Prom		
No.	Nombre	Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	
1	Alcanzar elotín	T. Cronometrado	0,9	0,8	0,8	1,0	1,2	1,6	1,7	1,1	1,3	0,84	11,14	1,11	
2	Cortar elotín	T. Cronometrado	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	3,61	0,36	
3	Pelar elotín	T. Cronometrado	1,9	2,3	1,2	1,6	2,0	1,6	2,2	1,7	1,4	2,67	19,35	1,94	
4	Limpiar elotín	T. Cronometrado	4,9	2,3	2,5	3,6	3,5	3,6	3,1	3,0	3,9	2,47	31,87	3,18	
													6,59		
OBSERVACIONES: uña utilizada como herramienta de corte, el tiempo está dado en segundos															
Empresa		Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, R. L.										Estudio No. 1		Página de	
Proceso		Pelado de elotín planta Santa María Cauqué										Fecha		/ /	
Método		Actual										Técnica		Vuelta a cero	
Analista		Hilda Pacache										Operaria		Sonia Diaz	
Elemento		Ciclo										T.Total	T.Prom		
No.	Nombre	Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	
1	Alcanzar elotín	T. Cronometrado	1,3	0,9	0,9	1,6	0,8	1,3	0,7	1,0	1,6	1,6	10,65	1,06	
2	Cortar elotín	T. Cronometrado	0,4	0,6	0,4	1,1	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,38	4,56	0,45	
3	Pelar elotín	T. Cronometrado	1,6	2,4	2,6	1,6	2,0	2,3	2,4	2,6	2,3	1,66	21,34	2,13	
4	Limpiar elotín	T. Cronometrado	4,1	3,1	3,0	2,3	2,4	0,7	2,7	3,3	3,3	2,06	27,04	2,70	
													6,34		
OBSERVACIONES: uña utilizada como herramienta de corte, el tiempo está dado en segundos															

Fuente: elaboración propia.

Por lo que los tiempos promedio para cada uno de los elementos quedan de la siguiente manera (ejemplo para la primera persona que aparece en la tabla V):

$$\text{Tiempo}_{\text{elemento 1}} = (0,81+0,85+1,27+1,07+1,24+1,76+1,09+0,91+0,70+0,90)/10=1,06\text{s}$$

$$\text{Tiempo}_{\text{elemento 2}} = (0,20+0,22+0,26+0,27+0,27+0,27+0,26+0,30+0,25+0,28)/10=0,26\text{s}$$

$$\text{Tiempo}_{\text{elemento 3}} = (1,75+1,71+1,22+1,33+1,76+1,76+1,25+1,57+1,40+1,94)/10=1,57\text{s}$$

$$\text{Tiempo}_{\text{elemento 4}} = (2,58+2,22+2,34+3,10+2,33+1,49+1,63+3,01+1,92+2,09)/10=2,27\text{s}$$

Tiempo cronometrado de la operación:

$$1,06+0,26+1,57+2,27=5,16 \text{ segundo}$$

Este procedimiento se realizó para el resto del personal para el estudio de tiempos.

Según el tiempo medio observado es demasiado corto, se tomó la decisión de muestrear a todas las trabajadoras, siendo 15 por mesa haciendo un total de 75 personas. El formato anterior se tomó para cada una, cronometrando 10 ciclos para cada persona y luego calculando el tiempo normal que está dada por la siguiente fórmula:

$$T_N = \text{tiempo cronometrado} * FC \text{ (Factor de calificación)}$$

El tiempo cronometrado se obtiene de la toma de tiempos (ver formato1 en anexos), el factor de calificación se puede determinar por medio de las tablas de calificación de la actuación WestingHouse. En las tablas de WestingHouse se toman en cuenta para calificar los siguientes aspectos:

- Habilidad: capacidad para seguir un método dado
- Esfuerzo: demostración de voluntad para realizar el trabajo
- Condiciones: que afecten a la operación
- Consistencia: grado de variación de los tiempos transcurridos mínimos y máximos en relación con la media

La tabla VI presenta las características de nivelación de los métodos de trabajo.

Tabla VI. **Características de nivelación de los métodos de trabajo**

HABILIDAD			ESFUERZO		
(+)0,15	A1		(+)0,13	A1	
(+)0,13	A2	Habilisimo	(+)0,12	A2	Excesivo
(+)0,11	B1		(+)0,10	B1	
(+)0,08	B2	Excelente	(+)0,08	B2	Excelente
(+)0,06	C1		(+)0,05	C1	
(+)0,03	C2	Bueno	(+)0,02	C2	Bueno
0	D		0	D	Promedio
(-)0,05	E1		(-)0,04	E1	
(-)0,10	E2	Regular	(-)0,08	E2	Regular
(-)0,15	F1		(-)0,12	F1	
(-)0,22	F2	Deficiente	(-)0,17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
(+)0,06	A	Ideales	(+)0,04	A	Perfecto
(+)0,04	B	Excelente	(+)0,03	B	Excelente
(+)0,02	C	Buena	(+)0,01	C	Bueno
0	D	Promedio	0	D	Promedio
(-)0,03	E	Regulares	(-)0,02	E	Regulares
(-)0,07	F	Malas	(-)0,04	F	Deficientes

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del Trabajo*. p. 213-214.

Para cada trabajadora se buscaron en las tablas de WestingHouse los valores para la calificación de cada uno de los aspectos y se realizó la sumatoria de cada uno de ellos. El resultado se suma al 100 %.

Los factores que se tomaron en cuenta para el cálculo son (ver tabla VII):

Tabla VII. **Cálculo de suplementos**

1.Suplementos constantes		
	Hombres	Mujeres
Necesidades personales	5 %	7 %
Base por fatiga	4 %	4 %
2.Suplementos variables		
Trabajar de pie	2 %	4 %
Uso de fuerza	0 %	1 %
Monotonía	1 %	1 %
Total suplementos	12 %	17 %

Fuente: elaboración propia.

Se dice que una trabajadora está de pie, levanta peso y su trabajo es bastante monótono. El 17 % del suplemento sumado al 100 % se aplicó a todas por igual, pues el trabajo es el mismo. Se aplicó la fórmula de tiempo estándar con la siguiente fórmula:

$$T_E = T_N (1 + \text{suplementos})$$

Con el tiempo estándar se puede calcular la producción por hora de cada persona.

2.1.1.8. Producción actual

Para determinar la producción actual (ver figura 15) se tomaron los datos obtenidos de la cronometración, siendo individual para cada operaria. Se presenta en la tabla VIII, el resumen de producción por mesa de trabajo.

Tabla VIII. Producción actual por mesa de trabajo

Producto	Presentación	Producción	M1	M2	M3	M4	M5
Elotín	Bandeja	prom ba/per/hr	11,8	11,0	12,1	12,0	12,5
		Ambos	164,7	164,5	181,1	167,7	175,1
		Cuchillo	153,2	162,8	172,3	168,9	165,1
		Uña	166,9	182,5	163,8	167,3	182,6
	Bolsa		125,4	126,0	130,3	125,4	129,3

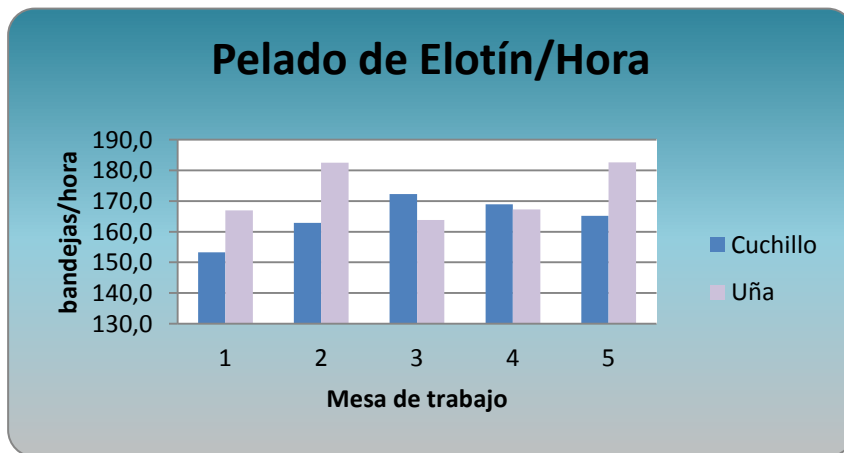
Fuente: elaboración propia.

La producción es dependiente de la calidad de la materia prima, de la herramienta utilizada (ver figura 16) y la tolerancia de la calidad en el producto terminado, también se toma en cuenta que cuando las operarias embandejan el producto les lleva menos tiempo en realizar la operación debido a que conforme van pelando lo van colocando de una vez en la bandeja y cuando es embolsado primero lo colocan en un canastillo plástico para luego colocarlos dentro de la bolsa, llevándoles un poco más de tiempo.

Como se puede observar en la tabla VII, la producción varía según la herramienta utilizada. La producción promedio de bandejas por persona por hora es de 11 la más baja para la mesa 2 y de 12,5 bandejas por hora por persona para la mesa 5, esto es utilizando ambas herramientas de corte, cuchillo y uña.

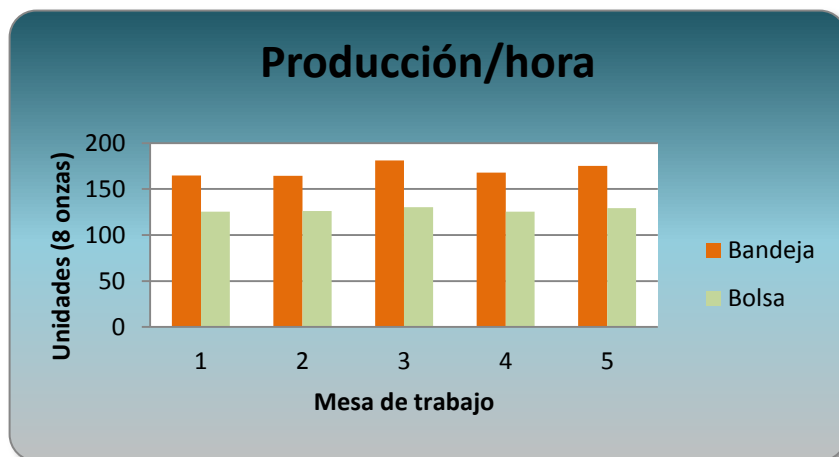
Se pueden observar en las figuras 15 y 16 la tendencia de producción según herramienta de corte.

Figura 15. **Pelado de elotín utilizando cuchillo y uña como herramienta de corte**



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Producción pelado de elotín por mesa**



Fuente: elaboración propia.

El promedio general del pelado de elotín tanto para bandejas como bolsas por persona por hora es de 10,35 bandejas y/o bolsas, lo que serían 5,17 libras, lo que puede marcar la pauta al momento de la entrega de los pedidos dependiendo de la urgencia o no de los mismos y del personal disponible. Con esto en promedio se puede decir que las operarias ganan en promedio Q7, 50 por hora. El cálculo de Q7, 50 se obtuvo de multiplicar 5,17 libras por hora que hacen en promedio por Q1, 45 que se les paga por libra.

2.1.1.9. Cálculo de la eficiencia

La presentación de la tabla IX, se tomó en cuenta la tabulación de datos obtenidos en la medición de tiempos, se presenta la herramienta utilizada, elotínes pelados por hora, el tiempo estándar para realizar la operación, el tiempo esperado según la operaria más lenta. Con esto se obtiene la eficiencia de cada mesa, siendo un total de cinco mesas de trabajo y posteriormente obtener la eficiencia promedio en la producción.

Tabla IX. Cálculo de la eficiencia por mesa de trabajo

#Operaria	Herramienta	Elotínes/hr	Minutos estándar para realizar la operación	Tiempo de espera según el operario más lento	Minutos estándar permitidos
1	uña	333	0,180	0,033	0,213
2	cuchillo	349	0,172	0,041	0,213
3	uña	282	0,213	0,000	0,213
4	uña	474	0,127	0,086	0,213
5	cuchillo	317	0,189	0,023	0,213
6	uña	357	0,168	0,045	0,213
7	cuchillo	330	0,182	0,031	0,213
8	uña	371	0,162	0,051	0,213
9	uña	329	0,182	0,030	0,213
10	cuchillo	284	0,211	0,001	0,213
11	cuchillo	328	0,183	0,030	0,213
12	cuchillo	362	0,166	0,047	0,213
13	uña	401	0,150	0,063	0,213
14	cuchillo	375	0,160	0,053	0,213
15	cuchillo	403	0,149	0,064	0,213
		TOTALES	2,593		3,191
			E1	81,25	

Continuación de la tabla IX.

MESA	#Operaria	Herramienta	Elotines/hr	Minutos estándar para realizar la operación	Tiempo de espera según el operario más lento	Minutos estándar permitidos
2	1	uña	365	0,164	0,186	0,351
	2	cuchillo	202	0,297	0,054	0,351
	3	cuchillo	437	0,137	0,214	0,351
	4	cuchillo	476	0,126	0,225	0,351
	5	cuchillo	266	0,226	0,125	0,351
	6	cuchillo	385	0,156	0,195	0,351
	7	cuchillo	171	0,351	0,000	0,351
	8	cuchillo	290	0,207	0,144	0,351
	9	cuchillo	379	0,158	0,193	0,351
	10	cuchillo	285	0,211	0,140	0,351
	11	cuchillo	374	0,160	0,190	0,351
	12	cuchillo	317	0,189	0,162	0,351
			TOTALES	2 382		4,211
				E2 56,58		
MESA	#Operaria	Herramienta	Elotines/hr	Minutos estándar para realizar la operación	Tiempo de espera según el operario más lento	Minutos estándar permitidos
3	1	cuchillo	389	0,154	0,089	0,243
	2	cuchillo	341	0,176	0,067	0,243
	3	cuchillo	316	0,190	0,053	0,243
	4	cuchillo	247	0,243	0,000	0,243
	5	cuchillo	374	0,160	0,082	0,243
	6	cuchillo	469	0,128	0,115	0,243
	7	uña	369	0,163	0,080	0,243
	8	uña	332	0,181	0,062	0,243
	9	cuchillo	310	0,194	0,049	0,243
	10	cuchillo	287	0,209	0,034	0,243
	11	cuchillo	306	0,196	0,047	0,243
	12	uña	337	0,178	0,065	0,243
	13	uña	299	0,201	0,042	0,243
	14	uña	301	0,199	0,044	0,243
	15	cuchillo	407	0,147	0,095	0,243
			TOTALES	2 719		3,644
				E3 74,62		

Continuación de la tabla IX.

