



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Gestión Industrial

**AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN HOJAS ORNAMENTALES DE
LA ESPECIE *RUMOHRA ADIANTIFORMIS* DURANTE EL CICLO
POSTCOSECHA**

Inga. Wendy María Eugenia Arévalo Caballeros

Asesorado por el Ing. Edwin Giovanni Tobar Guzmán

A conferírsele el título de:

Maestra en Gestión Industrial

Guatemala, junio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN HOJAS ORNAMENTALES DE
LA ESPECIE RUMOHRA ADIANTIFORMIS DURANTE EL CICLO
POSTCOSECHA**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR:

INGA. WENDY MARÍA EUGENIA ARÉVALO CABALLEROS
ASESORADO POR EL ING. EDWIN GIOVANNI TOBAR GUZMÁN

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRA EN GESTIÓN INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Mayra Virginia Castillo Montes
EXAMINADOR	Ing. Cesar Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. José Luis Duque Franco
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 tesis titulada:

**AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN HOJAS ORNAMENTALES DE LA
ESPECIE RUMOHRA ADIANTIFORMIS DURANTE EL CICLO
POSTCOSECHA**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, con fecha 25 de octubre de 2011.



Inga. Wendy Maria Eugenia Arévalo Caballeros



Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios
De Postgrado

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del trabajo de tesis de graduación titulado **AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN HOJAS ORNAMENTALES DE LA ESPECIE RUMOHRA ADIANTIFORMIS DURANTE EL CICLO POSTCOSECHA** presentado por la Ingeniera Industrial **Wendy María Eugenia Arévalo Caballeros**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, mayo de 2012.

Cc: archivo
/la



Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios
De Postgrado

Como Revisor de la Maestría en Gestión Industrial del trabajo de tesis de graduación titulado **AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN HOJAS ORNAMENTALES DE LA ESPECIE RUMOHRA ADIANTIFORMIS DURANTE EL CICLO POSTCOSECHA**. Presentado por la Ingeniera Industrial **Wendy María Eugenia Arévalo Caballeros**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, mayo de 2012.

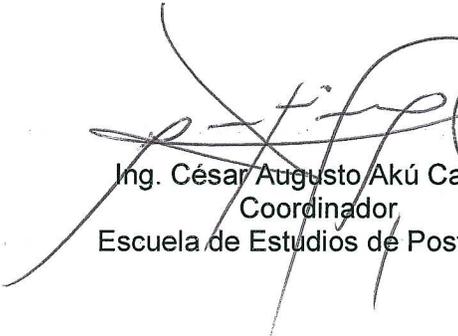
Cc: archivo
/la



Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios
De Postgrado

Como Coordinador de la Maestría en Gestión Industrial, y revisor del trabajo de tesis de graduación titulado **AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN HOJAS ORNAMENTALES DE LA ESPECIE RUMOHRA ADIANTIFORMIS DURANTE EL CICLO POSTCOSECHA**, presentado por la Ingeniera Industrial **Wendy María Eugenia Arévalo Caballeros**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, mayo de 2012.

Cc: archivo
/la

Universidad de San Carlos
de Guatemala

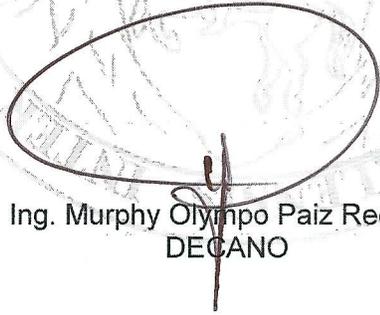


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. D. Postgrado 010.2012

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 Postgrado, al trabajo de graduación de la Maestría en Gestión Industrial titulado: **AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL EN HOJAS ORNAMENTALES DE LA ESPECIE RUMOHRA ADIANTIFORMIS DURANTE EL CICLO POSTCOSECHA**, presentado por la Ingeniera Industrial **Wendy María Eugenia Arévalo Caballeros** procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, mayo de 2012.



Cc: archivo
/1a

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por regalarme abundantes bendiciones y darme la fuerza necesaria para hoy concluir esta meta.
- Virgen María** Por ser modelo perfecto de mujer y de cristiana, por cuidarme como verdadera madre y nunca dejarme sola.
- Mis padres** Jerónimo Arévalo Alvarado y Marybel Caballeros de Arévalo, mis queridos padres, por ser inspiración y ejemplo, por su lucha diaria para darme la mejor herencia, educación.
- Mis hermanos** Paola, Manuel y David, por su cariño inagotable.

AGRADECIMIENTOS A:

Tropicultivos S.A.	Por permitirme el ingreso a sus instalaciones para llevar a cabo el desarrollo del presente estudio.
Ing. Giovanni Tobar Guzmán	Por su excelente asesoría durante mis años de formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY	XV
OBJETIVOS	XVII
HIPÓTESIS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA HOJA ORNAMENTAL	
<i>RUMOHRA ADIANTIFORMIS</i>	1
1.1. Características generales.....	1
1.2. Cultivo y producción	2
1.2.1. Factores agronómicos que inciden en su cultivo	2
1.2.1.1. Suelo	2
1.2.1.2. Temperatura	3
1.2.1.3. Luz	3
1.2.1.4. Sombra.....	3
1.2.1.5. Riego	4
1.2.1.6. Fertilización	4
1.2.2. Labores culturales.....	4
1.3. Cosecha y postcosecha	5
1.3.1. Punto de corte	5
1.3.2. Recolección	5
1.3.3. Empaque	6

1.3.4.	Tiempo promedio de vida útil.....	6
1.3.5.	Tiempo ideal de ciclo postcosecha	6
1.4.	Exportación de plantas ornamentales y follajes en Guatemala	7
1.4.1.	Ventajas competitivas de Guatemala	7
1.4.1.1.	Clima.....	7
1.4.1.2.	Organización.....	7
1.4.1.3.	Bajo costo de producción	7
1.4.1.4.	Preinspección fitosanitaria	8
1.4.1.5.	Calidad de mano de obra	8
1.4.1.6.	Comunicaciones.....	8
1.4.1.7.	Crecimiento	8
1.4.1.8.	Potencialidad	9
1.4.1.9.	Legislación	9
2.	ANÁLISIS ADMINISTRATIVO.....	11
2.1.	Historia	11
2.2.	Visión.....	12
2.3.	Misión	12
2.4.	Cadena productiva.....	12
2.5.	Estructura organizacional	12
2.6.	Localización.....	13
2.7.	Jornadas de trabajo	13
2.8.	Personal	13
2.9.	Capacidad instalada	13
2.10.	Análisis de mercado	14
2.11.	Otros productos	14
2.12.	Precios	14

3.	ANÁLISIS TÉCNICO	15
3.1.	Ciclo postcosecha	15
3.1.1.	Corte.....	15
3.1.1.1.	Recolección	15
3.1.1.2.	Transporte a planta.....	16
3.1.2.	Empaque	16
3.1.2.1.	Recepción	16
3.1.2.2.	Clasificación	17
3.1.2.3.	Atado	17
3.1.2.4.	Despunte de tallos.....	18
3.1.2.5.	Embolsado	18
3.1.2.6.	Encajado	18
3.1.3.	Almacenamiento de producto terminado.....	18
3.1.3.1.	Enfriamiento por aire forzado.....	19
3.1.3.2.	Embarque.....	19
3.2.	Maquinaria, mobiliario y equipo.....	19
3.2.1.	Pallets trucks	19
3.2.2.	Mesas	20
3.2.3.	Selladoras automáticas.....	20
3.2.4.	Engrapadora	20
3.3.	Estación de trabajo	20
3.3.1.	Área de trabajo	20
3.3.2.	Insumos	21
3.3.3.	Distribución actual de la estación de trabajo	21
3.4.	Condiciones de trabajo.....	21
3.5.	Distribución de la planta	22
4.	EFICIENCIA DE TIEMPO DE CICLO POSTCOSECHA	23
4.1.	Manufactura esbelta.....	23

4.2.	Proceso de resolución de problemas (Ciclo Deming).....	24
4.3.	Mapeo del flujo de valor.....	26
4.3.1.	Tiempo de ciclo	28
4.3.2.	Valor.....	28
4.3.3.	Desperdicios.....	29
4.4.	Caso de aplicación	32
4.4.1.	Definición del problema	33
4.4.2.	Justificación.....	33
4.4.3.	Metodología.....	34
4.4.3.1.	Hipótesis	34
4.4.3.2.	Alcance	34
4.4.3.3.	Variables	34
4.4.3.4.	Unidad de análisis.....	34
4.4.3.5.	Población	35
4.4.3.6.	Muestra	35
4.4.3.7.	Análisis de datos	35
4.4.3.8.	Control de la validez.....	35
4.5.	Recolección de datos	35
4.5.1.	Mapa del proceso.....	35
4.5.1.1.	Diagrama de flujo del ciclo postcosecha actual ...	36
4.5.1.2.	Diagrama de recorrido actual	38
4.5.2.	Identificación de actividades que agregan valor y desperdicios	39
4.5.2.1.	Actividades que agregan valor	39
4.5.2.2.	Desperdicios	39
4.5.2.3.	Defectos y retrabajos	39
4.5.2.4.	Espera	40
4.5.2.5.	Transporte.....	40
4.5.2.6.	Procesamiento incorrecto.....	40

4.5.2.7. Inventario.....	41
4.5.2.8. Movimientos innecesarios.....	41
4.5.2.9. Sobreproducción	41
4.5.3. Estratificación del mapa de acuerdo con las actividades que agregan valor y desperdicios	42
4.5.4. Dimensión de tiempos de procesos	43
4.5.5. Eficiencia del ciclo postcosecha.....	44
4.6. Análisis gráfico	45
4.7. Comprobación de la hipótesis	47
4.8. Otros aspectos a considerar.....	48
4.8.1. Distribución del mobiliario	48
4.8.2. Maquinaria y equipo.....	48
4.8.3. Redistribución de planta.....	48
4.8.4. Área de empaque refrigerado	49
4.9. Costos de instalación	49
4.9.1. Costos por unidad durante el ciclo postcosecha	50
4.9.2. Ahorro neto en el proceso.....	51
4.9.3. Cálculo del <i>payback</i> o período de recuperación.....	52
5. CONTROL DE TRAZABILIDAD.....	53
5.1. Ventajas de la trazabilidad	53
5.2. La trazabilidad interna y la trazabilidad externa.....	54
5.3. Identificación del producto.....	54
5.3.1. Código de barras	55
5.3.2. Identificación de radio frecuencia (RFID)	55
5.4. Un formato estándar para la trazabilidad.....	56
5.5. Documentación de control requerida.....	56
5.6. Trazabilidad del producto	57
5.7. Control de la documentación.....	58

CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	61
REFLEXIONES FINALES	63
REFERENCIAS.....	69
APÉNDICE.....	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de planta actual	22
2.	Ciclo Deming	24
3.	Diagrama de flujo del ciclo postcosecha actual	36
4.	Resumen flujo del ciclo postcosecha actual	37
5.	Diagrama de recorrido actual	38
6.	Estratificación de actividades que generan valor y desperdicios	42
7.	Diagrama de flujo del ciclo postcosecha propuesto.....	43
8.	Resumen flujo del ciclo postcosecha propuesto.....	44
9.	Eficiencia de tiempo de ciclo	45
10.	Tiempo de ciclo actual vrs. tiempo de ciclo recomendado.....	45
11.	Tiempo de ciclo actual vrs. tiempo de ciclo mejorado	46
12.	Tiempo de ciclo vrs. tiempo de vida útil.....	46
13.	Boleta de trazabilidad del producto	57
14.	Cadena productiva.....	71
15.	Organigrama de la empresa	72
16.	Distribución actual de la estación de trabajo	73
17.	Propuesta de nueva estación de trabajo	75
18.	Propuesta de redistribución de planta	76
19.	Propuesta de área de empaque en frío.....	77
20.	Rumohra adiantiformis (Helecho de cuero).....	77

TABLAS

I.	Tiempo de ciclo actual vrs. tiempo de ciclo recomendado	74
II.	Tiempo de ciclo actual vrs. tiempo de ciclo mejorado	74
III.	Tiempo de ciclo vrs. tiempo de vida útil	75

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Almacenaje
	Demora
	Operación
	Operación / Inspección
	Transporte

GLOSARIO

Calidad	Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
Efectividad	Es la capacidad de lograr un efecto deseado, esperado o anhelado.
Eficiencia	Capacidad de lograr el efecto en cuestión, con el mínimo de recursos posibles viables.
Ergonomía	Es un sencillo proceso de aplicación del “sentido común”. Además, es una herramienta que no requiere de mucho entrenamiento, que por necesidad, debe estar enfocada en el producto y en el usuario del proceso. En síntesis, se puede decir que la ergonomía es la disciplina científica que estudia todo lo concerniente a la relación entre el hombre y sus condiciones de trabajo.
Productividad	Es la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo; a menudo es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos.

Trazabilidad

Es el conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.

Valor

En términos económicos, el valor agregado es el valor adicional que adquieren los bienes y servicios al ser transformados durante el proceso productivo. En otras palabras, el valor económico que un determinado proceso productivo adiciona al ya plasmado, es en las materias primas utilizadas en la producción.

Vida útil

Es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido creado. Normalmente se calcula en horas de duración.

RESUMEN

El mercado de las hojas ornamentales requiere cada vez una mayor calidad, uniformidad y frescura por un largo período de tiempo, pero durante su producción y exportación se presentan problemas de marchitez de la fronda. Los excesos de tiempos de manufactura, transportes, demoras, y otros, aceleran su deshidratación y provocan baja calidad. Por tal razón, el ciclo postcosecha (corte, empaque y almacenaje), es un factor determinante en la vida útil de la hoja ornamental.

El presente estudio busca beneficiar a la empresa en cuanto a aumentar el valor agregado de sus productos, así como a los clientes finales, al obtener un producto con mejor calidad; tomando como línea de investigación: manufactura esbelta y eficiencia del tiempo de ciclo.

Se inicia con información general sobre la hoja ornamental *Rumohra adiantiformis*, un breve análisis administrativo y técnico de la empresa, seguido de una fase de experimentación, en la cual se determinó que el tiempo de ciclo postcosecha actual es de 3.63 horas, superando las 3 horas recomendadas para dicho ciclo, según el estado del arte.

Después de realizada la eliminación y reducción de desperdicios en los procesos que no agregan valor al producto final, el tiempo de ciclo postcosecha se redujo a 2.4 horas, logrando que la vida útil de la hoja ornamental aumentara de 25 días a 31 días, correspondiendo a un incremento del 24%.

SUMMARY

The market for ornamental foliage requires more and higher quality, consistency and freshness for a long period of time, but during its production and exports are problems wilt the leaves. Excess time of manufacture, transport delays and other, accelerate the dehydration and cause poor quality. For this reason, post-harvest cycle (cutting, packing and storage) is a factor in the life of the ornamental sheet.

This study aimed to benefit the company in increasing the value added of their products, as well as end customers, to get a better quality product, taking as line of research: lean manufacturing and efficiency cycle time.

It starts with general information on ornamental *Rumohra adiantiformis* sheet, a brief administrative and technical analysis of the company, followed by a phase of experimentation, in which it was determined that current postharvest cycle time is 3.63 hours, exceeding 3 hours recommended for this cycle, according to the state of the art.

After completion of the disposal and waste reduction in processes that add no value to the final product, post-harvest cycle time was reduced to 2.4 hours, making the life of the ornamental sheet increased from 25 days to 31 days, corresponding to an increase of 24%.

OBJETIVOS

General:

Aumentar la vida útil en hojas ornamentales de la especie *Rumohra adiantiformis* durante el ciclo postcosecha.

Específicos:

1. Identificar desperdicios y actividades que no agreguen valor al proceso.
2. Determinar la eficiencia del tiempo de ciclo postcosecha.
3. Diseñar una herramienta para el control de trazabilidad del producto.

HIPÓTESIS

Se puede lograr un aumento en el tiempo de vida útil de la hoja ornamental en la especie *Rumohra adiantiformis*, mediante la reducción del tiempo del ciclo postcosecha.

INTRODUCCIÓN

Publicaciones realizadas por la Asociación Guatemalteca de Exportadores, demuestran que el sector de ornamentales, en los últimos años, ha enfrentado el gran reto de vencer la crisis económica mundial, debido a que las plantas ornamentales, follajes y flores no son considerados productos de primera necesidad. No obstante, en el 2011, este sector con relación a las exportaciones a Centroamérica y el resto del mundo, cerró con un incremento aproximado de un 6% más, con relación al 2010, es decir un total de US\$84 millones.

Estrategias de mercadeo, alianzas público privadas, acciones para certificar buenas prácticas de cultivo, capacitaciones en temas de manejo de plagas y enfermedades, postcosecha y empaque entre otros, dieron como resultado que este año el sector de ornamentales, con relación a las exportaciones a Centroamérica y resto del mundo, cerrara con US\$ 6 millones más que en el 2010. (AGEXPORT, 2012).

En el 2011 se buscó reducir los rechazos al máximo y además, agregarle valor a los productos para que el negocio fuera más rentable y produjera lo que está en tendencia y lo que demanda el mercado mundial.

El principal reto de las empresas dedicadas a la producción y exportación de helecho de cuero (*Rumohra adiantiformis*) se presenta en la calidad de la hoja, ya que se pueden presentar problemas de deshidratación y marchitez de la fronda.

Por tal razón, el objetivo general del presente estudio es aumentar la vida útil de las hojas ornamentales durante el ciclo postcosecha, por medio de la identificación de desperdicios y actividades que no agreguen valor al proceso, la determinación de la eficiencia del tiempo de ciclo y del diseño de una herramienta de control de trazabilidad del producto.

Basándose en la hipótesis: “Se puede lograr un aumento en el tiempo de vida útil de la hoja ornamental en la especie *Rumohra adiantiformis*, mediante la reducción del tiempo del ciclo postcosecha”. Aplicando el método científico (inductivo y deductivo), con un enfoque de investigación mixto; cualitativo porque se busca mejorar aspectos de calidad del producto y sus atributos (color, consistencia y brillo); y cuantitativo porque se realizaron mediciones en tiempos de procesos productivos para minimizar desperdicios y aumentar el tiempo de vida útil.

Dentro de las actividades del estudio estadístico, se define como unidad de análisis el equipo de trabajadores que van a procesar un lote de hojas ornamentales, como población a toda la empresa Tropicultivos I S.A., con una muestra de 30 lotes de hojas.

Durante el proceso de investigación se utilizaron técnicas de campo como eficiencia de tiempo de ciclo, mapeo de procesos, estudio de tiempos, entre otros. Asimismo, conlleva actividades de análisis administrativo, técnico y financiero, interpretación de resultados y propuestas a la gerencia.

1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LA HOJA ORNAMENTAL *RUMOHRA ADIANTIFORMIS*

1.1. Características generales

Los helechos son plantas pteridofitas, es decir, carentes de flores, frutos o semillas verdaderas, cuya reproducción se lleva a cabo por medio de esporas, formadas por millares de esporangios o soros que se encuentran en el envés de las hojas o frondas. A diferencia de otras plantas esporofitas, tienen hojas verdaderas, tallos, raíces y un complejo sistema vascular a través del cual se transportan el agua y los nutrientes; por ello se clasifican dentro de las plantas vasculares.

Son plantas perennes, por lo general herbáceas (aunque existen especies arbóreas), con rizomas escamosos. En su mayoría son originarias de las zonas tropicales cálidas y húmedas, por lo que en las zonas templadas o climas fríos es necesario cultivarlas bajo invernadero, inclusive con calefacción. Por su mismo origen, requieren alta humedad ambiental para desarrollarse adecuadamente.

El helecho de cuero, *Rumohra adiantiformis*, tiene hojas brillantes de intenso color verde y consistencia recia, cuyo pecíolo crece derecho y fuerte; tienen buena vida útil y son utilizadas cada vez con más frecuencia en arreglos florales, ramos y otras decoraciones, (véase apéndice, figura 20).

Las hojas reciben el nombre de frondas. Sobre el envés de las hojas de *Rumohra adiantiformis* existen estructuras llamadas soros, compuestas por grupos de esporas resguardadas dentro del esporangio y que conforman el primer mecanismo reproductivo de esta especie en la naturaleza. Los tallos son en realidad rizomas escamosos a partir de los cuales se forman las hojas; las escamas, inicialmente blancas, se tornan pardas más adelante. Los pecíolos se conocen comúnmente con el nombre de estípites. La planta es compacta y frondosa, y alcanza una altura entre 30 y 90 cm según las condiciones de cultivo. (Atehortúa, López y Pizano de Márquez, 1999)

1.2. Cultivo y producción

Por naturaleza el helecho es una planta de ambientes sombreados y no debe ser expuesta directamente al sol. Puede cultivarse como planta de jardín, en un sombrío natural, bajo árboles propios de la zona o artificial, cuando se utiliza tela de sombra u otros tipos de estructuras.

1.2.1. Factores agronómicos que inciden en su cultivo

El helecho cuero presenta una producción activa de frondas durante todo el año. El ciclo de vida productivo es de 3 a 5 años. Sin embargo, bajo un buen manejo agronómico es posible prolongarlo, ya que son plantas perennes.

1.2.1.1. Suelo

El helecho de cuero requiere suelos con altos contenidos de materia orgánica bien drenados y aireados y con buena capacidad de retención de agua. El pH requerido es entre 5.5 y 6.0. (Atehortúa et al, 1999)

1.2.1.2. Temperatura

El rango óptimo de temperatura se sitúa entre 15 y 30 °C. Trabajos realizados por Stamps, Nell y Cantliffe (1989) señalan que las frondas producidas a altas temperaturas (35° día / 24° noche) exhibieron una desecación en postcosecha, mientras que las frondas producidas a temperaturas más bajas no producen tal problema.

Igualmente, la esporulación ocurre más rápidamente a altas temperaturas, situación que con frecuencia se considera detrimental para la calidad de las frondas. Es altamente susceptible a las bajas temperaturas (cerca de los 0 ° C), que retardan el crecimiento y queman severamente las frondas. (Stamps, Nell y Barrett ,1994)

1.2.1.3. Luz

Es por naturaleza una planta de ambientes sombreados. Por lo tanto, aunque requiere cierta intensidad lumínica, no debe ser expuesta directamente al sol. La luz demasiado fuerte induce una coloración verde clara y una consistencia frágil en las hojas, ambas, características indeseables desde el punto de vista comercial. (Stamps et al.,1994)

1.2.1.4. Sombra

Para producciones intensivas con fines comerciales el invernadero proporciona mejor calidad y aumenta la productividad. (Atehortúa et al., 1999).

1.2.1.5. Riego

Requiere bastante agua para un adecuado desarrollo. En el helecho de cuero es preferible suministrar riegos frecuentes y cortos, más que prolongados y espaciados, pues el exceso de irrigación conduce a falta de oxígeno y exceso de humedad y, por ende, a deterioro y pudrición de las raíces. (Atehortúa et al., 1999).

1.2.1.6. Fertilización

En lo que se refiere a fertilización, es de suma importancia, como cualquier cultivo comercial, que esta responda a los resultados de análisis periódicos foliares y de suelo. (Atehortúa et al., 1999).

1.2.2. Labores culturales

Aun cuando no se requieren labores culturales muy especializadas, el helecho de cuero es intensivo en mano de obra que debe dedicarse sobre todo a la cosecha, eliminación de malezas, limpieza general del cultivo, clasificación y empaque.

El helecho de cuero presenta producción activa de frondas durante todo el año bajo condiciones adecuadas de cultivo. Los productores reportan un ciclo vital de entre tres a cinco años para las plantas; pero con un buen manejo podría prolongarse mucho más, pues los helechos son plantas perennes. (Atehortúa et al., 1999).

1.3. Cosecha y postcosecha

Es importante reconocer el punto ideal de cosecha y postcosecha del helecho de cuero, con el fin de elevar la vida útil de la hoja.

1.3.1. Punto de corte

Según Atehortúa et al. (1999), las frondas de color verde oscuro, bien extendidas y desarrolladas se encuentran listas para ser cosechadas. Es importante reconocer este punto, pues las frondas inmaduras se estropean fácilmente y no tienen buena vida útil.

1.3.2. Recolección

La cosecha se debe llevar a cabo con regularidad, temprano en la mañana o al caer la tarde, para evitar problemas de deshidratación que acorten la vida útil, incluso cuando no hay mercado. Cada especie tiene un estado de crecimiento más apropiado para su corte.