MESA	#Operaria	Herramienta	Elotínes/hr	Minutos estándar para realizar la operación	Tiempo de espera según el operario más lento	Minutos estándar permitidos
4	1	uña	384	0,156	0,095	0,251
	2	uña	471	0,127	0,124	0,251
	3	uña	377	0,159	0,092	0,251
	4	uña	432	0,139	0,112	0,251
	5	cuchillo	379	0,158	0,093	0,251
	6	cuchillo	393	0,153	0,098	0,251
	7	uña	360	0,167	0,084	0,251
	8	cuchillo	314	0,191	0,060	0,251
	9	uña	318	0,189	0,062	0,251
	10	uña	469	0,128	0,123	0,251
	11	uña	239	0,251	0,000	0,251
	12	uña	270	0,222	0,029	0,251
	13	uña	265	0,226	0,025	0,251
	14	uña	297	0,202	0,049	0,251
			TOTALES	2,469		3,515
				E4	70,24	
MESA	#Operaria	Herramienta	Elotínes/hr	Minutos estándar para realizar la operación	Tiempo de espera según el operario más lento	Minutos estándar permitidos
5	1	uña	503	0,119	0,097	0,216
	2	uña	429	0,140	0,076	0,216
	3	uña	438	0,137	0,079	0,216
	4	cuchillo	397	0,151	0,065	0,216
	5	uña	432	0,139	0,077	0,216
	6	cuchillo	329	0,182	0,033	0,216
	7	uña	294	0,204	0,012	0,216
	8	cuchillo	436	0,138	0,078	0,216
	9	uña	293	0,205	0,011	0,216
	10	cuchillo	278	0,216	0,000	0,216
	11	uña	369	0,163	0,053	0,216
	12	cuchillo	358	0,168	0,048	0,216
	13	uña	373	0,161	0,055	0,216
	14	cuchillo	325	0,185	0,031	0,216
			TOTALES	2,306		3,022
				E5	76,33	

Fuente: elaboración propia.

La eficiencia de las mesas se calculó como la razón de los minutos estándar reales totales entre los minutos estándar permitidos totales, es decir:

$$E = (\sum ME / \sum MP) * 100$$

Donde:

E= eficiencia

ME= minutos estándar por operación,

MP= minutos estándar permitidos por operación

$$E1 = (2,593/3,191) * 100 = 81,25 \%$$

$$E2 = (2,382/4,211) * 100 = 56,58 \%$$

$$E3 = (2,719/3,644) * 100 = 74,62 \%$$

$$E4 = (2,469/3,515) * 100 = 70,24 \%$$

$$E5 = (2,306/3,022) * 100 = 76,33 \%$$

La eficiencia muestra la capacidad disponible en horas-hombres en el turno de trabajo en el tiempo correspondiente para lograr el mayor uso de los recursos disponibles, materia prima, recurso humano, entre otros y se tienen indicadores como porcentaje de rechazo de materia prima, el porcentaje de utilización de la capacidad instalada, el grado de cumplimiento de los programas de pedidos según producción, demoras en los tiempos de entrega. La tabla X presenta la eficiencia promedio en el pelado de elotín.

Tabla X. **Resumen del cálculo de la eficiencia**

MESA	HERRAMIENTA		EFICIENCIA %
	CUCHILLO	UÑA	
1	8	8	81,25
2	11	1	56,58
3	11	5	74,62
4	11	3	70,24
5	6	9	76,33
EFICIENCIA PROMEDIO			71,80

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla X la mesa 2, es la que tiene más baja eficiencia, pues en su mayoría las operarias utilizan como herramienta de corte cuchillo y solo una utiliza uña, esto quiere decir, que de alguna manera depende de la habilidad o experiencia el utilizar uña como herramienta de corte, esta ayuda a obtener velocidad en el pelado del elotín, por lo tanto mayor producción.

2.1.1.10. Productividad actual

$$\text{Productividad} = \frac{32\,559,60 \text{ libras mensuales}}{95 \text{ personas} * 0,615 * 43,5 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}}} = \frac{3,20 \text{ lb}}{\text{hora} - \text{hombre}}$$

El 0,615 se debe a que del total de la producción de planta Santa María Cauqué pertenece a la producción de elotín, el restante 0,385 se distribuye entre arveja criolla y radicchio, dependiendo de la temporada de producción. Entre las 95 personas están incluidas personal de mesa, supervisoras, pesadoras, selladoras, empaque final y personal de limpieza que son las que se incluyen en el pago de la planilla.

Para el mes de septiembre que fue donde se realizó el estudio de tiempos y movimientos, el total en pago de planilla fue de Q103 257,25, habiendo producido 32 559,60 libras de elotín, 20 380,40 libras de Arveja criolla y 10 503 unidades de radicchio (1 167 cajas exportables). Ver resumen de producción 2010 en anexos. Los datos de producción se tabularon según resumen de producción semanal en sus distintas presentaciones de cada producto que en planta se procesa.

La productividad es de 3,20 libras por hora hombre, tomando en cuenta que hay cambios en la producción de un producto a otro, la temporada de producción, la disponibilidad de materia prima, la cantidad de pedidos y la presentación del producto.

- Identificación de problemas

Al observar el diagrama de flujo de proceso, se identificó que no se tiene un flujo lineal, por lo que las estaciones de trabajo están mal distribuidas, hay contaminación cruzada pues en el cruce de una estación a otra, tanto de materia prima sin procesar como producto terminado, se quedan mucho tiempo sin colocarse en cuarto frío. Cabe mencionar que la materia prima es proveniente de la costa, este viene con temperaturas arriba de los 25 grados centígrados que al momento de colocarlo en cuarto frío eleva demasiado la temperatura, hay condensación de agua dentro del cuarto frío y la calidad del producto terminado que se encuentra en cuarto frío se ve afectada al elevarse la temperatura.

Lo ideal en este caso, es tener espacios separados para que el preenfriado de la materia prima no afecte la calidad del producto terminado al momento del despacho, de esta manera también se lograría controlar el rango de temperatura de 2 grados centígrados a 8 grados centígrados que es lo que se debe mantener.

✓ Problemas con el recurso humano

La adaptación al método de trabajo por la poca o nula experiencia del personal, se ve afectado claramente en la producción y la entrega de pedidos a tiempo, esto debido a que constantemente el personal busca nuevas o mejores oportunidades de trabajo en otras partes como maquilas, granjas aledañas al lugar o la facilidad para viajar, debido a que la comunidad de Santa María Cauqué está cercana a la capital y buscar otro trabajo más conveniente. El problema en realidad es que la forma de pago es a destajo y la variación de pedidos, pudiendo trabajar la semana completa de lleno desde muy temprano hasta la noche o trabajar unas horas algunos días de la semana.

La estabilidad laboral es lo que toda persona busca, sin embargo, la cooperativa atiende a sus trabajadores en planta, dándoles constantes capacitaciones, charlas educativas, educación primaria y básica, programas de nutrición y casos especiales, clínicas médicas y odontológicas.

La rotación del personal en planta ha alcanzado hasta un 40 % y no porque la cooperativa lo desee sino por causas personales del propio trabajador, esto implica que la inducción o la aceptación de personal nuevo aumente los costos en lo que se va adaptando a la forma de trabajo y que con el tiempo alcance la habilidad y la experiencia para desarrollarlo bien.

2.2. Proceso, procedimientos en elotín y tratamiento de agua

El proceso del elotín comienza con la recepción de materia prima, en el que se toman en cuenta peligros: físicos (vidrios, metal y plásticos duros), químicos (diésel, lubricantes, gasolina, aceites, residuos de pesticidas), biológicos (bacterias, virus y patógenos). Las medidas de control que tienen para cada uno son: inspección y muestreo, aprobación de proveedores, programa de control de químicos, programa de mantenimientos preventivo, para la aceptación de un lote en planta.

En el preenfriado, se debe bajar la temperatura que trae de campo por lo menos unas 24 horas en cuarto frío antes de procesarlo, tomando en cuenta que el primero en entrar será el primero en salir para ser transportada al área de Proceso.

En esta operación los peligros pueden ser: físicos (pintura y óxido de los equipos de enfriamiento que pueden caer sobre canastas de producto), biológico (*Listeria monocytogenes*) y químicos (por equipos de refrigeración en mal estado, fuga de gas freón).

Abastecimiento a mesas de proceso (volteo) consiste en distribuir la materia prima, ya sea un solo lote para todas las mesas de trabajo o lotes específicos según tamaño para las distintas mesas de trabajo. El resumen de cada una de las operaciones del proceso de elotín se observa en la tabla XI. Los peligros asociados y los procedimientos que se aplican para mantenerlos bajo control.

Tabla XI. **Riesgos asociados en el proceso de elotín**

Proceso	Peligro	Medida de control
Recepción de materia prima	Físico: tierra, pelo, vidrios, metal y plástico duro.	Inspección y muestreo, aprobación de proveedores agrícolas.
	Químico: diésel, lubricantes, gasolina, aceites, residuos de pesticidas	Aprobación de transporte, aprobación de proveedores agrícolas, Programa de Control de Químicos, Programa de Mantenimiento Preventivo.
	Biológico: bacterias, virus, patógenos. Por falta de aplicación de BPA.	Inspección y muestreo. Aprobación de proveedores agrícolas. Programa de Laboratorio.
Inspección	Físico: objetos extraños que pueden caer en los vegetales	Es controlada con la política sanitaria.
	Químico: desinfectantes utilizados en planta con base de amonio cuaternario	Los desinfectantes utilizados no son residuales en los vegetales, las concentraciones se monitorean periódicamente, existe un sistema de dosificación automática.
	Biológico: bacterias, virus, patógenos por falta de higiene del personal	Se controla con política sanitaria, los procedimientos de lavado y sanitización de manos y uñas, lavado y desinfección de superficies.

Continuación de la tabla XI.

Proceso	Peligro	Medida de control
Preenfriado	Físico: pintura y óxido de los equipos de enfriamiento que puede caer sobre canastas de producto.	Controlado con Programa mantenimiento de cuartos fríos y equipos de refrigeración.
	Químico: fuga de gas freón por equipos de refrigeración en mal estado.	Controlado con Programa de mantenimiento de cuartos fríos y equipos de refrigeración.
	Biológico: <i>Listeria monocytogenes</i> .	Procedimiento de limpieza y desinfección de cuartos fríos.
Abastecimiento	Físico: Objetos extraños que pueden caer en los vegetales y plásticos duros de las canastas.	Controlado con la Política Sanitaria y control de canastas.
	Químico: Desinfectantes utilizados en mesa, lubricantes para <i>pallets</i> .	Programa de limpieza y desinfección, control de químicos y desinfectantes.
	Biológico: bacterias, virus, patógenos y coliformes totales, por falta de higiene del personal.	Programa de limpieza de canastas, Programa de limpieza y desinfección de mesas, Programa de Laboratorio.

Continuación de la tabla XI.

Proceso	Peligro	Medida de control
Pelado	Físico: pelo, lapiceros y papel, entre otros.	Aplicación de política sanitaria, control de vidrios y plásticos duros.
	Químico: desinfectante utilizado en mesa y jabón (lavado de manos).	Control de químicos.
	Biológico: <i>E. coli</i> , <i>Shigella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> por falta de higiene del personal	Procedimiento de lavado de manos y uñas, Programa de Laboratorio y Política Sanitaria.
Selección	Físico: lapiceros, vidrios, hilos, lentes, mostacilla, papel y cabellos.	Aplicación de Política Sanitaria.
	Químico: desinfectantes de mesas.	Control de químicos.
	Biológico: virus, bacterias, patógenos y coliformes totales.	Procedimiento de lavado de manos y uñas, Programa de Laboratorio y Política Sanitaria.

Continuación de la tabla XI.

Proceso	Peligro	Medida de control
Empaque	Físico: restos de cuchillos, metales, plástico duro, guantes de nitrilo.	Inspección visual de las bolsas empacadas, inspección de herramientas de corte, control de curitas y guantes.
	Químico: tintas	Aprobación de proveedores de material de empaque.
	Biológico: <i>E. coli</i> y coliformes totales	Buenas Prácticas de Manufactura.
Pesado	Físico: vidrios y plástico duro, guantes y metal.	Control de canastas de proceso, Política Sanitaria, control de lapiceros, control de materiales extraños y control de herramientas de corte.
	Químico: desinfectantes	Control de químicos y aprobación de proveedores.
	Biológico: <i>E. coli</i> y coliformes totales	Lavado de manos, limpieza y desinfección de mesas y pesas. Política Sanitaria.

Continuación de la tabla XI.

Proceso	Peligro	Medida de control
Sellado	Físico: piezas de la selladora, pedazos de material de empaque.	Programa de mantenimiento de selladoras, procedimiento de verificación de producto terminado.
	Químico: tintas y lubricantes de la selladora.	Aprobación de proveedores y Programa de Mantenimiento Preventivo.
	Biológico: bacterias, virus, patógenos y coliformes totales, por falta de higiene del personal	Lavado de manos, limpieza y desinfección de selladoras y Política Sanitaria.
Embalaje	Físico: cabellos, hilos y lentejuelas	Política Sanitaria.
	Químico: no hay.	El producto se encuentra dentro de empaque primario y secundario.
	Biológico: virus, bacterias y patógenos	Lavado de manos y Política Sanitaria.
Entarimado	Físico: grapas y objetos extraños.	Control de materiales extraños.
	Químico: no hay.	No hay.
	Biológico: <i>coliformes totales</i> , <i>E. coli</i> . e insectos.	Control de lavado de manos y uñas y control de plagas.

Continuación de la tabla XI.

Proceso	Peligro	Medida de control
Almacenamiento de producto terminado	Físico: pintura y óxido de los equipos de enfriamiento puede caer sobre las cajas de producto terminado.	Controlado con Programa mantenimiento de cuartos fríos y equipos de refrigeración.
	Químico: fuga de gas freón por equipos de refrigeración en mal estado.	Controlado con Programa mantenimiento de cuartos fríos y equipos de refrigeración.
	Biológico: vectores de patógenos (<i>toxoplasma gondii</i> , <i>leptospirosis</i>).	Control de plagas.

Fuente: Departamento de gestión de la calidad. *Análisis de peligros*. p.10-15.

En el proceso de producción se ha logrado determinar que se pueden realizar cambios significativos que pueden ayudar a minimizar tiempos y contaminación cruzada entre materia prima y producto terminado.

Se propone el cambio de la estación 3, área de Pesado hacia el lado donde se ubica la mesa de trabajo 1, trasladando todo el producto de la estación 1, área de mesas, evitando con ello los cruces entre las operaciones del proceso. En la tabla XII, se observa el producto final.

Tabla XII. **Presentaciones de elotín como producto empacado**

Producto	Elotín (<i>Zea mays</i> L.)	
Uso	Vegetales en fresco, para consumo del público en general (hoteles, restaurantes, supermercados, consumidor final), se recomienda su cocción antes de consumirse.	
Características	Tamaño: largo de 9 a 11 centímetros y diámetro en su base de 1,6 a 1,7 centímetros Color: amarillo claro uniforme. Forma: cónica. Consistencia: crujiente.	
Presentación	Tipo de empaque	Instrucciones de la etiqueta
Pelado	Bandeja de 8 onzas, en caja de 6 bandejas.	Producto listo para preparar o cocinar Antes de consumirlo se debe lavar si se consume crudo. Mantener refrigerado, lavar antes de usar.
	Bandeja de 8 onzas, en caja de 12 bandejas.	
	bolsa microhorneable de 8 onzas, en caja de 6 bolsas	
	Bolsa microhorneable de 6 onzas, en caja de 6 bolsas.	
	Bolsa microhorneable de 2,5 libras, 2 bolsas en caja de 5 libras.	
	Bolsa microhorneable de 2,5 libras, 4 bolsas en caja de 10 libras.	
	Bolsa de 10 onzas, en caja de 6 bolsas.	
Prepelado	A granel en caja de 10 libras	
Vida de anaquel	21 días, mantener cadena de frío a temperatura de 5 a 7 grados centígrados.	

Fuente: elaboracion propia.

Los cambios que se proponen son específicamente el siguiente instructivo, en el se hace referencia al procedimiento tal cual está actualmente y posteriormente el instructivo con los cambios que se proponen.

- Instructivo actual de limpieza de cuchillos

La supervisora de cada mesa es la encargada de verificar que se cumplan los siguientes pasos para la desinfección de utensilios que se utilizan dentro del proceso del elotín o radicchio haciendo una inspección visual de que todas las empacadoras de su mesa cumplan el procedimiento.

El primer paso para desinfectar los cuchillos es botar en seco con una toalla de papel cualquier basura que pueda traer del elotín o el radicchio.

Se sumergirá en una solución en recipientes que contengan agua y Saniquat (sanitizante 10 mililitros) a 400 partes por millón por el tiempo de 3 minutos.

Se deja la solución sin enjuagar y rápidamente se seca con una toalla de papel para evitar cualquier contaminación.

Todo esto se hará 2 veces al día a las 10 de la mañana y 3 de la tarde para mantenerlo desinfectado.

Al final de la jornada se tendrán listos los cuchillos desinfectados para empezar al día siguiente.

- Instructivo propuesto para la limpieza y desinfección de herramientas de corte

La supervisora de cada mesa es la encargada de verificar que se cumplan los siguientes pasos para la desinfección de utensilios (cuchillos y/o uñas) que se utilizan dentro del proceso del ejote, elotín o radichio, haciendo una inspección visual de que todas las empacadoras de su mesa cumplan el procedimiento.

El primer paso para desinfectar los cuchillos es botar en seco con una toalla de papel cualquier basura que pueda traer del elotín o de radichio. Con la ayuda de un cepillo se lavarán los cuchillos y uñas con detergente, restregando hasta hacer espuma y removiendo toda la suciedad con abundante agua.

Se atomizarán las herramientas de corte (cuchillos y uñas) con una solución de cleanquat a 200 partes por millón, asegurándose de rociar completamente el cuchillo.

Todas las herramientas de corte se secan con una toalla de papel y se guardan en el recipiente plástico que corresponda a cada mesa. Todo esto se hará al final de la jornada quedando anotado en el registro RG-CI-LDU-01.

Durante el día se desinfectarán las herramientas de corte con una frecuencia mínima de 2 horas a partir del inicio de la utilización de los mismos, sumergiéndolos en una solución de CleanQuat a 200 partes por millón, posteriormente secarlos con toalla de papel.

La tabla XIII presenta cambio de fondo en el procedimiento de limpieza y desinfección básicamente en la concentración del desinfectante CleanQuat.

Tabla XIII. **Cambio en procedimiento limpieza y desinfección de herramientas de corte**

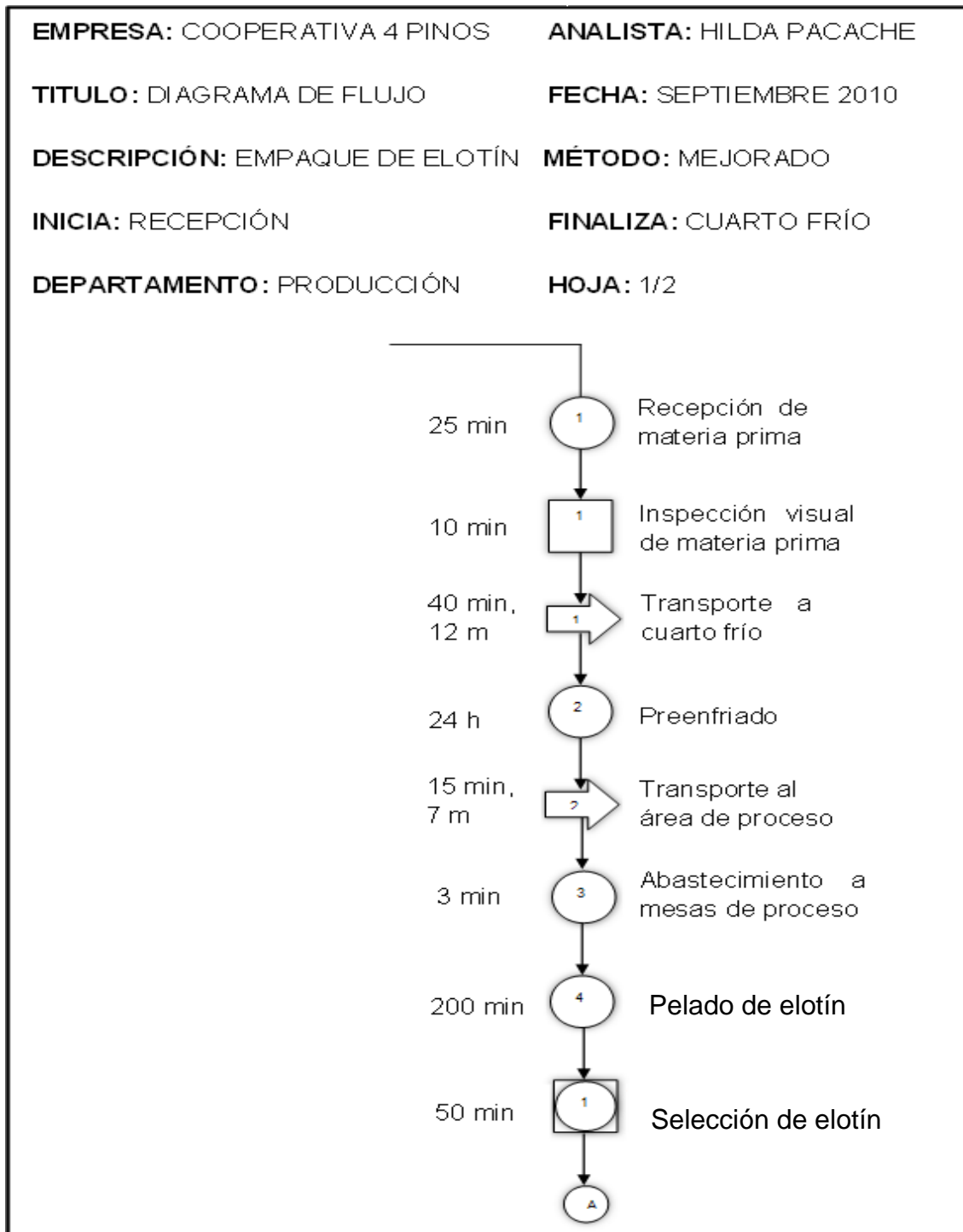
No.	Versión inicial	Naturaleza del cambio	Identificación del cambio	Versión final
1.	1,0	Fondo	Se cambió la concentración del desinfectante de 400 partes por millón a 200 partes por millón., por ser esta concentración adecuada para desinfectar al contacto.	2,0
2.	1,0	Fondo	Se cambió la forma de desinfección de los utensilios de sumergido a atomizados solo para el final de la jornada y almacenarlos en seco.	2,0
3.	1,0	Fondo	Se agregó la desinfección periódica de utensilios durante el proceso con una frecuencia de dos horas como máximo, sumergiéndolos en CleanQuat a 200 partes por millón.	2,0

Fuente: elaboracion propia.

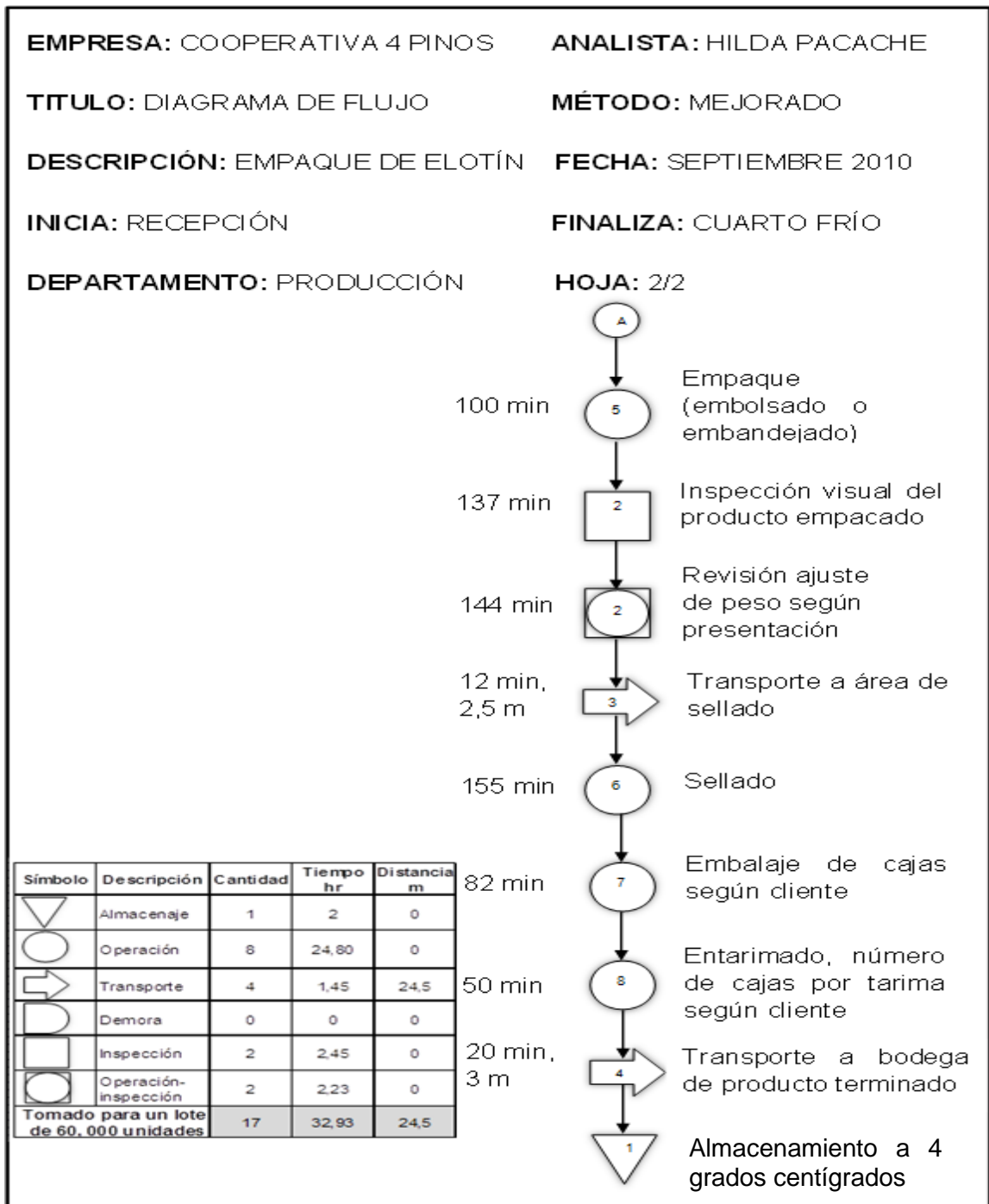
2.2.1. Diagrama de flujo de proceso

Se ha logrado determinar que se pueden realizar cambios significativos dentro del proceso de producción de elotín, lo que proporcionaría al proceso un tiempo más amplio para la entrega de pedidos y mejor calidad del producto (ver figura 17).

Figura 17. Diagrama de flujo de proceso mejorado



Continuación de la figura 17.



Fuente: elaboración propia.

Al cambiar de posición la estación de pesado, se evita la contaminación cruzada entre materia prima y producto terminado, se cambió el recorrido reduciendo en 1,5 metros y 0,135 horas (8,1 minutos) en todo el proceso, respecto a la situación actual.

La figura 18 presenta el diagrama de recorrido mejorado proponiendo cambio en la estación del área de pesado para evitar cruces en el proceso.

Figura 18. Diagrama de recorrido mejorado

Los espacios pequeños afectan los procesos repercutiendo muchas veces en la inocuidad de los alimentos, la mejora que se propone es el cambio de la estación del área de pesado que actualmente se encuentra del lado cercano a la mesa de trabajo 5, trasladarlo para el lado de la mesa de trabajo 1, con esto se evitan cruces frecuentes entre cada estación y que el flujo del proceso sea lineal.