Las principales características del proceso de corte deben ser:

- Cortar el material en el tamaño adecuado, si fuera necesario algo más largo que el requerido.
- Evitar la marchitez, manteniéndolo sombreado pero sin amontonarlo, ya que puede recalentarse y deteriorarse.
- Enfriar y colocar en agua tan rápido como sea posible.
- Recortar, graduar, atar y empaquetar de acuerdo con las necesidades del mercado.

- Eliminar todos los residuos y desechos, ya que entre otros inconvenientes, pueden ser una fuente de plagas.
- Recortar los tallos y tratarlos con agua caliente cuando el comprador las reciba. (Ediciones de Horticultura, 2001)

1.3.3. Empaque

En las especies *Rumohra adiantiformis* se hacen ramos de 20 a 25 frondas, y se empacan entre 30 y 40 ramos por caja. Es recomendable almacenarlo en frío antes del despacho, pues ello extiende su vida útil. Por lo general se utiliza papel húmedo o una película de polietileno 19, para evitar la deshidratación durante el transporte. (Atehortúa et al., 1999)

1.3.4. Tiempo promedio de vida útil

Como verde ornamental para arreglos florales, su durabilidad es muy alta, pudiendo llegar hasta un mes en el agua. Como planta de jardín, puede soportar importantes heladas, haciéndolo ideal para zonas muy umbrías y frescas. (Flores y Plantas, 2010).

1.3.5. Tiempo ideal de ciclo postcosecha

Según datos empíricos, el tiempo de ciclo postcosecha de la hoja ornamental *Rumohra adiantiformis* no debe superar las 3 horas a temperatura ambiente, aproximadamente 24°C. No se encontró estudios documentados sobre el tiempo ideal del ciclo postcosecha de la hoja ornamental.

1.4. Exportación de plantas ornamentales y follajes en Guatemala

La exportación de hojas ornamentales a Centroamérica y el resto del mundo, representa para el país, una importante fuente de ingreso anual de hasta US\$84 millones. (AGEXPORT, 2012)

1.4.1. Ventajas competitivas de Guatemala

Según la Asociación Guatemalteca de Exportadores AGEXPORT (2011), las ventajas competitivas que Guatemala presenta son:

1.4.1.1. Clima

La variedad de climas de Guatemala ofrece condiciones de adaptabilidad para el cultivo de diferentes especies de plantas.

1.4.1.2. Organización

El sector de plantas ornamentales es una comunidad empresarial capacitada, responsable, profesional y bien organizada. Ofrece apoyo a pequeños productores y empresarios y facilita la resolución de controversias internacionales, la orientación de esfuerzos del sector, así como la participación en ferias nacionales e internacionales.

1.4.1.3. Bajo costo de producción

Los costos de producción de las plantas ornamentales, flores y follaje en Guatemala aún son competitivos.

1.4.1.4. Preinspección fitosanitaria

El sector de plantas ornamentales, flores y follaje ha establecido un programa de inspecciones a las unidades de producción y empaque de las empresas que producen o exportan. En la actualidad existe un procedimiento fitosanitario. La iniciativa del sector en este campo es considerada como un ejemplo en la región.

1.4.1.5. Calidad de mano de obra

La preparación de la mano de obra guatemalteca garantiza el buen cuidado y manejo de la planta.

1.4.1.6. Comunicaciones

Guatemala cuenta con una red de carreteras, puertos en los océanos Atlántico y Pacífico, dos aeropuertos internacionales y un excelente sistema de telefonía.

1.4.1.7. Crecimiento

Debido a la demanda existente en los mercados internacionales, el sector de plantas ornamentales, flores y follaje ha crecido en áreas de producción y en empresas productoras. En la actualidad, existen más de 100 empresas productoras de plantas ornamentales, flores y follaje y más de 60 exportadores. En el rubro agrario, ocupa el cuarto lugar entre los productores no tradicionales, lo que se traduce en más de 67 millones de dólares anuales y en un crecimiento que sobrepasa el 15% anual.

1.4.1.8. Potencialidad

En la actualidad, Guatemala exporta flores, follaje y plantas ornamentales a diversos países, tales como: Estados Unidos, Canadá, Alemania, Inglaterra, Japón, Países Bajos, Suecia, España, Italia, Rusia, Arabia Saudita y Kuwait, entre otros.

1.4.1.9. Legislación

En Guatemala está vigente la Ley para el Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora, a través de la cual se exonera de algunos impuestos a las empresas de exportación.

Además, la mayoría de productos guatemaltecos acceden a los mercados de los países importadores a través de los esquemas del SGP (Sistema Generalizado de Preferencias) existentes, lo cual les permite ser más competitivos. Los trámites de exportación suelen ser eficientes, debido a que se han desmantelado todas las barreras y obstáculos a la exportación.

2. ANÁLISIS ADMINISTRATIVO

2.1. Historia

Tropicultivos S.A. es una empresa familiar guatemalteca, iniciada en el año 2003 por el actual presidente, quien tuvo la visión de dedicarse a la producción y exportación de hojas ornamentales, una actividad desconocida para él, pero que llamaba mucho la atención por ser un sector poco explotado pero con mucho crecimiento.

Al inicio, decide alquilar una finca para cultivar la hoja y construye una pequeña sala de empaque, iniciando en el mercado nacional para luego incursionar en el mercado extranjero, dando así inicio a lo que se convertiría en un sueño hecho realidad.

Hoy en día, Tropicultivos S.A. es un mediano productor y exportador de helecho de cuero (*Rumohra adiantiformis*) con 9 años de experiencia exportando a Europa vía marítima, invirtiendo sus esfuerzos en lograr satisfacer a sus clientes y superar sus expectativas, por medio de procesos controlados y una mejora continua de la empresa. Cuenta con 8 fincas de cultivo, 4 plantas de empaque y la planta central ubicada en el Km. 145 ruta a San Jerónimo, Baja Verapaz.

2.2. Visión

Ser la empresa guatemalteca número uno en exportaciones de hojas ornamentales a Europa, y ser certificados con las normas internacionales ISO 9000 y 9001, con el fin de atender los mercados más exigentes.

2.3. Misión

Ofrecer productos de calidad en el mercado internacional; enfocándose en la mejora continua, basada en la capacitación constante de buenas prácticas de manejo y elaboración de productos; teniendo como base satisfacer las expectativas de los clientes, altos valores de responsabilidad social, sostenibilidad e integridad.

2.4. Cadena productiva

La cadena productiva integra el conjunto de eslabones que conforma el proceso económico, el cual se inicia desde la producción de materia prima, agroindustria, exportadores, compradores internacionales y culmina con los puntos de comercio al por menor, (véase apéndice, figura 14).

2.5. Estructura organizacional

Indica las áreas de responsabilidad de cada departamento y las líneas de sucesión de mando entre sus miembros (véase apéndice, figura 15).

2.6. Localización

Tropicultivos I S.A., está ubicada en el Km. 154, aldea Cachil del municipio de Salamá, Baja Verapaz, Guatemala C.A.

2.7. Jornadas de trabajo

El personal de producción, generalmente labora 8 horas diurnas más horas extras necesarias. El personal administrativo labora de lunes a sábado en jornada diurna normal.

El trabajo se hace en grupos de 2 personas, un encargado del proceso de corte y otro encargado del proceso de empaque, es decir, que por cada cortador hay un empacador.

2.8. Personal

Tropicultivos I S.A., cuenta con 15 empleados administrativos y 52 operativos, entre ellos: encargados de personal, clasificadores, atadores, inspectores, mantenimiento, entre otros.

2.9. Capacidad instalada

La capacidad instalada de la línea de empaque de Tropicultivos I S.A. es de 230 rollos/h.

2.10. Análisis de mercado

La floricultura es una actividad aún incipiente en Guatemala, pero se percibe un marcado interés de los inversores y productores por atender una demanda insatisfecha tanto en el mercado interno como externo. Mercado que cada vez más, busca productos novedosos y de mejor calidad.

La industria de plantas ornamentales, follajes y flores tiene una trayectoria en Guatemala de 30 años, durante la cual se ha constituido un grupo de 125 empresas productoras/exportadoras, las cuales producen alrededor de 80 especies y 200 variedades.

2.11. Otros productos

La empresa Tropicultivos I S.A., se dedica también a la producción y exportación de la hoja ornamental Treefern (*Asparagus virgatus*).

2.12. Precios

En el mercado europeo, estos son variantes; en el 2011 cerró con los siguientes precios:

Lether Fern	(Rumohra adiantiformis)	US \$2.5	EUR €2
Tree Fern	(Asparagus virgatus)	US \$4.8	EUR €3.6

3. ANÁLISIS TÉCNICO

3.1. Ciclo postcosecha

La planta empacadora cuenta con tres áreas especializadas para garantizar el manejo y tratamiento postcosecha de la hoja.

3.1.1. Corte

El área de corte comprende, la recolección de las hojas en el campo de cultivo, para luego ser trasladadas al área de empaque.

3.1.1.1. Recolección

Todo el producto se recolecta diariamente en los campos por un grupo de cortadores, a los que se les indica previamente el área a cortar, que dependerá de la orden generada por el encargado de planta, seleccionando las frondas en perfecto estado, de color intenso y sin daños mecánicos, causados por plagas o enfermedades.

Se cortan 23 palmas por rollo, considerando una pérdida de 3 ramas por desperdicio en el proceso de clasificación.

Actualmente son 16 cortadores encargados de esta tarea.

3.1.1.2. Transporte a planta

Las hojas cortadas, son depositadas en canastas e identificadas según el cortador (número y color de hule) para su respectivo control, luego son transportadas en *pick-up* a la planta de empaque.

Normalmente, el tiempo de traslado es de 10 minutos, pudiendo aumentar hasta 14 minutos en temporada de invierno por el camino en mal estado.

Las demoras en el traslado, deshidratan la hoja a causa del intenso calor del ambiente, ocasionando que el proceso de empaque se paralice por la falta de suministro de materia prima. Personal encargado: 1 trabajador.

3.1.2. Empaque

Seguido del proceso de corte, la hoja es clasificada, atada, despuntada y empacada según los requerimientos de los clientes.

3.1.2.1. Recepción

La hoja es recibida por el personal de planta, quienes se encargan de lavarlas y darles el tratamiento químico para su hidratación. Personal encargado: 1 trabajador.

3.1.2.1.1. Lavado

Las hojas son sumergidas en estanques de agua para limpiarlas de residuos de tierra.

3.1.2.1.2. Tratamiento químico

Las hojas son sumergidas en un estanque con una mezcla de Miroxim y ácido fosfórico, para mantener la hidratación de la hoja.

3.1.2.1.3. Abastecimiento de mesas de trabajo

La persona de recepción es encargada de llevar las canastas con el producto a las mesas para ser trabajadas, las cuales deben corresponder entre el número de cortador y el número de empacador.

3.1.2.2. Clasificación

Las canastas son transportadas al área de empaque y luego son repartidas a los trabajadores en sus mesas de trabajo según el número de cortador que les corresponde. Generalmente, están varadas hasta 10 minutos, debido a que el clasificador aún tiene producto en su mesa.

Las hojas son clasificadas según su calidad y tamaño del tallo; son apiladas en un extremo de la mesa. Personal a cargo: 16 clasificadores.

3.1.2.3. Atado

Las mismas personas de clasificación, hacen atados (bonches) de 20 ramas cada uno, identificándolo por un color de hule diferente según su calidad. Los atados son apilados en un extremo de la mesa para su posterior corte de tallos. A cargo de esta tarea están las mismas 16 personas de clasificado.

3.1.2.4. Despunte de tallos

El tamaño del tallo del bonche establecerá si es *jumbo*, mediano o *junior*. Para esta actividad están 3 personas a cargo.

Es importante destacar que los bonches ya despuntados, esperan hasta 14 minutos para ser embolsados, debido a que el personal a cargo de esta tarea, abandona sus actividades para ir a bodega a traer suministros de empaque y en ocasiones, son trasladados a otra área de la planta como apoyo, originando sustitución de tareas y demoras al proceso.

3.1.2.5. Embolsado

Después de ser despuntados, los bonches son trasladados en tarimas al personal encargado de embolsar; estos son colocados en mesas giratorias, donde son empacados según la marca a la que corresponde la orden de trabajo. A cargo de esta operación están 2 personas.

3.1.2.6. Encajado

Los bonches son colocados en cajas, de acuerdo con la marca que les corresponde; posteriormente, estas son engrapadas y apiladas, esperando hasta 15 minutos para ser ingresadas al cuarto frío de producto terminado.

3.1.3. Almacenamiento de producto terminado

El producto terminado es trasladado hasta el cuarto de tratamiento en frío llamado: *hidrocooler*.

3.1.3.1. Enfriamiento por aire forzado

El *hidrocooler* consiste en un tipo de enfriamiento con ventiladores permanentemente montados, para bajar la temperatura del producto, con el fin de mantener un balance hídrico de la hoja, mientras espera a ser despachado. Dicho cuarto, se encuentra a una temperatura promedio de 4 °C.

Como encargado de esta tarea está 1 persona, quien identifica las cajas con su respectivo número de lote y fecha de empaque, para fines de trazabilidad del producto.

3.1.3.2. Embarque

En el proceso de embarque es importante mantener las mismas condiciones de enfriamiento que en el almacén de producto terminado, para evitar un choque de temperaturas que origine daños en el producto; por lo que se transporta en contenedores refrigerados hasta llegar al consumidor final en el extranjero.

3.2. Maquinaria, mobiliario y equipo

En el proceso de empaque, se cuenta con las siguientes herramientas de trabajo.

3.2.1. Pallets trucks

Para las actividades en las que se requiere trasladar, estibar o almacenar tarimas de materia prima o producto terminado, son utilizadas 2 *pallets trucks*.

3.2.2. Mesas

En la operación de clasificado y atado, se cuenta con 19 mesas metálicas de 3 m. x 84 cm. y 84 cm. de alto.

En la operación de embolsado se cuenta con 2 mesas redondas giratorias, y en la operación de encajado, se tienen 2 mesas pequeñas.

3.2.3. Selladoras automáticas

Se utiliza 1 selladora automática para un tipo de empaque especial llamado *Bag-pack*, el cual debe ser en frío.

3.2.4. Engrapadora

En el área de encajado hay una engrapadora, la cual es utilizada por las 2 personas que están encargadas.

3.3. Estación de trabajo

Establecida según los siguientes parámetros y condiciones.

3.3.1. Área de trabajo

En cada mesa se encuentra una persona que clasifica y ata, utilizando un área de trabajo que mide aproximadamente 1.6 m x 0.8 m. No hay líneas de trabajo definidas.

3.3.2. Insumos

Los mismos trabajadores de embolsado y encajado, trasladan de bodega hasta planta las cajas y bolsas necesarias para empaque.

3.3.3. Distribución actual de la estación de trabajo

Las canastas con producto son colocadas debajo de las mesas de trabajo, al empezar a trabajar, las hojas son colocadas en el centro de la mesa para iniciar su clasificación.

Luego, las hojas son atadas y apiladas en bonches en el otro extremo del área de trabajo, (véase apéndice, figura 16).

3.4. Condiciones de trabajo

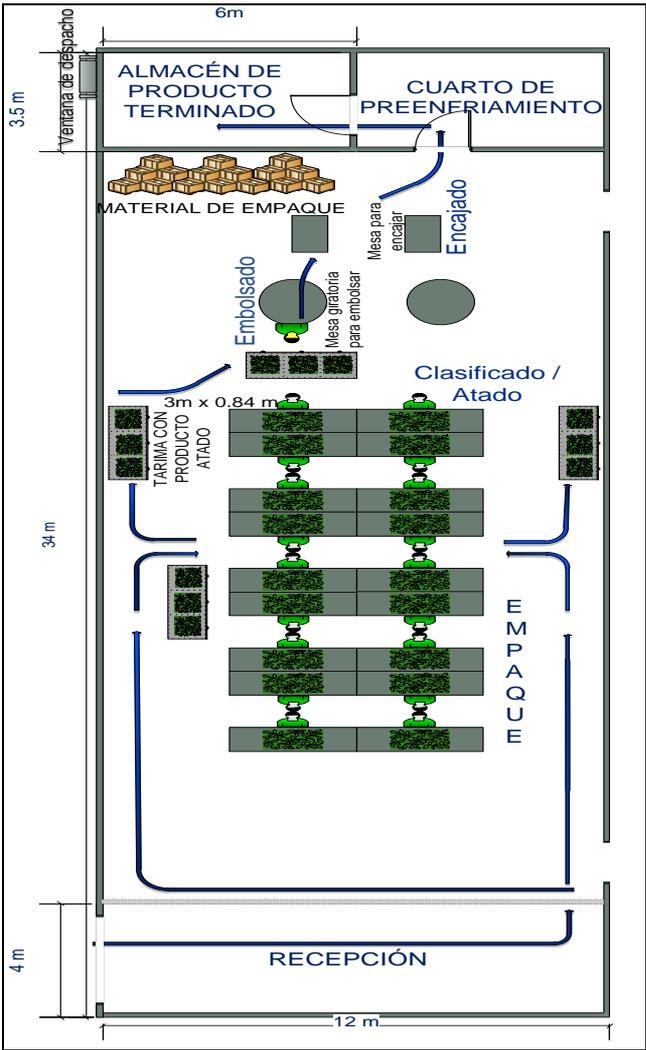
Durante el corte, se evidenció que los trabajadores se encuentran de pie y en posturas forzadas por largas jornadas, son afectados por la repetitividad y un ritmo de trabajo acelerado, representando un problema de salud ocupacional. Asimismo, durante el empaque también se trabaja de pie y en movimiento repetitivo por largas jornadas, siendo también afectados por un ritmo de trabajo acelerado.

Casi todo el tiempo se mantienen inclinados o con la cabeza gacha al clasificar y atar; además de la presencia de movimientos repetitivos de brazos y manos, haciendo que adopten posturas forzadas, incrementando el desgaste y por último la fatiga. Entre los principales problemas que expresan, se encuentran los intensos dolores en la cintura, piernas, manos y cabeza, calambres y adormecimientos.

3.5. Distribución de la planta

Actualmente, la planta de empaque se encuentra distribuida de la siguiente forma:

Figura 1. Diagrama de planta actual



Fuente: elaboración propia.

4. EFICIENCIA DE TIEMPO DE CICLO POSTCOSECHA

4.1. Manufactura esbelta

Son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere, buscando reducir desperdicios y mejorar las operaciones.

El sistema de manufactura flexible o manufactura esbelta ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en: la eliminación planeada de todo tipo de desperdicio, el respeto por el trabajador y la mejora consistente de productividad y calidad.

Los 5 principios del pensamiento esbelto son:

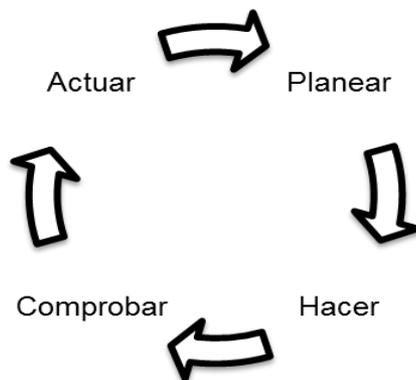
- Define el valor desde el punto de vista del cliente.
- La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio. Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
- Identifica la corriente de valor: hace que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

- Crea flujo: una vez hecho el flujo, se podrá ser capaz de producir por órdenes de los clientes, en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
- Produce el "Jale" del cliente. (Medrano, 2011).

4.2. Proceso de resolución de problemas (Ciclo Deming)

Según Krajewski (2000), la mayoría de las empresas dedicadas activamente al mejoramiento continuo, capacita a sus equipos de trabajo en el uso del ciclo planear-hacer-comprobar-actuar para la resolución de problemas. Este método también se conocer como la rueda de Deming. La siguiente figura muestra este ciclo, que es la parte medular de la filosofía del mejoramiento continuo.

Figura 2. **Ciclo Deming**



Fuente: KRAJEWSKI, pág. 219.

El ciclo comprende los siguientes pasos:

- **Planear**

El equipo selecciona un proceso (por ejemplo, una actividad, un método, una máquina) que sea necesario mejorar. A continuación, documenta el proceso elegido, analizando datos; establece metas cualitativas para el mejoramiento, y discute varios caminos para alcanzar las metas. Después elabora un plan de mejoramiento con mediciones cuantificables.

- **Hacer**

El equipo aplica el plan y observa los progresos. Los datos se recaban en forma continua para medir los avances en el proceso. Cualquier cambio en este se documenta y se hacen revisiones adicionales según se requiera.

- **Comprobar**

El equipo analiza los datos recabados durante el paso hacer y observa hasta qué punto los resultados coinciden con las metas establecidas en el paso planear. Si existen limitaciones graves, es posible que el equipo tenga que reevaluar el plan o suspender el proyecto.

- **Actuar**

Si los resultados son exitosos, el equipo documenta el proceso realizado, a fin de convertirlo en el procedimiento normal para todos lo que deseen usarlo. Después, el equipo puede enseñar a otros empleados la utilización del proceso revisado.

Los proyectos de resolución de problemas a menudo se enfocan en los aspectos de las operaciones que no agregan valor alguno al producto o servicio. Se agrega valor en operaciones tales como la fabricación de una parte o el suministro de un servicio a un cliente. No se agrega valor en actividades tales como examinar partes para ver si tienen defectos o enviar solicitudes de préstamo para su aprobación a varios departamentos.

La idea del mejoramiento continuo consiste en reducir o eliminar las actividades que no agreguen valor y que, por lo tanto, sean dispendiosas. Por ejemplo, suponiendo que una empresa ha identificado tres actividades que no agregan valor en la fabricación de sus productos: inspección de cada una de las partes, reparación de defectos y manejo de materiales entre las operaciones. El tiempo que permanecen las distintas partes en cada actividad no agrega valor al producto y, por consiguiente, tampoco genera ingresos para la empresa.

Los proyectos de mejoramiento continuo podrían enfocarse en reducir el tiempo de manejo de materiales, redistribuyendo la ubicación de las máquinas para minimizar las distancias que dichos materiales recorren, o mejorando los métodos para la producción de partes, a fin de disminuir la necesidad de realizar inspecciones y rectificaciones. (Krajewski, 2000).

4.3. Mapeo del flujo de valor

Los diagramas de mapeo de flujo de valor son útiles para entender cómo se relacionan los distintos departamentos, unidades operativas, etc., ante un determinado proceso.

Es una técnica para examinar el proceso y determinar a dónde y por qué ocurren fallas importantes. El mapeo de un proceso es el primer paso a realizar antes de evaluarlo.

El mapeo de los procesos permite obtener:

- Un medio para que los equipos examinen los procesos interfuncionales.
- Un enfoque sobre las conexiones y relaciones entre las unidades de trabajo.
- Un panorama de todos los pasos, actividades, tareas, pasos y medidas de un proceso. (Medrano, 2011).

Esta herramienta ayuda a identificar qué parte de un proceso es en realidad el valor añadido. Se requieren los siguientes pasos:

- Paso 1. Mapa del proceso
- Paso 2. Identificar los pasos de valor agregado y sin valor agregado
- Paso 3. Estratificar el mapa de acuerdo a los elementos en el paso 2
- Paso 4. Añadir una dimensión de tiempo de las etapas del proceso

Una vez que se hayan completado los pasos anteriores, entonces simplemente se calcula cuánto es en realidad el valor añadido, como un porcentaje. El tiempo completo del proceso es el llamado tiempo de ciclo. (Abilla, 2007).

$$\text{Eficiencia de tiempo de ciclo} = \frac{\text{tiempo de valor añadido}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

4.3.1. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo de una línea es el tiempo máximo permitido para trabajar en la elaboración de una unidad en cada estación. Si el tiempo requerido para trabajar con los elementos de una estación es mayor que el tiempo del ciclo de la línea, entonces seguramente habrá demoras en la estación, lo que impedirá que la línea alcance su tasa de producción deseada. (Krajewski, 2000)

4.3.2. Valor

Cuando se aplica el sistema de manufactura esbelta, se inicia examinando los procesos de manufactura desde el punto de vista del cliente. La primera pregunta en este sistema de producción siempre es: ¿Qué es lo que el cliente espera de este proceso? (tanto para el cliente del siguiente proceso dentro de la línea de producción, como para el cliente externo). Esto se define como valor. A través de los ojos del cliente, puede observarse un proceso y separar los pasos que agregan valor de los que no. Se puede aplicar a cualquier proceso (manufactura, información o servicio).

El objetivo es minimizar el tiempo que se gasta en operaciones que no agregan valor mediante el acomodo de herramientas, equipos y materiales, tan cerca como sea posible dentro del proceso. Después de conocer qué es lo que agrega valor al producto o servicio, se puede pasar a ver qué es el desperdicio. (Medrano, 2011).