Empresa: Cooperativa 4 Pinos

Analista: Hilda Pacache

Título: Diagrama de recorrido

Método: Mejorado

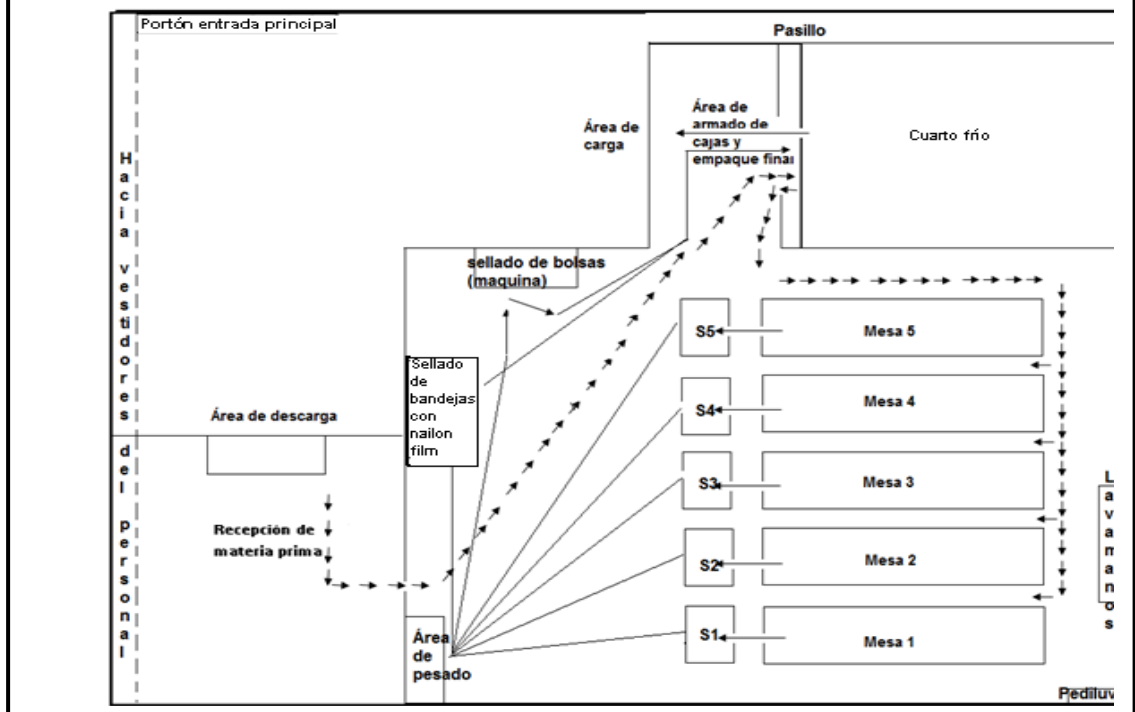
Descripción: Empaque de elotín

Finaliza: Cuarto frío

Inicia: Recepción

Hoja: 1/1

Departamento: Producción

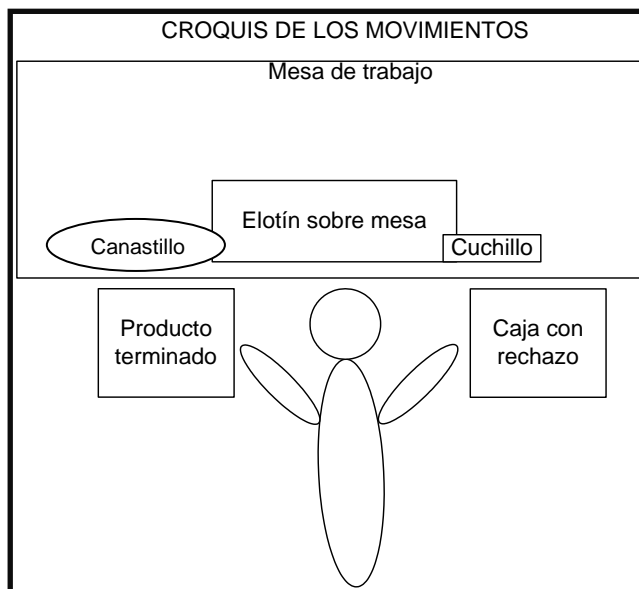


Fuente: elaboración propia con programa Visio 2003.

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo empleados al hacer un trabajo. El propósito de su estudio es eliminar o reducir los movimientos no efectivos, facilitar y acelerar los movimientos efectivos. Por medio del estudio de movimientos, en conjunto con los principios de economía de movimientos, se rediseña el trabajo para lograr mayor efectividad y una tasa de producción más alta.

Todos los elementos deben durar suficiente tiempo para medirlos, ya que en la mayoría de los casos no es posible medir cada Therbling individual. En la figura 19, se presenta el diagrama del proceso bimanual del pelado de elotín.

Figura 19. **Croquis de los movimientos del proceso de pelado de elotín**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama bimanual del proceso de pelado de elotín

Herramienta de corte: cuchillo					
Mano izquierda			Mano derecha		
Descripción	Símbolo	Tiempo (segundos)	Tiempo (segundos)	Símbolo	Descripción
Alcanza elotín	AL			D	Descansa
Toma elotín	T				
Mueve elotín	M				
Sostiene elotín	SO			AL	Alcanza cuchillo
				T	Toma cuchillo
				M	Mueve cuchillo
Sostiene elotín	SO			U	Usa cuchillo (corta elotín)
Sostiene elotín	SO			S	Suelta cuchillo
Desensamblar (pelado de elotín)	DE			DE	Desensamblar (pelado de elotín)
Desensamblar (limpia elotín)	DE			DE	Desensamblar (limpia elotín)
RESUMEN					
Movimientos efectivos		12			
Movimientos inefectivos		4			
Tiempo total del pelado					
Herramienta de corte: cuchillo					
Mano izquierda			Mano derecha		
Descripción	Símbolo	Tiempo (segundos)	Tiempo (segundos)	Símbolo	Descripción
Alcanza elotín	AL			D	Descansa
Toma elotín	T				
Mueve elotín	M				
Sostiene elotín	SO			U	Usa cuchillo (corta elotín)
Desensamblar (pelado de elotín)	DE			DE	Desensamblar (pelado de elotín)
Desensamblar (limpia elotín)	DE			DE	Desensamblar (limpia elotín)
RESUMEN					
Movimientos efectivos		8			
Movimientos inefectivos		2			
Tiempo total del pelado					

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Balance de línea

El problema referente a determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a cada estación de trabajo y la tasa de producción depende del operario más lento. Las asignaciones de trabajo específicas son las siguientes: operación 1) 339,6 segundos; operación 2) 11,65 segundos; operación 3) 8,49 segundos; operación 4) 5,56 segundos; operación 5) 30,0 segundos. La operación 4 establece el paso, como se observa en la tabla XIV.

Tabla XIV. Balance de línea, proceso de elotín

	Operación	TE (seg)	T.E.P	Constante	# Operarios	operarios	O.M.L
Pelado de elotín	1	339,623	339,623	0,216	73,233	73	4,652
Supervisión de calidad	2	11,658	339,623	0,216	2,514	3	3,886
Pesado	3	8,491	339,623	0,216	1,831	2	4,245
Sellado	4	5,564	339,623	0,216	1,2	1	5,564
Empaque	5	30,0	339,623	0,216	6,469	6	5,0
Totales		395,335	1 698,113		85,247	85	
E = eficiencia	(T.E./T.E.P)*100						
E=	28,2806						
Cte= Constante	Demanda/(TD*60*E)						
Cte=	0,2156						
# operarios =	Cte*ΣT.E						
# operarios =	85,246						
O.M.L= Operario más lento							
O.M.L =	T.E Operario/# operarios estación						
O.M.L =	4,6523 *						
R.L.H. = Ritmo de Línea por Hora							
R.L.H. =	(# O.M.L*unidad de tiempo)/T.E. O.M.L.						
R.L.H. =	926,4 bandejas y/o bolsas/hr						
PRODUCCIÓN		38 445,6	> DEMANDA		13 500		
* esta fórmula debe hacerse con cada operación							
TD = tiempo disponible							
De lunes a viernes = 8 hrs ordinarias - 0,5 hr. Sin producir = 7,5 h/día*5 días							
Sábado = 4 h/día * 1 día							
Total de horas en la semana = 41,5 h/semana = tiempo efectivo							

Fuente: elaboración propia.

El número de trabajadores necesarios para lograr la tasa de producción requerida es igual a 85 personas en el proceso, 73 personas en la estación 1 correspondiente al pelado del elotín, 2 personas para la supervisión de calidad en la estación 2, 3 personas en la estación 3 que corresponde al pesado, 1 persona para el sellado de bandejas o bolsas y 6 personas para el empackado final.

2.2.4. Eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia se realizó el balance de líneas tomando el proceso crítico de 5 estaciones, pelado, supervisión de calidad, pesado, sellado y empackado. Para cumplir con la demanda de 13 500 bolsas o bandejas semanales que es el promedio según reporte semanal de producción en los últimos 7 meses, siendo 6 750 libras netas de producto procesado por semana, siendo el cálculo del 23,28 % de eficiencia en el proceso productivo, cabe mencionar que los diagramas de flujo están diseñados para lotes de 60 000 unidades de elotín, también que en planta Santa María, además del elotín se procesa arveja criolla y radicchio por lo que el cambio, tanto entre lotes del mismo producto o cambio entre productos hace que se pierda tiempo y la eficiencia disminuya.

En la actualidad se deben seguir los procedimientos establecidos para la limpieza de mesas y utensilios, entre otros, porque la planta está en proceso de certificación que hace que los requisitos sean más rigurosos.

2.2.5. Producción teórica que se debe alcanzar

Tomando en cuenta que en la actualidad se utiliza como herramienta de corte para el pelado de elotín, tanto cuchillos como uñas, la producción promedio que debería alcanzarse al haber realizado el balance de líneas es de 38 445 bandejas o bolsas, ver tabla VIII. Utilizando el tiempo completo disponible y procesando únicamente elotín, es decir, cambio de lotes del mismo producto pero no cambio de producto, por ejemplo, de elotín a criolla o de elotín a adicchio.

$$\text{Productividad} = \frac{76\,890 \text{ libras mensuales}}{95 \text{ personas} * 41,5 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}}} = 4,88 \frac{\text{libras}}{\text{hora} - \text{hombre}}$$

Las 76 890 libras se calculan tomando de base la producción que se debería alcanzar en el balance de líneas que son 38 445 bandejas o bolsas de 0,5 libras por bolsa o bandejas para ser 19 222,5 libras semanales y si se toma en cuenta que el mes tiene 4 semanas da un total de 76 890 libras de elotín al mes. La productividad aumenta a medida que se pierda menos tiempo, en este caso el cambiar de herramienta de corte de cuchillo a uñas para todas las personas disminuye el tiempo en el pelado de elotín, por lo tanto hay una mayor eficiencia lo cual se ve reflejado en la producción en el menor tiempo.

El cambiar de un producto a otro también disminuye el rendimiento de las personas pues esto hace que la productividad se vea afectada. Después del balance de línea la productividad teórica sería de 9,75 libras/horas-hombre siempre y cuando a tiempo completo sea para elotín y el cambio de herramienta de corte pueda generalizarse para todas, pues esto reduce el tiempo en el pelado de elotín produciendo así más bandejas o bolsas por hora, la productividad aumentaría de un 3,20 a un 4,88 libras /hora-hombre, siendo un 34,4 % más de lo que actualmente se está trabajando.

2.2.6. Capacidad instalada

Las mesas de trabajo están diseñadas de acero inoxidable de longitud 9,55 metros, altura de 0,82 metros y ancho de 1,16 metros, con capacidad de 20 personas cada una, siendo 5 mesas en total para albergar 100 personas en mesas de trabajo, más el personal de empaque (control de calidad, selladoras, pesadoras, empaque final y supervisoras), cada mesa de trabajo cuenta con su supervisora que es la encargada de asignar tareas proporcionales según cantidad de personal que tenga que distribuir materia prima según lotes y la supervisión de la calidad del producto terminado. El personal en mesas actualmente son 75 personas y la capacidad es de 100 personas por lo que solo se está utilizando el 75 %, habiendo un 25 % de la capacidad por utilizar en temporadas altas.

La figura 21 presenta la distribución del personal en las mesas de trabajo, teniendo sobre las mesas el producto pelado embandejado o embolsado, a un costado de ellas canastas plásticas con el rechazo.

Figura 21. **Distribución de personal en mesas de trabajo**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

2.3. Implementación de gráficos de control para control de calidad

Con el propósito de obtener un conocimiento mejor del comportamiento del proceso a través del tiempo, ya que en ella se transcriben tanto la tendencia central del proceso como la amplitud de su variación. El gráfico utilizado es el de control por atributos.

El término atributo, aplicado al control de la calidad se refiere a todas aquellas características que cumplen con determinadas especificaciones o que no cumplen con ellas. Hay dos tipos de atributos:

- Aquellos casos cuando no es posible hacer mediciones, por ejemplo, cuando se efectúa una inspección visual: color, partes faltantes, rayaduras y daños.
- Aquellos casos en los que sí es posible hacer mediciones, pero no se realizan debido al tiempo, costo o necesidad implicados.

Para referirse a un atributo que no cumple con las especificaciones, se emplean diversos términos. La no conformidad indica que la característica que define la calidad se aleja del nivel o condición deseable, de magnitud suficiente como para que el producto o servicio correspondiente no satisfaga un requisito demandado en la especificación.

El término unidad no conforme sirve para designar a aquella unidad de producto o servicio en el que está presente por lo menos un elemento no conforme. La gráfica que se está utilizando es la gráfica p en aquellos casos cuando los datos están formados por la fracción resultante de dividir el número de veces que ocurre un suceso entre el número total de acontecimientos.

Se emplea en el control de calidad para dar cuenta de la fracción de no conformidad presente en un producto, en una característica de calidad o en un grupo de características de calidad.

Las especificaciones de calidad tomadas en cuenta para realizar este tipo de gráfico que a continuación se presenta son (ver tabla XV y figura 22):

Tabla XV. **Especificaciones de calidad en elotín**

Largo	Mínimo 9 centímetros y máximo 11 centímetros
Diámetro	Mínimo 1,6 centímetros y máximo 1,70 centímetros
Coloración	Uniforme, amarillo
Forma	Sin deformación del fruto, recto y cilíndrico
Apariencia	Sin daño por plagas y enfermedades, sin golpes, lastimaduras, sin pudrición.
Limpieza	Limpio, sin materiales extraños
Fitosanidad	Sin residuos químicos (no permitidos y tolerancias), sin daño por enfermedades e insectos.
Inocuidad	Sin contaminación biológica (bacteria, hongos) o física.

Fuente: LARA, Ligia. Departamento de gestión de la calidad. p. 6.