Según Abilla (2007), todos los procesos, desde la perspectiva del cliente, se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Valor añadido: en el proceso añade la forma, función y valor al producto final y para el cliente.
- No valor agregado: no agrega forma, función, ni ayuda en la fabricación de productos acabados.
- No valor agregado pero necesario: no agrega valor, pero es un paso necesario en el producto final con valor agregado.

4.3.3. Desperdicios

Las actividades que no agregan valor, naturalmente generan residuos. El objetivo principal es minimizar el desperdicio o MUDA (palabra japonesa cuyo significado es desperdicio), que es todo aquello que no agrega valor y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar. (Medrano, 2011).

Se han identificado 7 tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura, los cuales son:

1. Defectos y retrabajos

Este es el mayor tipo de derroche, que es la cantidad de trabajo que necesita volverse a hacer, con la consecuente reutilización de recursos para llevarlo a cabo (otra vez).

La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, así como también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provoca importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas.

2. Procesamiento incorrecto

Se trata de pasos innecesarios o elementos de trabajo (trabajo que no agrega valor al producto). Desperdicios generados por fallas en materia de *layout*, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las fallas en materia de diseño de productos y servicios.

3. Sobreproducción

Este tipo de derroche origina material procesado o producto final que no es requerido. Es el resultado de un exceso de producción y de otros factores como: fallas en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción.

Cualquiera que sea el motivo, el coste total para la empresa es superior a los costes que en principio logran reducirse en el sector de operaciones. Considerando los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros.

4. Inventario

Se refiere al material que se acumula en el lugar de trabajo, entre procesos, o como producto final que podría ser entregado al cliente. Tiene muchos motivos, y en él se computan tanto los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados.

El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelgas, defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles subidas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio.

5. Movimientos innecesarios

Movimientos sin valor agregado de gente, materiales, piezas o maquinaria. Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos, a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no solo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios, constituyendo el sexto tipo de despilfarros. Así por ejemplo, situar los departamentos que prestan asistencia al trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado, aumenta los movimientos innecesarios. Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía.

6. Espera

Tener que esperar a que otro proceso termine antes de empezar el trabajo. Motivado fundamentalmente por: los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

7. Transporte

Se presenta cuando materiales, información, herramientas o partes no necesarios para la producción se desplazan de un lugar a otro. Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobreutilización de mano de obra, transportes y energía, así como también de espacios para los traslados internos. (Medrano, 2011).

4.4. Caso de aplicación

Estudio realizado en la empresa Tropicultivos I S.A.

4.4.1. Definición del problema

Según el estado del arte, el helecho de cuero (*Rumohra adiantiformis*), tiene buena vida postcorte, pudiendo llegar hasta un mes en el agua, pero dicha vida útil se ve afectada durante el manejo de la hoja. Es importante reconocer que en el punto de corte, las frondas inmaduras se estropean fácilmente. En la recolección, se pueden presentar problemas de deshidratación y marchitez de la fronda, y durante el proceso de empaque, se dan demoras y traslados muy largos que afectan la calidad del producto.

En vista de la presente situación se hace necesario aumentar la vida útil de la hoja ornamental, reduciendo el ciclo postcosecha, pues esta fase tiene un alto impacto en la calidad del producto; motivo por el cual se tomó como línea de investigación la Eficiencia del Tiempo de Ciclo.

4.4.2. Justificación

En la actualidad, el cultivo de hojas ornamentales juega un papel cada vez más importante en la confección de ramos florales debido a sus características físicas como forma, textura y color. Es apto y fácil para transportarlo en grandes volúmenes por barco (en contenedores refrigerados), lo cual ha abaratado su comercialización.

La creciente demanda de este tipo de material supone una nueva alternativa de negocios para viveristas y floricultores, requiriéndose cada vez una mayor calidad, uniformidad y frescura por un largo período de tiempo, lo que es difícil obtener por ser un producto perecedero.

4.4.3. Metodología

4.4.3.1. Hipótesis

Se puede lograr un aumento en el tiempo de vida útil de la hoja ornamental en la especie *Rumohra adiantiformis*, mediante la reducción del tiempo del ciclo postcosecha.

4.4.3.2. Alcance

Abarca los procesos que componen el ciclo postcosecha, desde corte, empaque y almacenamiento de producto terminado en cuartos refrigerados.

4.4.3.3. Variables

Las variables a considerar son:

- Personas que manipulan un lote de hojas ornamentales (16 trabajadores)
- Tamaño del lote de hojas ornamentales (30 rollos, de 20 hojas c/u)
- Tiempos de corte, transporte, recepción y empaque (véase figura 3)
- Infraestructura: medida de las instalaciones y el equipo (véase figura 1)

4.4.3.4. Unidad de análisis

Se define como unidad de análisis el equipo de trabajadores que van a procesar un lote de hojas ornamentales.

4.4.3.5. Población

Toda la empresa Tropicultivos I S.A.

4.4.3.6. Muestra

30 lotes de hojas ornamentales.

4.4.3.7. Análisis de datos

Se utilizó como técnica la comparación de medias entre el tiempo actual y el tiempo mejorado. Dichos resultados fueron reportados a la gerencia por medio de un informe final, indicando también las recomendaciones pertinentes.

4.4.3.8. Control de la validez

Como estrategias de control de la validez externa del experimento se realizó un modelo estadístico de comprobación de la hipótesis: diferencia de medias. Como validez interna se manejaron registros diarios de trazabilidad del producto.

4.5. Recolección de datos

En el transcurso del presente estudio, se obtuvo la siguiente información.

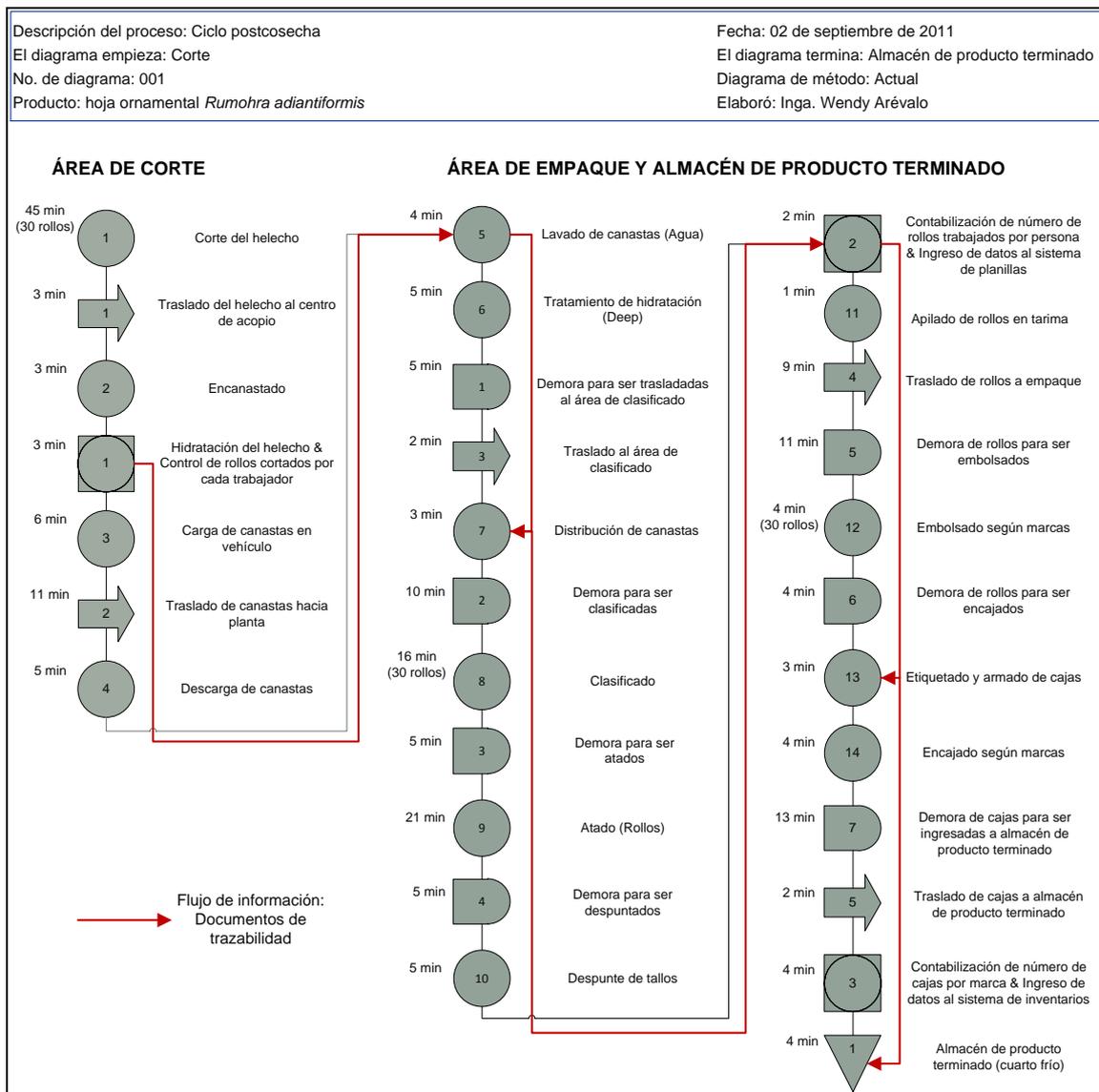
4.5.1. Mapa del proceso

Útil para entender cómo se relacionan los distintos departamentos, unidades operativas, etc., ante el proceso postcorte de la hoja.

4.5.1.1. Diagrama de flujo del ciclo postcosecha actual

Este representa todo el proceso de postcosecha, desde el área de empaque hasta producto terminado.

Figura 3. Diagrama de flujo del ciclo postcosecha actual



Fuente: elaboración propia.

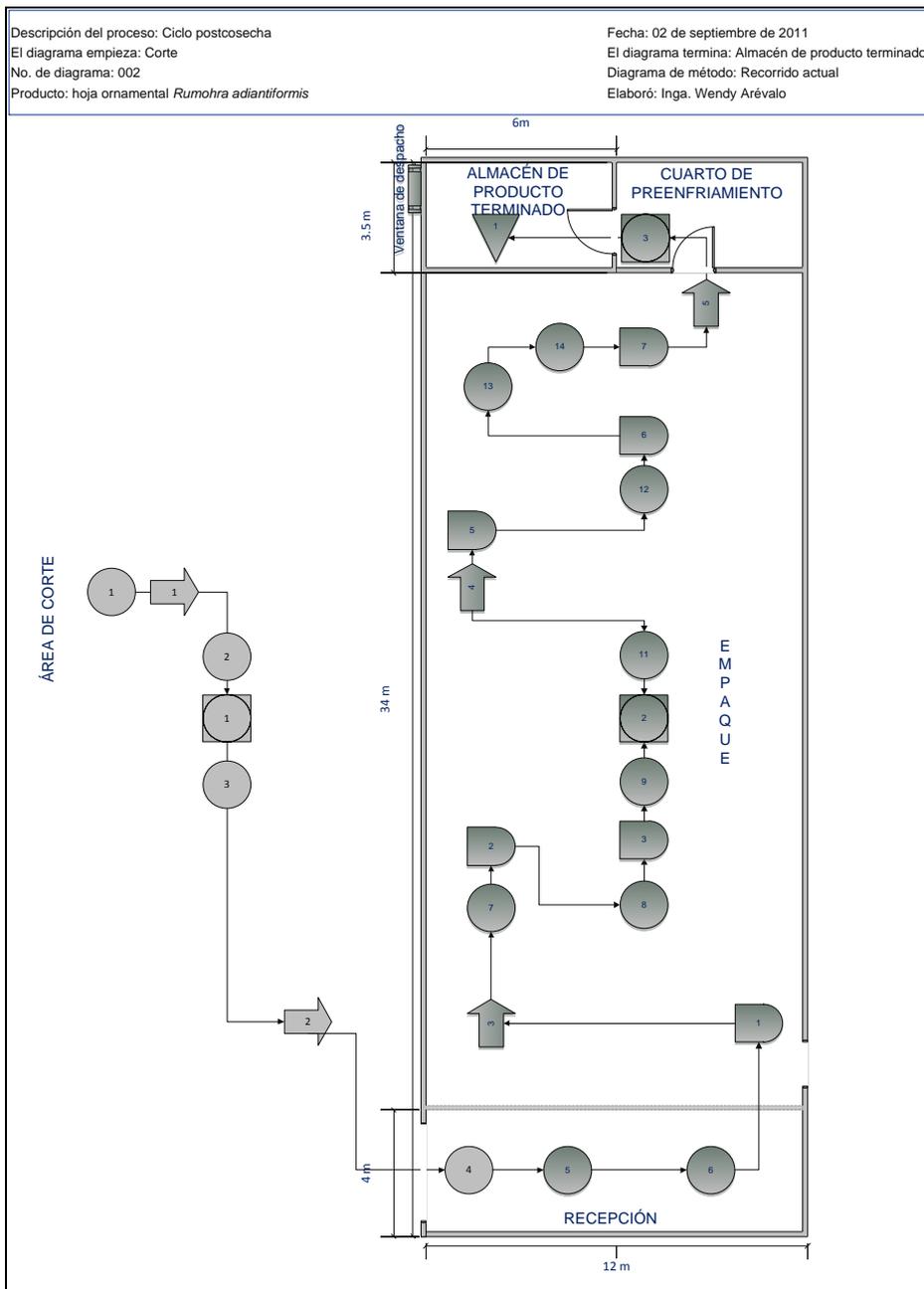
Figura 4. **Resumen flujo del ciclo postcosecha actual**

EVENTO	SÍMBOLO	NÚMERO	TIEMPO (min)
Operación		14	125
Inspección		0	0
Operación / Inspección		3	9
Transporte		5	27
Demora		7	53
Almacenamiento		1	4
Total Ciclo Postcosecha			218min =3.63h

Fuente: elaboración propia.

4.5.1.2. Diagrama de recorrido actual

Figura 5. Diagrama de recorrido actual



Fuente: elaboración propia.

4.5.2. Identificación de actividades que agregan valor y desperdicios

Para cualquier mejora en el proceso de postcosecha, debe conocerse qué actividades agregan valor y cuáles generan desperdicios.

4.5.2.1. Actividades que agregan valor

- Corte del helecho, 30 rollos: 45 min
- Tratamiento químico: 5 min
- Clasificación: 16 min
- Atado: 21 min
- Despunte de tallos: 5 min
- Embolsado: 4 min
- Encajado: 4 min

4.5.2.2. Desperdicios

Estos se dan especialmente por los defectos y retrabajos y los tiempos de espera.

4.5.2.3. Defectos y retrabajos

En el proceso *back-pack*, se observan problemas de calibración en la temperatura de la máquina selladora, ocasionando que la envoltura de los bonches se quemé, no selle completamente o se formen burbujas de aire.

4.5.2.4. Espera

- Para ser trasladadas al área de clasificado: 5 min
- Para clasificado: 10 min
- Para atado: 5 min
- Para despunte: 5 min
- Para embolsado: 11 min
- Para encajado: 4 min
- Para ingresar a almacén de producto terminado: 13 min

4.5.2.5. Transporte

- Del área de cultivo del helecho al centro de acopio, 3 min
- De canastas hacia planta, 11 min
- De canastas al área de clasificado, 2 min
- De rollos a empaque, 9 min

El traslado de la materia prima, desde el área de corte a empaque, es determinante en el tiempo total del ciclo.

4.5.2.6. Procesamiento incorrecto

Cuando el cliente no ha confirmado el pedido, se producen atados de cualquier marca y tamaño, tomando como base la experiencia de semanas anteriores, pero en ocasiones, las especificaciones del cliente cambian.

4.5.2.7. Inventario

No se evidenció.

4.5.2.8. Movimientos innecesarios

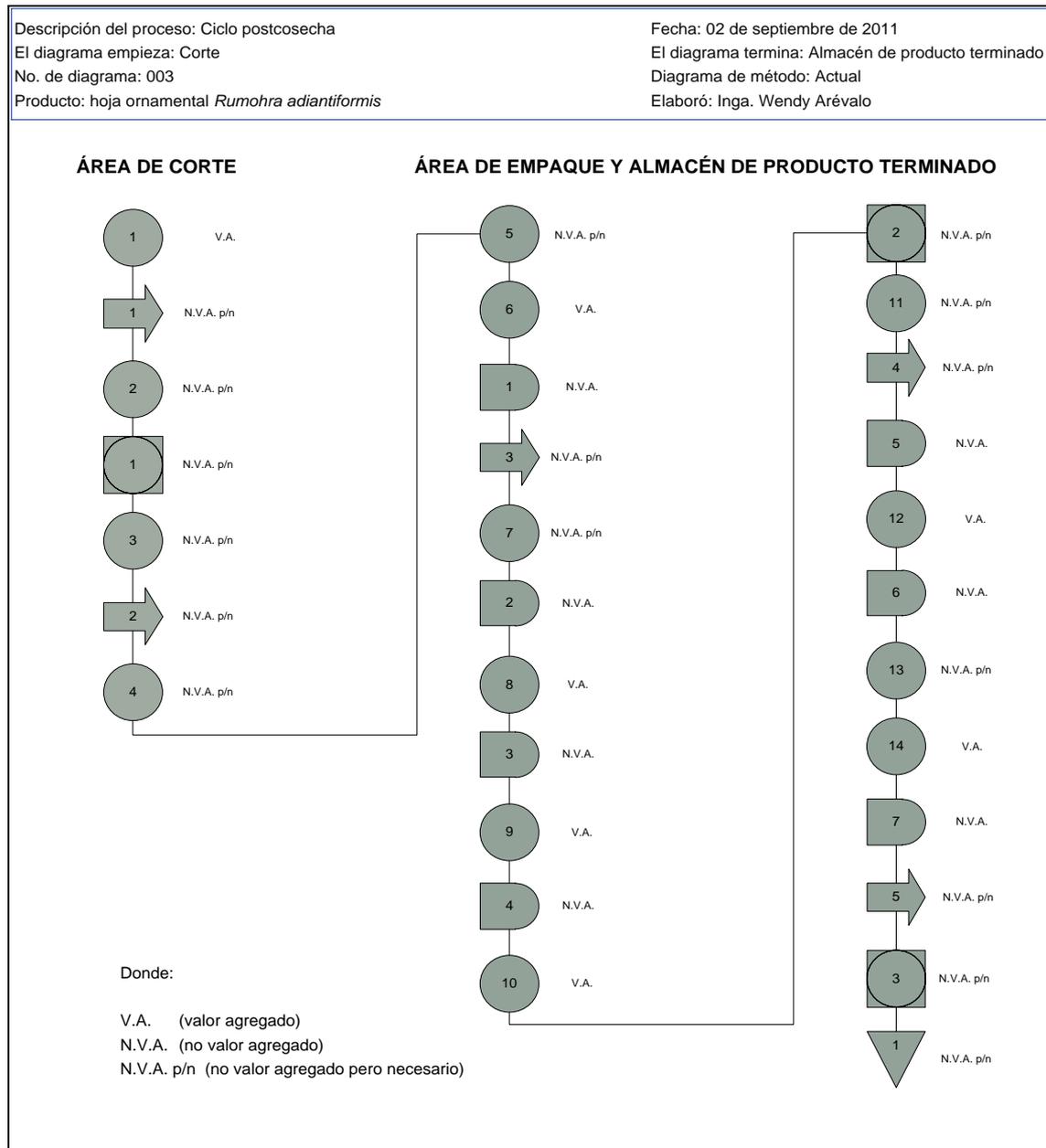
En el área de embolsado y encajado, los trabajadores abandonan sus tareas, hasta por 1 hora, para ayudar en otras áreas de la planta, ocasionando cuellos de botella.

4.5.2.9. Sobreproducción

No se evidenció.

4.5.3. Estratificación del mapa de acuerdo con las actividades que agregan valor y desperdicios

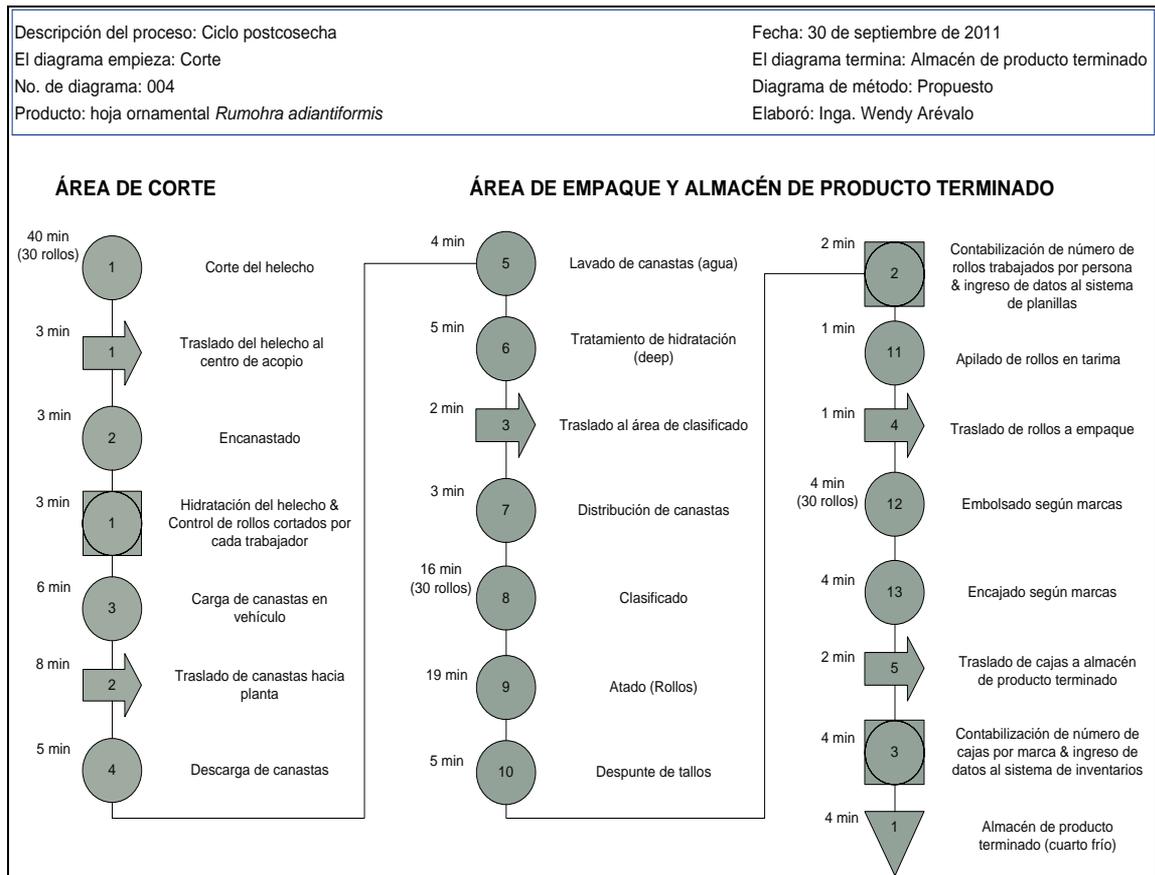
Figura 6. Estratificación de actividades que generan valor y desperdicios



Fuente: elaboración propia.

4.5.4. Dimensión de tiempos de procesos

Figura 7. Diagrama de flujo del ciclo postcosecha propuesto



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Resumen flujo del ciclo postcosecha propuesto**

EVENTO	SÍMBOLO	NÚMERO	TIEMPO (min)
Operación		13	115
Inspección		0	0
Operación / Inspección		3	9
Transporte		5	16
Demora		0	0
Almacenamiento		1	4
Total Ciclo Postcosecha			114min =2.4h

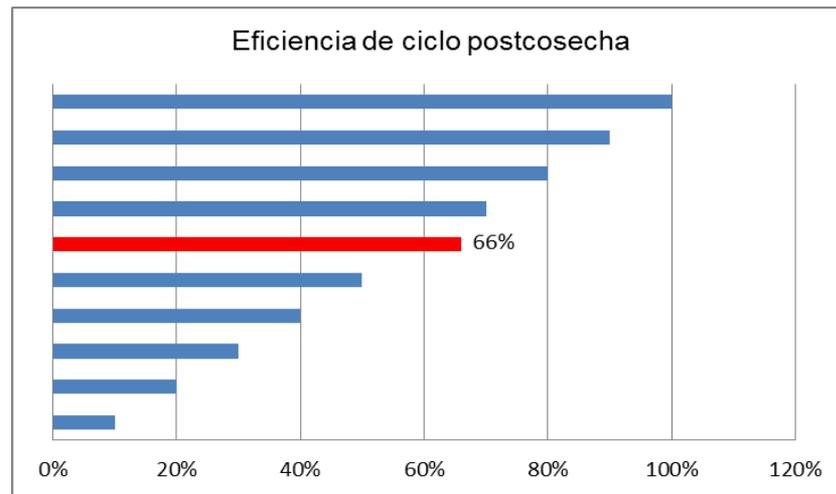
Fuente: elaboración propia.