Figura 22. **Especificaciones de calidad en elotín**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

En la implementación de los gráficos de control se pretende:

- Calcular el nivel promedio de calidad.
- Llamar la atención del área Administrativa siempre que se produzca cualquier desviación respecto al promedio.
- Evaluar el desempeño de calidad del personal de operación.
- Mejorar la calidad del producto.
- Prever algún reclamo a sabiendas de la calidad de producto enviado al mercado.

Se recopilaron los datos ver tabla XVI a partir del 26 de octubre de 2010 debido a que antes las entregas de materia prima fueron irregulares por lo que se podrá observar en la gráfica la tendencia de la calidad a partir de esta fecha. Los datos se obtuvieron del conteo del producto que las personas en mesa pelan normalmente, registrando el número de lote, la cantidad de elotínes totales y la cantidad de elotínes que no cumplen por las distintas causas mencionadas en la tabla XV, especificaciones de calidad.

Las fórmulas utilizadas para calcular los límites de control son:

$$LCL_{26} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_{26}}} \quad UCL_{26} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_{26}}}$$

Las figuras 23 y 24 presentan la tendencia de calidad del elotín exportado, a finales de octubre 2010 a principios de enero de 2011 y la calidad de elotín fuera de los límites de control.

Tabla XVI. Datos obtenidos en inspección de calidad de elotín

Datos obtenidos en la inspección de la calidad de producto elotín al momento de empacar, Departamento de control de calidad							
	SUBGRUPO	GRN	CANTIDAD INSPECCIONADA n	NÚMERO DE NO CONFORMIDAD np	FRACCIÓN DE NO CONFORMIDAD p	LÍMITE	
						UCL	LCL
Octubre	26	821, 520	897	146	0,1627	0,1560	0,0902
	28	1 001, 930, 982	986	161	0,1632	0,1545	0,0917
Noviembre	2	793	980	115	0,1173	0,1546	0,0916
	3	930	1 550	147	0,0948	0,1482	0,0981
	4	793, 1 001 , 982	1 652	216	0,1307	0,1474	0,0989
	9	930, 520	2 182	341	0,1562	0,1442	0,1020
	10	821, 235, 982	2 098	284	0,1353	0,1446	0,1016
	11	793, 1 001, 982	1 753	217	0,1237	0,1467	0,0996
	12	1280	1 658	213	0,1284	0,1473	0,0989
	15	982, 821, 793	1 757	196	0,1115	0,1466	0,0996
	16	369	1 432	99	0,0691	0,1492	0,0971
	17	821, 982	962	110	0,1143	0,1549	0,0913
	18	930, 520, 369	1 150	149	0,1295	0,1522	0,0941
	22	821, 930	1 450	160	0,1103	0,1490	0,0972
	23	821, 982, 930 1 001, 369, 520	1 380	127	0,0920	0,1497	0,0966
	26	821, 972, 982, 520	1 424	116	0,0814	0,1492	0,0970
	29	930, 982, 1 001 821, 793, 962, 1 167	1 214	68	0,0560	0,1514	0,0948
Diciembre	2	821, 520, 369 1 001, 930, 962	1 428	79	0,0553	0,1492	0,0970
	6	821, 982, 930 1 001, 962	1 403	107	0,0762	0,1494	0,0968
	9	1 001	1 368	84	0,0614	0,1498	0,0965
	14	1 001	1 250	69	0,0552	0,1510	0,0952
	17	982	1 520	310	0,2039	0,1484	0,0978
	20	883	711	129	0,1814	0,1601	0,0862
	21	821, 930, 1001	1 560	356	0,2282	0,1481	0,0982
	22	420, 821, 1 001, 982	1 352	256	0,1893	0,1499	0,0963
Enero	28	520, 1 001, 930, 962	1 687	356	0,2110	0,1471	0,0991
	3	420, 821, 1 001, 982	1 866	150	0,0803	0,1459	0,1003
	5	982	1 103	253	0,2293	0,1528	0,0943
			38 670	4761			

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos en Planta Santa María Cauqué.

Figura 23. **Tendencia de la calidad del elotín exportado, a finales de octubre 2010 a principios de enero de 2011**



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Calidad de elotín fuera de los límites de control**



Fuente: elaboración propia.

La tendencia de calidad se había mantenido en un promedio de 0,12 (12 %) de unidades no conforme con la muestra variable, donde se muestra fuera del límite de control, porque en la primera semana de diciembre la cantidad de materia prima era tanta que ya no fue posible terminar el inventario diario que se fue acumulando hasta tal punto que la calidad se fue deteriorando, aparte nada de este producto estuvo en cuarto frío. Las causas principales de no conformidad son la pérdida de turgencia y sabor.

Tomar en cuenta los costos implicados, pérdida de tiempo en estar buscando lo mejor dentro de un lote muy rezagado, aparte las especificaciones de calidad no se cumplen. Se podría aprovechar mejor la mano de obra, se cumplen con los pedidos (al no atrasarse por lotes que se saben que están mal), no se corre el riesgo de reclamos de calidad, no se desvelan tanto (desgaste físico para el personal) al aprovechar el producto más reciente a menos que se tenga la certeza suficiente de que el producto puede moverse y que la rotación de inventario sea diaria. Las figuras 25 y 26 presentan el muestreo de lotes y las no conformidades del elotín procesado.

Figura 25. **Muestreo de lotes**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

Figura 26. **No conformidades de elotín procesado**



Fuente: planta Santa María Cauqué.

2.4. Sistema de tratamiento de agua

Los elementos que comprenden un sistema descentralizado incluyen: pretratamiento de las aguas residuales, recolección de las aguas residuales, tratamiento de las aguas residuales, reutilización o vertimiento del efluente y manejo de biosólidos y de lodos de tanques sépticos. A pesar de que son los mismos componentes para los grandes sistemas centralizados, la diferencia está en la tecnología utilizada. Debe también notarse que no todos los sistemas descentralizados incorporarán todos los elementos mencionados anteriormente.

La mayoría de cultivos son rastreros por lo que el lavado y desinfección de los vegetales es de vital importancia en una industria de alimentos debido a la importancia de eliminar microorganismos que puedan ser foco de contaminación microbiológica.

Además de ayudar en la remoción de gran cantidad de residuos de suelo y materia orgánica que estos puedan traer adheridos. Se describe el de lavado de vegetales en piletas en el siguiente instructivo:

- Cada lote de producto con su respectivo código de productor, luego de ser pesado y analizado por la mesa de control de calidad deberá ser trasladado al área de Lavado.
- En el área de Lavado se le realizará un doble lavado en tres piletas de acero inoxidable con un volumen de 65 galones de agua aproximado.

Las dos piletas de Lavado tienen las siguientes concentraciones de productos:

Pileta 1: cloro a una concentración de 4 a 15 partes por millón de cloro libre.

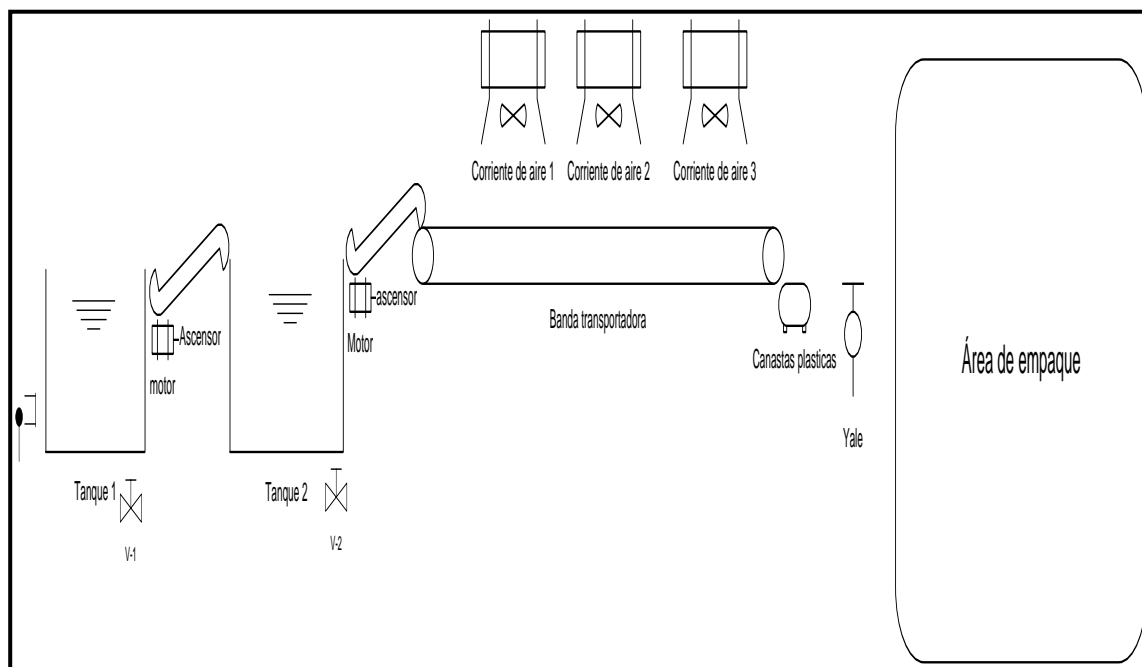
Pileta 2: Virkon S (producto Bayer) 0,5 % (1:200).

- En cada pileta se le realizará el lavado de cada lote con ayuda de guantes de hule, en un tiempo de 2 minutos en cada pileta (el tiempo de exposición del producto dentro del agua clorada es para fines de retirar residuos de suelo, ya que con esa concentración de cloro, la carga microbiológica, muere al contacto), para luego ser trasladado al área de Empaque para su selección y clasificación.
- El agua de las piletas deberá ser cambiada cuando se evidencie turbidez en ella y exista riesgo de que no esté removiendo la suciedad, o bien, cada vez que la medición de la concentración de cloro esté llegando a sus límites mínimos.

- El manejo de las dosis de los productos utilizados en el lavado, es responsabilidad del personal del laboratorio de Garantía de Calidad, el analista del laboratorio entrega la dosis exacta de gramos de cloro y Virkon S a ser agregados por pileta, esta cantidad es pesada en la balanza analítica del Laboratorio de Control de Calidad.
- El monitoreo de las concentraciones de cloro y Virkon S en las piletas es responsabilidad del personal de control de calidad, quienes miden la concentración de producto en cualquier momento durante el proceso de lavado.
- Una vez lavado el producto, se deja escurrir en las canastas sobre tarimas dentro del cuarto frío y regresa a las mesas de empaque para ser clasificado y empacado, bajo las mismas condiciones de limpieza y desinfección de la planta.
- Limpieza y desinfección relacionada con el proceso: además del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura que se controla diariamente por el personal de control de calidad, el personal encargado del proceso debe cumplir con:
 - Los cuchillos utilizados para el corte, son desinfectados en una solución de amonio cuaternario a 400 partes por millón y esta concentración es monitoreada una vez al día por el personal de control de calidad.
 - Las mesas se desinfectan con una solución de amonio cuaternario a 400 partes por millón y esta concentración es monitoreada una vez al día por el personal de control de calidad.

- Si el personal trabaja con guantes, estos deberán ser de nitrilo y tanto los guantes como las manos del personal son desinfectadas con jabón a base de amonio cuaternario y con alcohol en gel durante el tiempo de proceso.
- El producto empacado se coloca sobre tarimas y se fleja, luego es trasladado al cuarto frío de producto terminado donde se almacena a una temperatura de cuatro grados centígrados mientras espera ser trasladado a los camiones con refrigeración de la Cooperativa para ser entregado a su destino. La figura 27 muestra el esquema del proceso de lavado de ejote.

Figura 27. Esquema del proceso de lavado de ejote



Fuente: elaboración propia con programa Visio 2003.

Lavadora de vegetales construida completamente de acero inoxidable 304 con una capacidad 1 500 kilogramos/hora. Incluye su tanque de recirculación de agua con su respectiva bomba de 1 ½ caballos de fuerza, además cuenta con una banda transportadora elevadora (motor ¾ caballos de fuerza) con banda modular plástica para sacar el producto procesado. La máquina basa su funcionamiento en la turbulencia provocada por la recirculación del agua aplicada en el tanque con su diseño particular. Dimensiones 2,70 metros de largo por 0,88 metros de ancho por 0,91 metros de altura en el tanque. Puede procesar arveja china, ejote francés y otros. La máquina lavadora de vegetales es presentada en la figura 28.

Figura 28. **Máquina lavadora de vegetales**



Fuente: planta Central, Santiago Sacatepéquez.

2.4.1. Sistema de obtención de agua

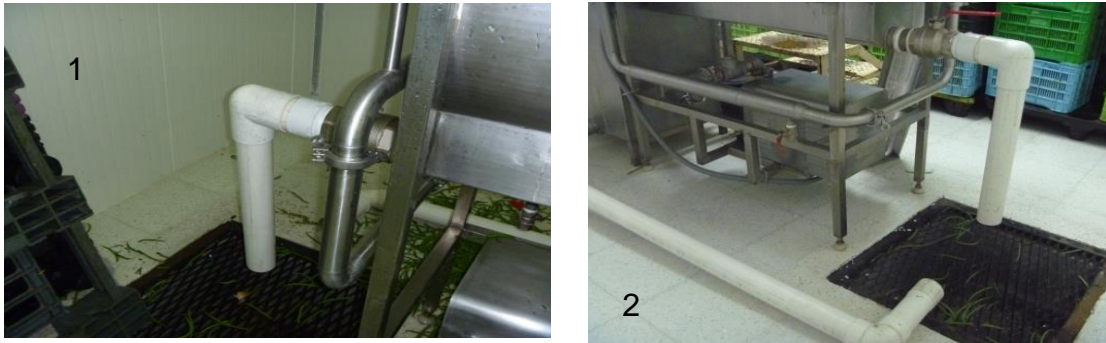
El agua se obtendrá del lavado de vegetales (ejote). La propuesta es la siguiente:

La planta de la Cooperativa será del tipo convencional de funcionamiento mecánico y consta de los siguientes procesos: tamizado, captación del afluente, clarificación por sedimentación y filtración en arena con velocidad variable declinante y lavado mutuo, la desinfección con cloro que ya lo trae del proceso inicial. El diseño fue proyectado para 2 etapas de 12 metros cúbicos cada una y una capacidad final de 10 metros cúbicos.