4.5.5. Eficiencia del ciclo postcosecha

$$\text{Eficiencia de tiempo de ciclo} = \frac{\text{tiempo de valor añadido}}{\text{tiempo total de ciclo}} = \frac{2.4 \text{ h}}{3.63 \text{ h}} = 66\%$$

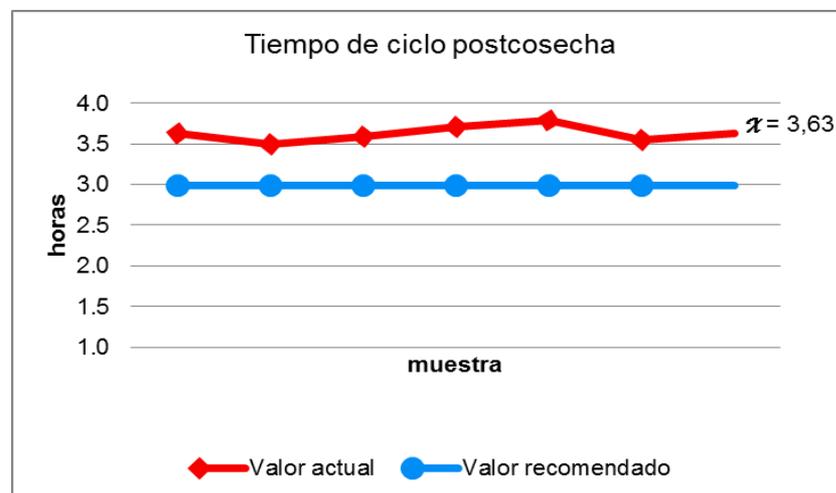
4.6. Análisis gráfico

Figura 9. Eficiencia de tiempo de ciclo



Fuente: elaboración propia.

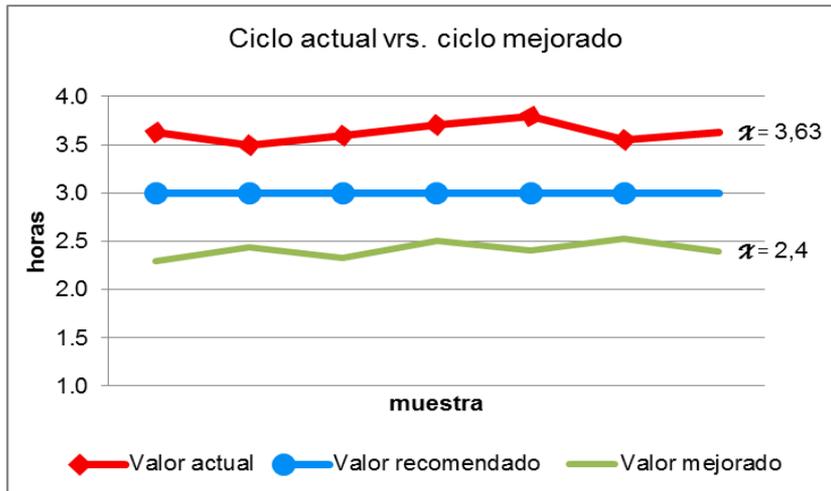
Figura 10. Tiempo de ciclo actual vs. tiempo de ciclo recomendado



Fuente: elaboración propia.

Se observa que el tiempo de ciclo actual (3.63 h), rebasa por mucho, el tiempo ideal del ciclo postcosecha (3 h).

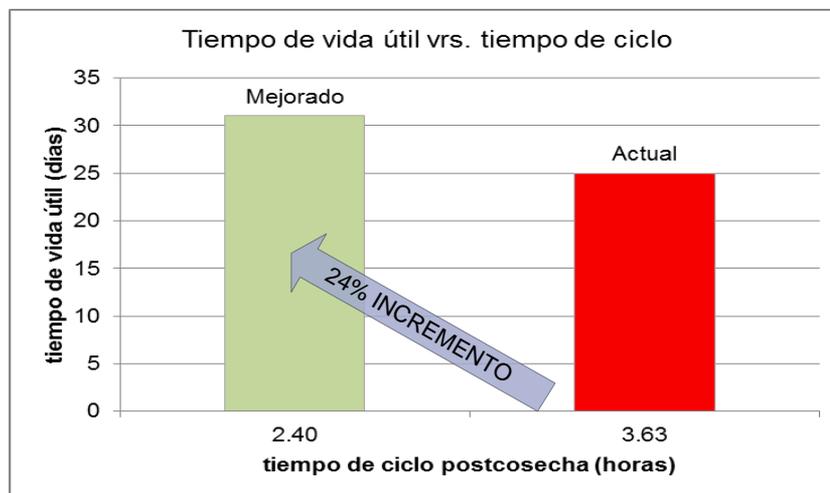
Figura 11. **Tiempo de ciclo actual vrs. tiempo de ciclo mejorado**



Fuente: elaboración propia.

Se observa que al eliminar y reducir desperdicios, el tiempo de ciclo postcosecha, disminuyó a 2.4 h.

Figura 12. **Tiempo de ciclo vrs. tiempo de vida útil**



Fuente: elaboración propia.

Se observa que la vida útil de la hoja logró un incremento del 24%.

4.7. Comprobación de la hipótesis

Con el fin de mostrar que los cambios observados son significativos estadísticamente, se plantea la siguiente prueba de hipótesis:

Datos: (véase apéndice, tabla I y II)

Actual	Mejorado	
x1: 3.63	x2: 2.4	Media
σ_1 : 0.0788	σ_2 : 0.0404	Desviación estándar
n1: 30	n2: 30	Tamaño de la muestra

Solución:

Ho : $\mu_{\text{actual}} = \mu_{\text{mejorado}}$ Hipótesis nula

Ha : $\mu_{\text{actual}} > \mu_{\text{mejorado}}$ Hipótesis alternativa

$\alpha =$ 0.05 Nivel de significancia

$z(0.05) =$ 1.645 Valor crítico, según tabla A.3 (Devore, 2008)

$(x_1 - x_2) = (3.63 - 2.4) = 1.23$ Diferencia de medias muestrales

$$s = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}} = \sqrt{\frac{0.0788^2}{30} + \frac{0.0404^2}{30}} = 0.016175 \text{ Desviación estándar}$$

$$Z = \frac{(x_1 - x_2)}{s} = \frac{1.23}{0.016175} = 75.6698 \text{ Valor estadístico de prueba}$$

$Z > z(0.05);$

$75.6698 > 1.645$

Conclusión:

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) con $\alpha = 0.05$, lo que significa que sí existe disminución en el tiempo de ciclo postcosecha con la mejora implementada.

4.8. Otros aspectos a considerar

Asimismo, se deben considerar otros aspectos que afectan el proceso productivo:

4.8.1. Distribución del mobiliario

La incorrecta distribución del mobiliario ocasiona constantes choques entre el personal y los lotes se confunden. Además, se crea un ambiente desordenado y con considerables riesgos a la seguridad de los trabajadores.

4.8.2. Maquinaria y equipo

Es necesario automatizar el proceso de empaque con el fin de reducir tiempos y crear un flujo constante en los procesos, especialmente en el traslado del producto; por lo que se propone la utilización de una banda transportadora y rodillos, (véase apéndice, figura 17).

4.8.3. Redistribución de planta

La distribución actual de la planta de empaque es un importante generador de movimientos y transportes innecesarios, por lo que es necesario redistribuir sus espacios respecto del flujo del proceso, (véase apéndice, figura 18).

4.8.4. Área de empaque refrigerado

La especialización en el manejo y tratamiento de la hoja ornamental es vital para lograr la más alta calidad del producto, por lo que se propone la construcción de un área a baja temperatura para mantener la cadena de frío, *hidrocooler*, (véase apéndice, figura 19).

4.9. Costos de instalación

- **Banda transportadora horizontal**

Especificaciones: banda de hule, medidas 15 m de largo x 0.56 m de ancho, y una altura de 0.9 m, velocidad de 4-30 m/min, voltaje: 220V 60HZ.

La inversión necesaria para la instalación de la banda transportadora, incluyendo costo del equipo, instalación y montaje, es de Q 49,500.00

- **Bodega de enfriamiento**

Especificaciones: bodega refrigerada, medidas (25 m x 12 m x 2.4 m de alto), rangos de temperatura entre 0-15 grados centígrados, con 2 puertas corredizas, medidas (4 m x 3 de alto).

La inversión necesaria para la construcción de la bodega de enfriamiento, incluyendo costo del equipo de enfriamiento, instalación y montajes, es de Q283,000.00

4.9.1. Costos por unidad durante el ciclo postcosecha

Involucra los costos necesarios para el proceso de empaque de un rollo de hoja ornamental.

- **Actual**

- Costo de mano de obra

En el área de empaque, la mano de obra tiene un costo mensual aproximado de Q60,100.00 (8 horas diarias más 2 horas extras promedio), lo que representa un costo por jornada de Q2,731.00, equivalente a Q 273.00/h.

Costo actual = costo mano de obra * ritmo de producción

$$\text{Costo actual} = \left(\frac{Q273.00}{1h} * \frac{1h}{132 \text{ rollos}} \right) = \frac{Q2.07}{\text{rollo}}$$

- **Mejorado**

- Costo de funcionamiento

Los costos de funcionamiento del equipo, incluyendo banda transportadora y bodega de enfriamiento, se estiman en Q 17,560.00 al mes, lo que representa un costo de Q80.00/h.

- Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento del equipo, incluyendo banda transportadora y bodega de enfriamiento, se estima es de Q700.00/mes, que corresponden a Q3.18/h.

Costo mejorado=(M.O. + funcionamiento + mantenimiento) * ritmo de producción

$$\text{Costo mejorado} = \left(\left(\frac{Q273.00}{1h} + \frac{Q80.00}{1h} + \frac{Q3.18}{1h} \right) * \frac{1h}{200 \text{ rollos}} \right) = \frac{Q1.78}{\text{rollo}}$$

4.9.2. Ahorro neto en el proceso

El ahorro neto está determinado de la siguiente manera:

Utilizando el método actual, el costo de un rollo es de Q 2.07; si se produce la nueva demanda de 2000 rollos/jornada, resulta un costo total de Q4,140.00.

Utilizando el método mejorado, el costo por unidad es de Q1.78, lo que para una producción de 2000 rollos en una jornada representa un costo de Q3,560.00.

Obteniendo un ahorro de:

$$\text{Ahorro neto por jornada} = (Q4,140.00 - Q3,560.00) = Q580.00/\text{jornada}$$

4.9.3. Cálculo del *payback* o período de recuperación

Este método calcula el tiempo necesario para recuperar la inversión y se procede de la siguiente forma:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Promedio de ingresos anuales}}{\text{Inversión}}$$

La inversión total para la instalación de la banda y la bodega de enfriamiento propuestas, asciende a Q332,500.00.

Los ingresos están representados por el ahorro neto que se obtiene por su funcionamiento en el proceso, el cual asciende a Q580.00 al día, es decir, Q12,760.00 al mes. Esto representa que en un año de operación se tiene un total de Q153,120.00 de ahorro, de donde se tiene:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Q153,120.00/año}}{\text{Q332,500.00}} = \frac{0.4605}{\text{año}} = 2.1715 \text{ años}$$

De acuerdo con lo anterior, la recuperación de la inversión es a mediano plazo, es decir, 2 años y 2 meses.

5. CONTROL DE TRAZABILIDAD

5.1. Ventajas de la trazabilidad

Las nuevas y exigentes regulaciones de la Unión Europea y Estados Unidos, demandan a los países exportadores de productos alimenticios contar con sistemas de trazabilidad comprobables. Los tiempos de respuesta exigidos y los volúmenes de información a administrar, convierte a la incorporación de tecnología informática en una inversión que asegura la llegada de los productos a los mercados compradores más exigentes.