- Cámara de llegada: un tubo de 3 pulgadas de diámetro, introduce las descargas de ambos tanques a una caja principal de 0,80 metros de ancho por 0,80 metros de largo y transporta el agua hacia el depósito.
- Medición del caudal y mezcla rápida: en ambos tanques los tubos de descarga son de 3 pulgadas de diámetro por lo que el caudal es el mismo de manera que las válvulas de paso tengan la misma abertura y que las dos se abran al mismo tiempo para que la mezcla se realice sin tener que utilizar otro dispositivo.

La figura 29 presenta las descargas de tanque de lavado 1 y la descarga de tanque de lavado 2, la obtención del agua para la sedimentación.

Figura 29. Descargas de tanque de lavado 1 y tanque de lavado 2



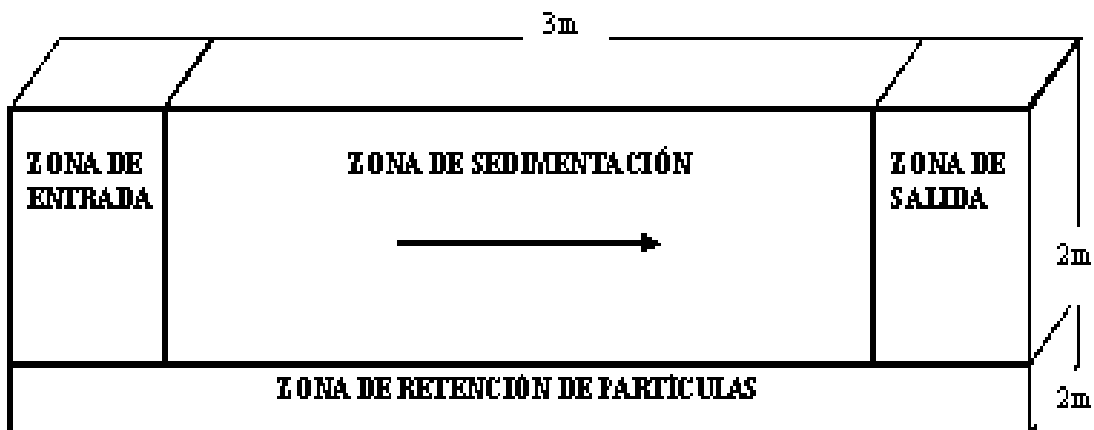
Fuente: planta central, Santiago Sacatepéquez.

En esta etapa no se necesita agregar ningún coagulante pues el efecto de la gravedad en el tiempo de 12 horas logra sedimentar los sólidos suspendidos y clarificar el agua lo suficiente para los fines requeridos que es reutilizar el agua para riego de áreas verdes o riego agrícola (ver resultado de análisis fisicoquímico, fuente de agua, agua del proceso de lavado y agua tratada).

- Sedimentación: son los fenómenos mediante los cuales los sólidos en suspensión en un fluido son separados del mismo, debido al efecto de la gravedad. En un sentido amplio el término sedimentación comprende un grupo de acciones diferentes según el tipo y concentración de sólidos o partículas en suspensión, los que se resumen en los modelos indicados en la tabla V-1 (Ver anexos), el modelo propuesto responde a las siguientes características:
 - Se identifican en el tanque de sedimentación cuatro zonas independientes: entrada, salida, sedimentación y retención de partículas sedimentadas (ver figura 30).

- Hay una distribución uniforme de partículas en la entrada. La concentración de partículas de cada tamaño es por lo tanto, la misma en todos los puntos de la sección transversal de entrada.
- En la zona de sedimentación, la dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos, por lo que responde a un modelo de flujo tipo pistón.
- Toda partícula que entra a la zona de lodos queda atrapada y se considera removida.
- Las partículas, aun siendo de diferentes tamaños, se comportan como partículas discretas y aisladas en la zona de sedimentación, o sea se produce clarificación tipo 1.

Figura 30. **Esquema de sedimentación de agua**



Fuente: VALENCIA, Jorge. *Teoría y práctica de la purificación de agua*. p. 216.

Figura 31. **Captación de agua de proceso de lavado y agua sedimentada**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 31, se observa el cambio de turbidez después de 12 horas de sedimentación con pruebas sencillas de sedimentación en frascos de vidrio común.

El sedimentador propiamente dicho está constituido por 3 metros de largo por 2 metros de ancho por 2 metros de profundidad para una capacidad de 12 metros cúbicos. La profundidad total del tanque se distribuye como sigue, de arriba hacia abajo:

- Borde libre 0,30 m
 - Espacio vertical ocupado por agua clarificada 1,70 m
 - Altura adicional para depósito de lodos 0,25 m
- TOTAL 2,25 m

La figura 32 presenta la configuración típica de sedimentación flujo horizontal.

Figura 32. Configuración típica de sedimentación flujo horizontal



Fuente: VALENCIA, Jorge. *Teoría y práctica de la purificación de agua*. p. 201.

- Lodos: dada la escasez habitual de sedimentos en la fuente, para la recolección de lodos se ha proyectado un sistema simplificado en especie de tolva longitudinal con 45° de pendiente transversal que lo concentran sobre un *manifold* longitudinal. El *manifold* tiene 0,5 metros de longitud y 3 pulgadas de diámetro de tubo pvc, al final del *manifold* se ha previsto la instalación de una válvula de mariposa la cual podrá operarse manualmente (dependiendo de la turbiedad del agua cruda) por pocos minutos, sin necesidad de vaciar la unidad de sedimentación.
- Efluente: para la recolección del agua sedimentada se ha proyectado un sistema con borde libre de 0,30 metros donde sale por el nivel superior por un tubo de 3 pulgadas de diámetro el cual escurre libremente al canal que comunica con el canal de distribución al tanque de filtración según vaya ingresando el nuevo afluente.
- Desagüe: durante la operación de lavado, el desagüe se efectúa mediante válvula de mariposa la cual conecta el canal de lavado con el canal general de desagüe de sedimentador.

2.4.2. Sistema de captación y distribución del influente

Salida de la planta: el agua sedimentada es recolectada en un tanque adaptado convenientemente para servir como pozo de succión del sistema de bombeo para los fines establecidos para su reutilización para riego de áreas verdes o riego agrícola de áreas aledañas, de descarga libre de 1,5 metros de longitud donde parten las tuberías de abastecimiento a las redes de distribución.

2.4.3. Análisis fisicoquímico del agua residual

El programa de muestreo consiste en tomar una muestra manual compuesta por cada uno de los tanques o depósitos de lavado, bien identificado, sellado, registrado en el libro de campo, registro de cuidado en el transporte, orden de solicitud de análisis físico, químico o microbiológico, entrega de muestra en el laboratorio, recepción de la muestra y obtención de resultados. Ver tablas XVII y XVIII, utilizadas como referencia para la interpretación de los resultados de los análisis.

Los datos del análisis de las muestras servirán para la implementación del tratamiento del agua del lavado de vegetales. El programa de muestreo de la Cooperativa se realiza una vez al mes llevándose a cabo con el propósito de obtener datos necesarios para reportar el cumplimiento de las normas y el uso racional de plaguicidas, además de obtener datos operacionales de rutina. En cambio se llevará a cabo el muestreo de agua en dos épocas distintas, verano e invierno con el propósito de obtener datos que pueden usarse para documentar el desempeño del proceso de lavado de vegetales y obtener datos que pueden usarse para implementar programas nuevos propuestos dentro del aspecto de producción más limpia.

Tabla XVII. **Análisis comunes usados para estimar los constituyentes encontrados en las aguas residuales**

Prueba	Abreviatura/ definición	Uso o significado del resultado
Características físicas		
Sólidos totales	ST	Determinar la clase de proceso u operación más apropiada para su tratamiento.
Sólidos volátiles totales	SVT	
Sólidos fijos totales	SFT	
Sólidos suspendidos totales	SST	
Sólidos suspendidos volátiles	SSV	
Sólidos suspendidos fijos	SSF	
Sólidos disueltos totales	SDT (ST-SST)	Estimar la reutilización potencial del agua residual.
Sólidos disueltos volátiles	SDV	
Sólidos disueltos fijos totales	SDF	
Sólidos sedimentables		Determinar aquellos sólidos que se sedimentan por gravedad en tiempo específico.
Distribución de partículas por tamaño	DPT	Evaluar el desempeño de los procesos de tratamiento.
Turbiedad	UNT	Evaluar la calidad del agua residual tratada.
Color	Café claro, gris, negro	Estimar la condición del agua residual (fresca o séptica).
Transmitancia	%T	Estimar si el efluente tratado es apropiado para desinfección con radiación UV.
Olor	NUO	Determinar si el olor puede ser problema.
Temperatura	°Co°F	Importante en el diseño y operación de instalaciones de tratamiento con procesos biológicos.
Densidad	P	Estimar si el efluente tratado es apto para su uso agrícola.
Conductividad	CE	

Fuente: CRITES, Ron. *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. p. 22 y 23.

Continuación de la tabla XVII.

Características químicas orgánicas		
Demanda bioquímica carbonácea de oxígeno a cinco días	DBOC ₅	Medida de la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente un residuo.
Demanda bioquímica carbonácea de oxígeno ultima	DBOU(DBO _{U,L})	
Demanda de oxígeno nitrogenácea	DON	Medida de la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente el nitrógeno amoniacal de un agua residual a nitratos.
Demanda química de oxígeno	DQO	Usada con frecuencia como sustituto de la prueba de DBO
Carbono orgánico total	COT	Usado con frecuencia como sustituto de la prueba de DBO
Compuestos y clases de compuestos orgánicos específicos		Determinar la presencia de compuestos orgánicos específicos y estimar la necesidad de medidas especiales en el diseño para su remoción.
Características biológicas		
Organismos coliformes	NMP (Numero más probable)	Estimar la presencia de bacterias patógenas y la eficiencia del proceso de desinfección.
Microorganismos específicos	Bacterias, protozoos, helmintos, virus)	Estimar la presencia de organismos específicos en conexión con la operación de la planta de tratamiento y la reutilización del agua.
Toxicidad	UT _A y UT _C	Unidad tóxica aguda, unidad tóxica crónica

Fuente: CRITES, Ron. *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. p. 22 y 23.

Tabla XVIII. **Principales constituyentes de interés en el tratamiento de aguas residuales**

constituyentes	Razones de Interés
Sólidos suspendidos totales	Formación de depósitos de lodos y condiciones anaerobias.
Compuestos orgánicos biodegradables	Agotamiento del oxígeno en fuentes naturales y desarrollo de condiciones sépticas.
Constituyentes inorgánicos disueltos (por ejemplo sólidos disueltos totales)	Constituyentes metálicos adicionados por el uso. Aplicación en el reciclaje y en la reutilización de aguas residuales.
Metales pesados	Constituyentes metálicos adicionados por el uso. Muchos metales se clasifican como polutantes de prioridad.
Nutrientes	Crecimiento excesivo de la vida acuática indeseable, eutroficación, concentración de nitratos en agua para consumo.
Patógenos	Transmisión de enfermedades.
Polutantes orgánicos prioritarios	Sospechosos de ser carcinogénicos, mutagénicos, teratogénicos o de toxicidad aguda alta. Muchos Polutantes prioritarios son resistentes a los métodos de tratamiento convencionales (conocidos como compuestos orgánicos refractarios).

Fuente: CRITES, Ron. *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas población*. p. 25.

Las tablas anteriores sirven para interpretar los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, según la Norma Coguanor ngo 29001:99, los límites mínimos aceptables y los límites máximos permitidos.

Los parámetros medidos en el análisis fisicoquímico de aguas tomadas en cuenta son: color, olor, conductividad, salinidad, sólidos totales disueltos, pH, turbidez, dureza total (CaCO_3), hierro total, cloruros, calcio, magnesio, manganeso, nitratos, nitritos, sulfatos y cloro residual.

Según los resultados obtenidos, en la muestra 430 (agua tratada) tomada de la fuente de abastecimiento después de lavar ejote en una mezcla del agua depósito del tanque 1 y depósito del tanque 2, luego de doce horas de sedimentación, se observa que los parámetros medidos se encuentran dentro de los límites, en comparación con la muestra 431 (agua sin tratar) todos los parámetros medidos disminuyeron, específicamente el color que paso de 61,0 u Pt/Co a 29,0 u Pt/Co y la turbidez que estaba en 23,40 UNT paso a 6,93 UNT. Ver análisis fisicoquímico de agua en anexos.

En la muestra 431 tomada del tanque 2 (agua de ejote lavado sin tratar) de los parámetros medidos el color se encuentra fuera de los límites que va de 5,0 u Pt/Co-35, 0 u Pt/Co, el resultado fue de 61,0 u Pt/Co. Amarrado a esto la turbidez se encuentra fuera de los límites con 23,40 UNT siendo los límites aceptables entre 5,0-15,0 UNT.

Con la práctica sencilla de sedimentación se puede decir que se reducen los parámetros medidos y se puede aprovechar la calidad del agua para los fines establecidos. En todo caso no se utilizará para los fines establecidos al momento de descarga a tuberías municipales no se estaría incumpliendo con la norma pues los parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos.

2.4.4. Propuesta de diseño de tratamiento de agua

Los métodos de reutilización o vertimiento de las aguas residuales son presentados en la tabla XIX a medida que el nivel de tratamiento aumenta, la potencialidad de un uso benéfico para las aguas tratadas también aumenta. La reutilización de los efluentes tratados requiere que los criterios de calidad del agua tratada sean cada vez más exigentes. En los sistemas de manejo descentralizados de aguas residuales de zonas rurales. Las formas más probables de reutilización serán el riego agrícola y el riego de campos de áreas verdes.

Tabla XIX. **Opciones típicas de reutilización y vertimiento de aguas residuales para sistemas pequeños y descentralizados**

Opción	Ejemplos
Humedales artificiales	Sistema de flujo libre. Sistema de flujo subsuperficial.
Descarga a cuerpos de agua	Corrientes, lagos, estanques, reservorios, bahías, diques, ríos, océanos.
Aplicación en el suelo	Aplicación superficial. Aplicación por aspersión. Aplicación por goteo.
Aplicaciones de reutilización	Riego agrícola. Riego de zonas verdes. Recarga de acuíferos. Humedales naturales. Abastecimiento de agua no potable. Abastecimiento industrial. Lagos recreacionales. Aumento del agua para abastecimiento.

Continuación de la tabla XIX.

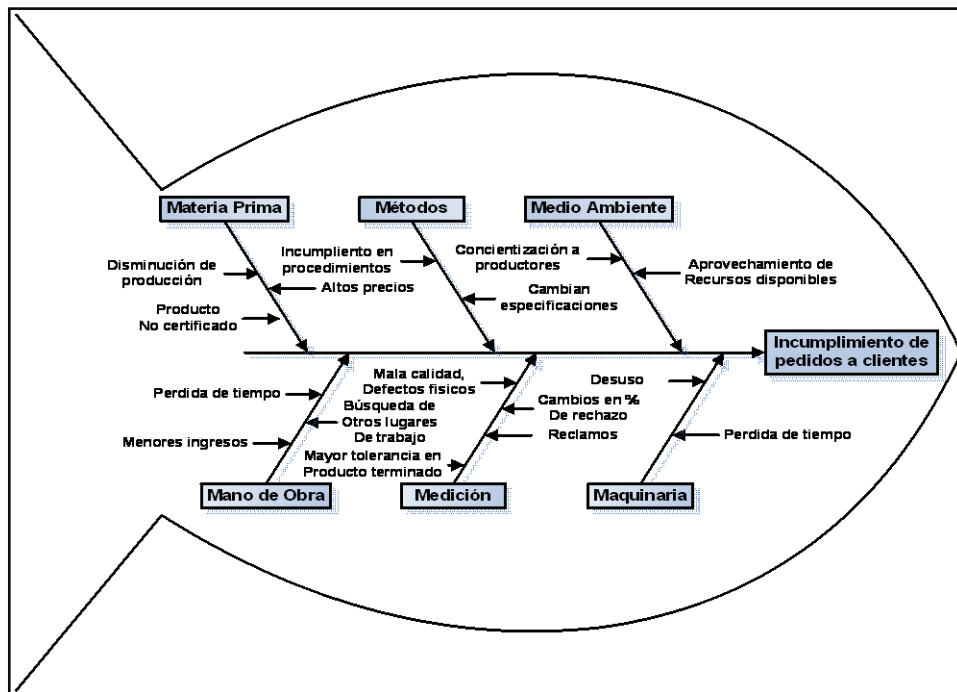
Disposición superficial en el suelo	Sistemas de absorción en el suelo. Campos de infiltración convencionales. Campos de infiltración poco profundos dosificados a presión. Campos de infiltración poco profundos a presión con lechos de arena. Riego por goteo. Lechos de infiltración. Sistemas de infiltración en terraplén.
--	---

Fuente: CRITES, Ron. *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. p. 9.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

En la fase de investigación se utilizó el diagrama de causa-efecto para seguir en la producción agrícola (productos agrícolas importantes para exportación de la Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos R. L.), que afectan la calidad de la materia prima y cumplimiento de órdenes de despacho de los clientes según pedidos, ver figura 33.

Figura 33. Diagrama Causa-Efecto en caso de sequía, producción agrícola



Fuente: elaboración propia con programa Visio 2003.

Plan de contingencia en caso de sequía, afectando directamente la producción agrícola.

En un período de tiempo en que la ocurrencia de precipitaciones es menor que el promedio da lugar a sequía afectando actividades humanas causando daño en el aspecto económico afectando la producción agrícola y pecuaria, la magnitud, duración y severidad es indefinida. Desde el punto de vista de los efectos que provoca porque no es fácilmente detectable.

La zona a la que se hace referencia en este documento incluye las áreas cercanas a la Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos, R. L. tomando las comunidades de Sumpango, Santiago, Santa María Cauqué, San Mateo, siendo comunidades pertenecientes al departamento de Sacatepéquez que no está incluido en el corredor seco del país, el alcance o la severidad de sequía no ha sido marcada, sin embargo, es afectado por períodos de lluvia escasa afectando los cultivos agrícolas, siendo la principal fuente de ingreso para las familias.

En realidad la forma más práctica de identificar un período seco es en la cantidad de materia prima recibida en cada comunidad, la calidad del mismo pudiéndose detectar mancha blanca, presencia o daño por plagas.

En períodos de lluvia normales (mayo-octubre) el Departamento Agrícola de la Cooperativa realiza sus programaciones, con un estimado de más del 10 % del año anterior según demanda de producto terminado. Se establecen precios fijos o precios de mercado según producto con los productores, además se establece una cuota de entrega de producto por cuerda cultivada.

En período prolongado de ausencia de lluvias o disminución de los niveles de precipitación caídos en la zona, la producción se ve afectada llegando a estresar al cultivo y producir menos en un corto tiempo, aparición de plagas dañando a los cultivos, con ello el incremento de precio de productos agrícolas en el mercado dándoles la tentación a los productores de no entregar su producto a la Cooperativa y venderlo a otros compradores para otras empresas porque obtienen quizás mejores precios.

3.1. Identificación de zonas de seguridad ante desastres naturales de sequías

Afectadas las familias por la pérdida parcial o total de cultivos por falta de agua, ven la opción de migrar hacia otras partes y buscar otras alternativas de trabajo, pero la mejor zona de seguridad o resguardo para las áreas es en su misma comunidad pues la cercanía y el resguardo hacia la capital podrían ser más difíciles y el acceso al servicio de agua es escasa debido a la concentración de población y a los altos consumos producidos por las industrias y servicios.

Las autoridades locales deben en todo momento velar por la salubridad pública estableciendo según el caso las correspondientes ayudas y controles epidemiológicos, tomando en cuenta la falta de agua potable y de riego, propagación de enfermedades, desecación de tierras, aparición o alteración de plagas y enfermedades en la producción agrícola y/o pecuaria.

3.2. Localización de ubicación de extintores, interruptores de energía eléctrica, botiquines, llaves de agua o gas

En cada comunidad existe al menos un extintor, colocado estratégicamente en el área de recepción de los centros de acopio, esto por cualquier incidente que pueda ocurrir, además cuentan con botiquines con medicina y equipo básico para la atención tanto del personal que labora en planta, como personal que transporta materia prima o producto terminado, darle atención al que lo necesite teniendo en cada comunidad como encargada a una enfermera que pueda atender cualquier eventualidad.

3.3. Plan de emergencia

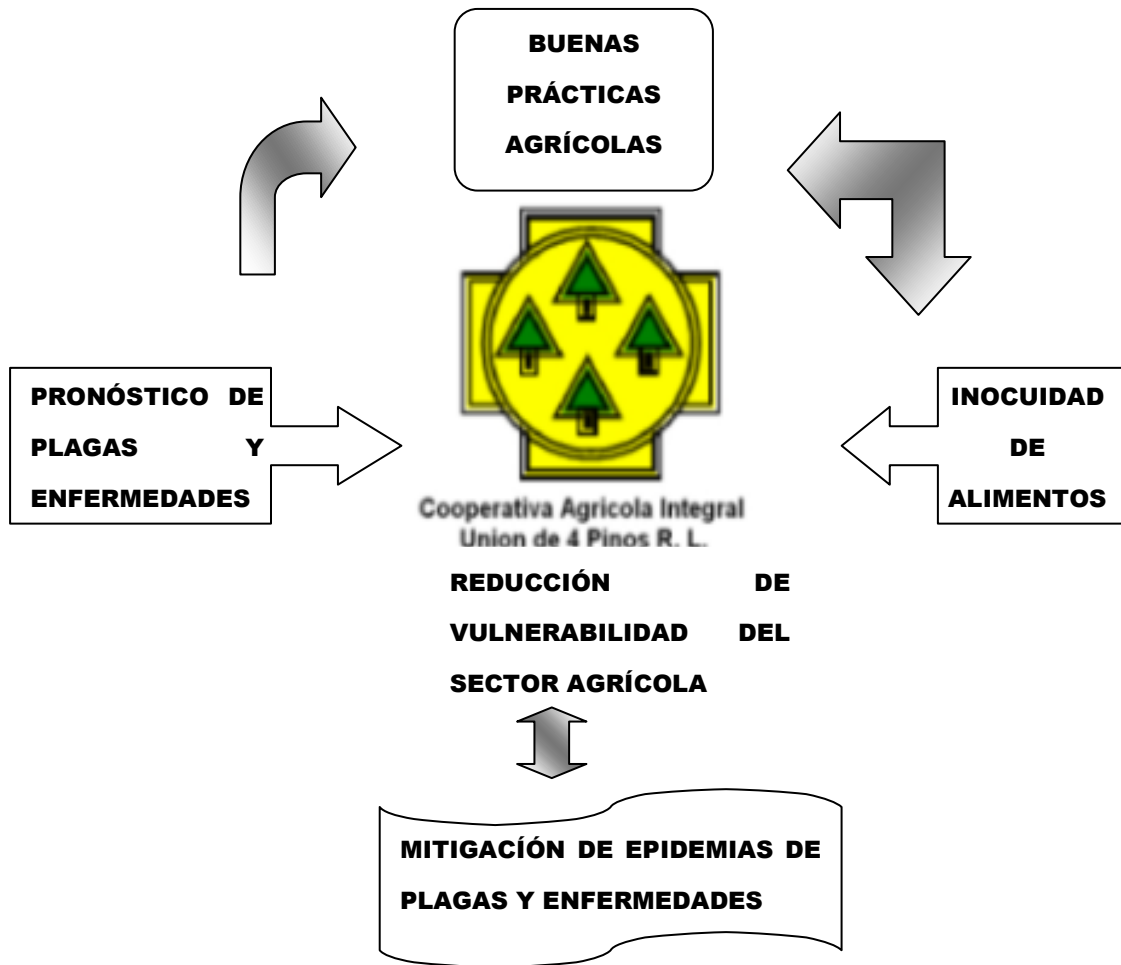
En el plan de emergencia, se pretende involucrar a los departamentos de la Cooperativa y los productores sobre la importancia que tiene la producción agrícola, bajo la supervisión de los encargados de las distintas áreas, pues se manejan productos certificados en el que el prestigio de la empresa está en juego, esto porque muchas veces al encarecerse los precios de los cultivos agrícolas en el mercado, los productores desvían el producto para otros compradores de otras empresas, desabasteciendo a la Cooperativa obligando a comprar producto de productores no pertenecientes a la Cooperativa.

3.3.1. ¿Qué hacer antes, durante y después de la emergencia en caso de sequía?

Por lo anterior, se hace necesario desarrollar una serie de sistemas integrados que permita, disminuir la vulnerabilidad del sector agropecuario de las comunidades asociadas a la Cooperativa a los efectos producidos por los fenómenos naturales y provocados, los cuales deben actuar de manera correlacionada en todos sus componentes; el sistema que se propone, pretende establecer en principio los elementos que permitan ir desde la importancia a la etapa preventiva.

De esta forma se implementará un sistema de pronósticos de plagas y enfermedades el cual permitirá establecer un corredor epidemiológico y una zonificación de las áreas mayormente susceptibles, haciendo de esta manera más efectiva los programas de prevención, control y erradicación. Vigilancia en las áreas de cultivo a punto de producir y llevarles un récord de entrega de producto (cumplimiento de metas por cuerda cultivada). La figura 34 presenta la propuesta del esquema a seguir en caso de sequía.

Figura 34. Esquema a seguir en caso de sequía



Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA

La fase de docencia se basó específicamente en determinar ver la importancia que cada empleado tiene independientemente de la actividad que realiza en el alcance de los objetivos de la empresa, que son una cadena de eslabones, del trabajo en equipo y del aporte de ideas para la mejora continua.

4.1. Capacitación al personal sobre el uso de los gráficos de control de calidad, trabajo en equipo, prácticas de limpieza, contaminación cruzada y plan de contingencia

La generación y promoción de relaciones laborales sanas y productivas entre la organización y sus empleados que incluyen procesos de prevención y resolución de conflictos individuales y grupales, así como la promulgación de políticas o disposiciones administrativas que generan una estabilidad tanto emocional, laboral y relaciones interpersonales entre el equipo de trabajo, desde los niveles más altos a los niveles en los que el cliente interno (trabajador) es el actor directo en el proceso, pues todo va encadenado a la productividad de la Cooperativa, en los que se les da la formación necesaria tomando en cuenta sus necesidades fisiológicas, de seguridad, de afiliación, de reconocimiento y autorrealización.

Anualmente la Cooperativa tiene una serie de capacitaciones para el personal orientadas a fortalecer el concepto de calidad e inocuidad de los alimentos, la importancia que cada uno ejerce con su labor dentro de la cooperativa.

Vender la idea del ganar-ganar hace un ambiente de trabajo quizás no el mejor pero en el que el cliente interno se siente importante por la aportación que genera con su trabajo, esto hace que inconscientemente este pueda agregar valor a lo que hace, utilizar de mejor manera los recursos disponibles y contribuir al desarrollo de un ambiente agradable de trabajo. Desafortunadamente no todos tienen la mentalidad ganar-ganar, sin embargo, la necesidad de trabajo hace que uno permanezca en el medio, es por ello que la labor del encargado en recalcar constantemente la importancia de su trabajo.

A través de las capacitaciones aunque sean repetitivas para algunos porque existen personas que aunque existan adversidades en el trabajo son fieles y permanecen dentro de la empresa o la constante rotación del personal por diversas razones, pago a destajo, desvelos (horarios no flexibles), cansancio, enfermedad, embarazos, bajos rendimientos; hace que sea necesario inducir al personal a realizar bajo toda la normativa o política la inocuidad de los alimentos, que no solo sirve en el ambiente de trabajo en la empresa si no que contribuye a desarrollar este tipo de cultura en los hogares de estas personas mejorando así su calidad de vida higiénicamente hablando.

4.1.1. Propósito

Generar en el personal una cultura de higiene aplicable en todo momento tanto en su lugar de trabajo como en su vida cotidiana.

4.1.2. Elaboración

Las capacitaciones son grupales, dado el tiempo limitado con presentaciones proyectadas en DVD y evaluaciones por escrito para verificar el entendimiento o si el mensaje fue captado, además actividades grupales (dinámicas, juegos, exposiciones, entre otros).

4.1.3. Acciones para mejorar

- Explicar claramente y difundir la política sanitaria de la empresa para que el personal que labora en planta pueda estar enterado de sus derechos y obligaciones como trabajador de la Cooperativa.
- Establecer un calendario de capacitaciones anuales que puedan cumplirse.

4.2. Planificación de capacitaciones

La planificación se elabora en un calendario anual tratando de cumplir una capacitación mensual, la fecha y la hora serán establecidas según la disponibilidad de equipo audiovisual preferentemente en la primera semana del mes porque es cuando regularmente personal nuevo se integra a la empresa. La tabla XX presenta la planificación anual de capacitaciones planta Santa María.

Tabla XX. **Programación anual de capacitaciones planta Santa María**

Mes	Capacitación sobre	Propósito
Enero	Buenas Practicas de Manufactura	Medidas higiénico sanitarias para la inocuidad de los alimentos.
Febrero	Higiene del personal	Aseo personal
Marzo	Ciclo de la mejora continua	Integración del personal a su área de trabajo, mayor productividad
Abril	Contaminación cruzada	Hacer ver que la contaminación ocurre niveles que no se detectan a simple vista.
Mayo	Buenas Practicas de Manufactura	Medidas higiénico sanitarias para la inocuidad de los alimentos.
Junio	Procedimientos	Asegurar que la totalidad de las instalaciones, se mantengan debidamente limpios.
Julio	Registros	Correcta compleción de registros
Agosto	Defensa de los alimentos	Proteger el suministro de alimentos contra la contaminación intencional debido al sabotaje, terrorismo, falsificación, u otros medios ilegales, intencionalmente perjudiciales.
Septiembre	Buenas Prácticas de Manufactura	Medidas higiénico sanitarias para la inocuidad de los alimentos.
Octubre	Higiene del personal	Aseo personal
Noviembre	Contaminación cruzada	Hacer ver que la contaminación ocurre niveles que no se detectan a simple vista.
Diciembre	Ciclo de la mejora continua	Integración del personal a su área de trabajo, mayor productividad

Fuente: elaboración propia.

Según la fecha programada se hará solicitud de materiales y equipo para llevar a cabo la capacitación como: equipo audiovisual, marcadores, papel manila, crayones, hojas, copias, entre otros.

CONCLUSIONES

1. La capacidad instalada se aprovecha en un 75 %, pudiendo tener espacio para albergar más personal en temporadas altas. Tomando en cuenta que el personal nuevo lleva por lo menos 3 meses en aprender e igualar incluso superar, el rendimiento de las personas ya existentes.
2. El cuello de botella que actualmente se tiene, es que el personal de empaque entra uno o dos horas después que el personal de mesa, esto implica acumulación del producto terminado en la estación uno, para seguir el proceso a las estaciones posteriores, afectando la calidad del producto.
3. En la utilización de uña como herramienta de corte aumenta el rendimiento del pelado de elotín en 0,57 bandejas más si utilizan cuchillo, la producción por hora por persona utilizando uña como herramienta de corte es de 12,00 bandejas y 11,43 bandejas por hora por persona si utiliza herramienta de corte cuchillo.
4. Unos de los inconvenientes es que si la uña le queda floja a la persona que lo utiliza se le puede soltar fácilmente y la acumulación de suciedad por residuos orgánicos es mayor, por lo que al elaborar las uñas tiene que ser de la medida exacta al dedo de la persona que lo vaya utilizar.

5. Se determinó en el balance de línea que son necesarias 73 personas en el área de mesas, 3 supervisoras de calidad en la estación 2, 2 personas para el área de pesado, una persona en el área de sellado y 6 personas para el área de empaque final. Para obtener una producción semanal de 38 445 bandejas que es mayor a la demanda semanal de 13 500 bandejas, siempre y cuando se trabaje únicamente elotín.
6. Se pueden disminuir costos reduciendo el número de personas que trabajan por hora (selladoras, supervisoras, pesadoras y empaque final). Que la jornada de trabajo inicie igual para todas junto con el personal de mesa, con esto se logrará un flujo constante.
7. Los gráficos de control contribuyen a ver la tendencia de la calidad del producto exportado, sin embargo, la calidad es muchas veces perjudicada por factores inherentes a la producción, disponibilidad de materia prima, las tolerancias y los porcentajes de rechazo varían constantemente afectando o favoreciendo al productor.
8. Se adoptó el gráfico de control como parte de los inventarios de materia prima y la rotación de los mismos, según el ingreso de materia prima se trabaja primero en entrar primero en salir, cuando hay acumulación de materia prima se notifica al Departamento de Gestión de la Calidad e Inocuidad y al Departamento de Exportaciones para su posterior y adecuado manejo. Saliendo a venta local ya procesado o como producto para consumo animal.

RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento a los tiempos estándar establecidos en el estudio para hacer más eficiente el proceso.
2. Vigilar la limpieza y desinfección de las herramientas de corte, pues al usar uña en forma de anillo, la acumulación de suciedad por residuos orgánicos y la sudoración de los dedos es mayor, afectando la inocuidad del producto.
3. Cambiar la estación 3 de posición para evitar contaminación cruzada y hacer más lineal el flujo del proceso.
4. Eficientar el recurso humano y materia prima que la empresa dispone para evitar desperdicios y gastos innecesarios.
5. Se debe contar con un control de inventario y reportarlo diariamente al Departamento de Exportaciones para evitar contaminación cruzada y bajar costos de almacenamiento.
6. Se debe tener por lo menos una balanza adicional en caso de daño mecánico o descontrol de alguna de las existentes para no generar atrasos en la entrega del producto terminado.

7. Que el personal de empaque deberá ingresar juntamente con el personal de mesa, en lo que el personal de mesa comienza a generar producto en la estación uno, armen cajas tomando como referencia un estimado de pedidos anteriores para evitar atrasos posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOLAÑOS, Javier. *Diagnóstico de la situación actual del grupo de productores de vegetales de la Cooperativa Agrícola Integral “Unión de Cuatro Pinos” R. L., ubicados en la aldea San José Pacul, Santiago Sacatepéquez, con fines de implementar la normativa Global Gap, para exportación.* Guatemala: 2010. 148 p.
2. Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos. *Experiencias cuatro pinos, resumen histórico.* Guatemala: 2002. 13 p.
3. Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos. [en línea] <www.cuatropinos.com.gt> [Consulta: 17 de septiembre de 2010].
4. CRITES, Ron. *Tratamiento de aguas residuales para pequeñas poblaciones.* Colombia: McGraw Hill, 2008. 591 p.
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo.* 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 451 p.
6. GRANT, E., LEAVENWORTH R. *Control estadístico de calidad.* 2a ed. México: Continental, 1996. 722 p.
7. LARA, Ligia. *Departamento de gestión de calidad e inocuidad.* Guatemala: Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos. 2011. 15 p.

8. MOTT, Robert. *Mecánica de fluidos*. 6a ed. México: Pearson Prentice Hall, 2006. 644 p.
9. NIEBEL, B; FREIVALDS A. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 776 p.
10. PORÓN, Edwin. *Departamento de gestión de calidad e inocuidad*. Guatemala: Cooperativa Agrícola Integral Unión de Cuatro Pinos. 2011. 10 p.
11. VALENCIA Jorge. *Teoría y práctica de la purificación del agua*. 3a. ed. Colombia: McGraw Hill, 2000. 362 p. Tomo I y 793 p. Tomo II.

APÉNDICES

Formato 1) Medición de tiempos

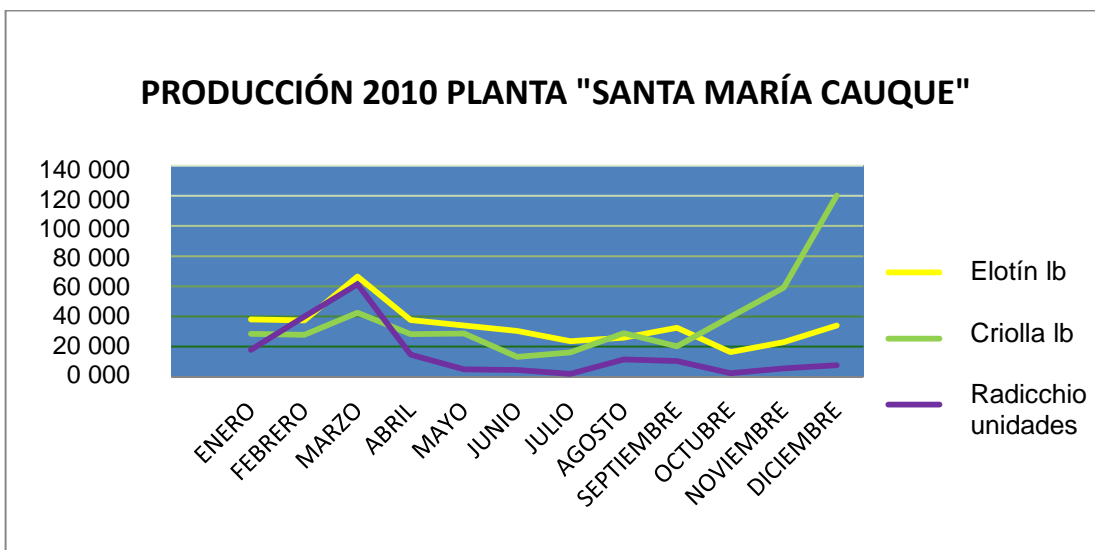
Empresa											Estudio No.		página de	
Proceso											Fecha			
Método											Técnica			
Analista											Operaria			
Elemento			Ciclo								9	10	T.Total	T. prom
No.	Nombre	Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8				
1	alcanzar elotin	T. Cronom												
2	cortar elotin	T. Cronom												
3	pelar elotin	T. Cronom												
4	limpiar elotin	T. Cronom												
OBSERVACIONES:														

Empresa											Estudio No.		página de	
Proceso											Fecha			
Método											Técnica			
Analista											Operaria			
Elemento			Ciclo								9	10	T.Total	T. prom
No.	Nombre	Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8				
1	alcanzar elotin	T. Cronom												
2	cortar elotin	T. Cronom												
3	pelar elotin	T. Cronom												
4	limpiar elotin	T. Cronom												
OBSERVACIONES:														

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Resumen de producción 2010 planta Santa María Cauque**

RESUMEN PRODUCCIÓN 2010 "SANTA MARIA CAUQUÉ"			
PRODUCTO/MES	ELOTÍN lbs.	CRIOLLA lbs.	RADICCHIO unidades
ENERO	38 064,3	28 622,8	18 054
FEBRERO	37 465,9	28 007,6	39 969
MARZO	66 457,65	42 670,04	61 416
ABRIL	37 634,3	28 452,96	14 841
MAYO	34 017,7	28 823,7	5 004
JUNIO	30 580,8	13 356,9	4 599
JULIO	23 635,8	16 259,05	2 097
AGOSTO	26 051,55	28 953,95	11 655
SEPTIEMBRE	32 559,6	20 380,4	10 503
OCTUBRE	16 434,55	39 776,32	2 466
NOVIEMBRE	23 034,2	59 129,96	5 580
DICIEMBRE	34 185,2	120 287,36	7 893
TOTAL 2010	400 121,55	454 721,04	184 077




Fuente: elaboracion propia, planta Santa Maria Cauqué.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de análisis fisicoquímico de agua

Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

1

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

No. de ingreso: **430** No. de muestras: **1 (una)**

Dirigido a: **Cooperativa Agrícola Integral Unión 4 Pinos** Captadas por: **Personal ajeno a LAFYM**

Lugar de captación: **Fuente de Agua** Captación: **26/03/11**

Tipo de muestra: **Tratada** Ingreso al laboratorio: **28/03/11**

Envase: **Recipiente no proporcionado por LAFYM** Inicio del análisis: **28/03/11**

Reporte final: **29/03/11**

PARAMETRO O SUSTANCIA	RESULTADO	COGUANOR NGO 29 001:99 LMA	COGUANOR NGO 29 001:99 LMP
COLOR	29.00 UPt/Co	5.0 u Pt/Co	35.0
Olor	<u>NO RECHAZABLE</u>	<u>NO RECHAZABLE</u>	<u>NO RECHAZABLE</u>
Conductividad	150.20 µS/cm		1 500.00 µS/cm
SALINIDAD	ausencia		
S. TOTALES DISUELTOS	149.00 mg/L	500.00 mg/L	1 500.00 mg/L
PH	7.12	7.0 – 7.5	6.5-8.5
TURBIDEZ	6.93 UNT	5.0UNT	15.0 UNT
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	24.00 mg/L	100.00 mg/L	500.00 mg/L
HIERRO TOTAL	0.21 mg/L		1.000 mg/L
CLORUROS	18.50 mg/L	100.00 mg/L	250.00 mg/L
CALCIO	12.00 mg/L	75.00 mg/L	150.00 mg/L
MAGNESIO	2.92 mg/L	50.00 mg/L	100.00 mg/L
MANGANESO	0.20 mg/L	0.050mg/L	0.5 mg/L
NITRATOS	4.90 mg/L		10.0 mg/L
NITRITOS	0.07 mg/L		1.00 mg/L
SULFATOS	178.00 mg/L	100.00 mg/L	250.00 mg/L
CLORO RESIDUAL	0.37 mg/L	0.5 mg/L	1.00 mg/L

Continuacion del anexo 1.

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

2

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS

Conclusiones:
La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los criterios de calidad de la norma COGUANOR NGO 29 001. Agua Potable, Especificaciones. A excepción del color, sin embargo por ser una agua en uso se considera satisfactoria.

*Métodos de Referencia: APHA-AWWA-WEF: *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 20 ed. 1998.*
*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio **LAFYM**
*Este informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

1. Nomenclatura utilizada:

LMA	Límite Máximo Aceptable	LMP	Límite Máximo Permissible
-----	-------------------------	-----	---------------------------


Licda. Claudia García, QB
Analista




Licda. Ana Rodas de García, QB
Garantía de Calidad

Licda. Ana E. Rodas de García
QUÍMICA BIÓLOGA
Col. 2323

Continuación del anexo 1.

Universidad de San Carlos de Guatemala

2

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

Conclusiones:
La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los criterios de calidad de la norma COGUANOR NGO 29 001. Agua Potable, Especificaciones. A excepción nitratos y cloro residual.

*Métodos de Referencia: APHA-AWWA-WEF: *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*, 20 ed. 1998.
*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM
*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

1. Nomenclatura utilizada:

LMA	Límite Máximo Aceptable	LMP	Límite Máximo Permisible
-----	-------------------------	-----	--------------------------

Licda. Claudia García, QB
Analista

Licda. Ana Rodas de García, QB
Garantía de Calidad

Licda. Ana E. Rodas de García
QUÍMICA BIÓLOGA
Col. 2323

Fuente: laboratorio de análisis físicoquímicos y microbiología LAFYM.