Muchas empresas creen que cuentan con productos trazados cuando en realidad no es así, y solo se descubre el equívoco en caso de ocurrir un problema en destino. Según la gravedad del incidente, la práctica habitual indica el retiro del mercado de toda la mercadería asociada al lote con problemas. Sin embargo, si la información de trazabilidad no se aplica a nivel de cada caja, en lugar de retirar el lote en conflicto, la empresa debe retirar la totalidad de sus envíos a todo destino. Las consecuencias económicas son enormes, pero a esto se suma el impacto negativo en la imagen y credibilidad comercial, tanto de la empresa como del país.

Cuando un sistema de trazabilidad está soportado sobre una infraestructura, basada en las tecnologías de la información y las comunicaciones, la trazabilidad puede brindar importantes utilidades a los diferentes actores de una cadena de valor como una gestión eficiente de la logística y del suministro, y aumento de productividad. (Wikipedia, marzo 2012).

5.2. La trazabilidad interna y la trazabilidad externa

A la hora de tener que entender la trazabilidad de un producto que se mueve a través de su cadena de suministro o de su rama logística, el concepto de trazabilidad se divide en dos partes bien diferenciadas:

La trazabilidad interna, que no es más que poder obtener la traza que va dejando un producto por todos los procesos internos de una compañía, con sus manipulaciones, su composición, la maquinaria utilizada, su turno, su temperatura, su lote, etc., es decir, todos los indicios que hacen o pueden hacer variar el producto para el consumidor final.

La trazabilidad externa, que no es más que poder externalizar los datos de la traza interna y añadirle algunos indicios más si fuera necesario, como una rotura del embalaje, un cambio en la cadena de temperatura, etc.

Como consecuencia se ve que para obtener la trazabilidad de un producto, hay que ir registrando los indicios que va dejando el producto mientras se mueve por la cadena, ya sea en el sentido normal o en el sentido inverso (como la logística inversa). (Wikipedia, marzo 2012).

5.3. Identificación del producto

Los productos pueden describirse en términos de sus características y beneficios. Las características de un producto son sus rasgos; los beneficios son las necesidades del cliente satisfechas por tales rasgos. Algunos ejemplos de esos rasgos son: tamaño, color, potencia, funcionalidad, diseño, horas de servicio y contenido estructural.

Dentro de la empresa es importante la correcta identificación del producto en cada uno de las etapas por las que pasa, desde su entrada en su proceso, como materia prima, hasta su salida como producto terminado. Para la identificación existen diferentes métodos que permiten describir la ruta que ha hecho el producto y sus características actuales, así como el tanto por ciento de trabajo realizado sobre él antes de su salida (ya sea al mercado, a otro proceso dentro de la misma empresa, etc.) Las dos tecnologías más usadas en este ámbito son: los códigos de barras y el RFID. (Wikipedia, marzo 2012)

5.3.1. Código de barras

Básicamente, el código de barras consiste en una serie de números que representan determinada información referente al producto, y que se encuentra codificados en un conjunto de líneas paralelas verticales con diversos grosores y espacios entre ellas. Tanto las líneas, como el grosor de las mismas y los espacios entre ellas, representan información exacta acerca de un determinado producto, para poder ser clasificado e identificado durante toda la cadena logística.

5.3.2. Identificación de radio frecuencia (RFID)

Hoy, la cadena de suministro es extraordinariamente dinámica, donde las mercancías y las transacciones fluyen en ambos sentidos; el RFID dinamiza la cadena de suministro, al conseguir entregar más rápido, personalizando los pedidos, disminuyendo stocks y con la cadena inversa preparada. Hoy en día, el RFID da respuesta a los retos planteados en una economía global; sin olvidar cumplir con las legislaciones vigentes en materia de trazabilidad.

5.4. Un formato estándar para la trazabilidad

Consiste en la capacidad para reconstruir la historia, recorrido o aplicación de un determinado producto, identificando:

- Origen de sus componentes
- Historia de los procesos aplicados al producto
- Distribución y localización después de su entrega

Al contar con esta información es posible entregar productos definidos a mercados específicos, con la garantía de conocer con certeza el origen y la historia del mismo. El concepto de trazabilidad está asociado, sin duda, a procesos productivos modernos y productos de mayor calidad y valor para el cliente final. (Wikipedia, marzo 2012).

5.5. Documentación de control requerida

Con el fin de cumplir con los formatos de control y trazabilidad interna del producto, es necesaria la creación e implementación de la boleta de control de trazabilidad del producto, (véase figura 13); la misma debe contener la información siguiente:

- Versión
- Persona responsable de la autorización
- Fecha del cambio
- Número de lote
- Mes
- Semana del año, día de la semana

5.6. Trazabilidad del producto

Figura 13. Boleta de trazabilidad del producto

TROPICULTIVOS S.A.			
Boleta de control de trazabilidad del producto		Versión: 1	Página: 1/1
<p>Número de lote: </p>			
CORTE			
Fecha	Hora	Sector	Nombre / Firma
CLASIFICACIÓN Y ATADO			
Fecha	Hora	Nombre / Firma	
EMPAQUE			
Fecha	Hora	Nombre / Firma	
Cajas empacadas			
	Jumbo	Mediano	Junior
Guapa			
Amigo			
Cobra			
ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO			
Fecha	Hora	Nombre / Firma	
EMBARQUE			
Fecha	Hora	Contenedor	Nombre / Firma
Aprobado por: Administración		Fecha de creación: 06 de octubre de 2011	

Fuente: elaboración propia.

5.7. Control de la documentación

La boleta de trazabilidad es generada por el sistema de control de documentos, la cual después de llenada por los responsables de cada área, deberá ser archivada por el encargado de planta de empaque y posteriormente ingresada a dicho sistema de control de documentos.

En cada documento se debe anotar el nombre de las personas responsables en las casillas correspondientes.

Todos los documentos que se relacionan con el manejo seguro, legal y de calidad de los productos, serán revisados, actualizados y autorizados únicamente por el jefe a cargo. Cuando se haga necesario actualizar dicha boleta, el administrador general deberá proceder a entregar la nueva versión y recoger la anterior.

CONCLUSIONES

1. La vida útil en hojas ornamentales de la especie *Rumohra Adiantiformis* se aumentó de 25 a 31 días, que corresponden a un 24 % de incremento (véase figura 12).
2. El análisis del ciclo postcosecha, permitió identificar actividades que no agregan valor al proceso, evidenciando que los desperdicios más significativos, de aproximadamente 53 minutos, son las siguientes demoras: para ser trasladado al área de clasificado, para ser clasificado, atado y despuntado, para ser embolsado y encajado y para ingresar a almacén de producto terminado, (véase figura 6).
3. Se determinó que el tiempo de valor agregado y tiempo de ciclo actual, es de 2.4 horas y 3.63 horas, respectivamente. Provocando una eficiencia del tiempo de ciclo postcosecha del 66%, lo cual indica que dicha identificación de desperdicios en el proceso es de suma importancia para incrementar el porcentaje de eficiencia de la empresa.
4. Como herramienta para el control de trazabilidad, se diseñó un formato de trazabilidad del producto (véase figura 13), se presentó al administrador de la empresa y fue puesta a prueba durante este estudio. Actualmente es utilizada por la empresa, ya que unifica la información y complementa la documentación anterior.

RECOMENDACIONES

1. Contratar un ingeniero de planta encargado de incrementar la productividad, calidad, servicio y rentabilidad de los sistemas de la empresa, mediante la integración y optimación de los recursos disponibles: humanos, materiales, económicos, de información y energía; concentrando sus esfuerzos en la parte operativa de la empresa e innovación de procesos.
2. Conformar equipos para la detección, prevención y eliminación de desperdicios, organizando reuniones quincenales para tratar la situación operativa de la empresa, en las que se presentarán los informes sobre el progreso de las actividades y sugerencias.
3. Elaborar planes estratégicos, tácticos y operativos destinados a mejorar la eficiencia, aplicando a los procesos críticos un *benchmarking*, con el fin de llevar sus niveles de productividad y calidad a la altura de los mejores competidores.
4. Supervisar los documentos implementados de trazabilidad del producto, a efecto de contar con información que permita conocer en tiempo, con exactitud y a un bajo costo, los desvíos, procedimientos, niveles de desperdicios y todo lo vinculado a la calidad, productividad y satisfacción de los clientes.

REFLEXIONES FINALES

En la presente investigación, inicialmente fue necesario observar el proceso completo de producción del producto, para luego definir el problema y sus posibles soluciones. Se recabó antecedentes históricos de la empresa, así como el estado del arte, con el fin de tener parámetros de comparación para validar el estudio y seleccionar las herramientas de apoyo a utilizar.

Es muy importante establecer objetivos claros y alcanzables, y una metodología bien definida que permitan saber qué hacer y que faciliten la recolección de información, la cual deberá ser siempre documentada para su posterior análisis.

Como investigadores, se debe ser críticos y a la vez flexibles, ya que durante el proceso, surgen cambios a realizar o nuevos sucesos por explorar, que seguramente al principio no se tenía contemplados, pero que al final servirán para enriquecer la investigación y darle mayor confiabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABILLA, Pete (2007). *Incremento de la eficiencia del ciclo*. [En línea] [Fecha de consulta: 31 de marzo de 2011]. Disponible en:
<http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.shmula.com/process-cycle-efficiency-pce/330/>
2. AGEXPORT (2011). *Ventajas competitivas*. [En línea] [Fecha de consulta: 01 de abril de 2011] Disponible en:
<http://www.export.com.gt/Portal/Entities/ShowContent.aspx?Eid=1890&Path=Documents/ImgLinks/2007-09/1890/ViewImgLinks.doc.NUEVO.doc&ContentType=application/msword&lid=572>
3. AGEXPORT (2012). *Crece con relación al 2010*. [En línea] [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2012] Disponible en:
http://www.export.com.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=216:plantas-ornamentales-follajes-y-flores-de-guatemala-al-mundo&catid=13:noticias&Itemid=8
4. ATEHORTÚA, L., López, M., y Pizano de Márquez, M. *Follajes: Helecho cuero y Tree fern*. Bogotá: Ediciones Hortitecna, 1999. 56 p.
5. DEVORE, Jay L. *Probabilidad y Estadística*. México: Cengage Learning Editores, 2008. 669 p.

6. EDICIONES DE HORTICULTURA (2001). *Verdes de corte; un complemento ideal*. [En línea] [Fecha de consulta: marzo de 2011] Disponible en: <http://www//ediho.es/horticom/publicac/juego/hi18ht>
7. FISGATIVA, Isaac (2009). *Estudio técnico*. [En línea] [Fecha de consulta: 01 de abril de 2011] Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-proyecto-instrumento-cambio-desarrollo/estudio-tecnico>
8. FLORES Y PLANTAS. *Rumohra adiantiformis. Magazine online Flores y Plantas.net*. [En línea] [Fecha de consulta: enero, 2010]. Disponible en: <http://www.floresyplantas.net/flores-plantas/plantas/rumohra-adiantiformis/>
9. ISICS (2010). *Procedimiento Operativo Control de la Documentación*. [En línea] [Fecha de consulta: 01 de abril de 2011]. Disponible en: http://www.afce.isics.es/futuretense_cs/ccurl/AFCE/pdf/procedimiento_control_documentacion.pdf
10. KRAJEWSKI, Lee J. y RITZMAN, Larry P. *Administración de Operaciones, Estrategia y análisis*. México: Ediciones Pearson, 2000. 218 p.
11. MEDRANO, Antonio (2011). *Tecnología de la calidad*. [Apuntes de clase]. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala: Maestría en Gestión Industrial.
12. STAMPS, R.; NELL, T. and BARRETT, J. *Production temperatures influence growth and physiology of leatherleaf fern*. EEUU: HortScience, 1994. 70 p.

13. STAMPS, R.; NELL, T. and CANTLIFFE. (1989). *Production temperature affects leatherleaf fern postharvest desiccation*. EEUU: HortScience, 1989. 327 p.
14. TodoExpertos (2002). *Análisis de gestión administrativa*. [En línea] [Fecha de consulta: 31 de marzo de 2011]. Disponible en:
<http://www.todoexpertos.com/categorias/educacion/formacion-profesional/respuestas/216826/analisis-de-gestion-administrativa>
15. Wikipedia (marzo 2012). *Trazabilidad*. [En línea] [Fecha de consulta: marzo de 2012]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Trazabilidad>

REFERENCIAS

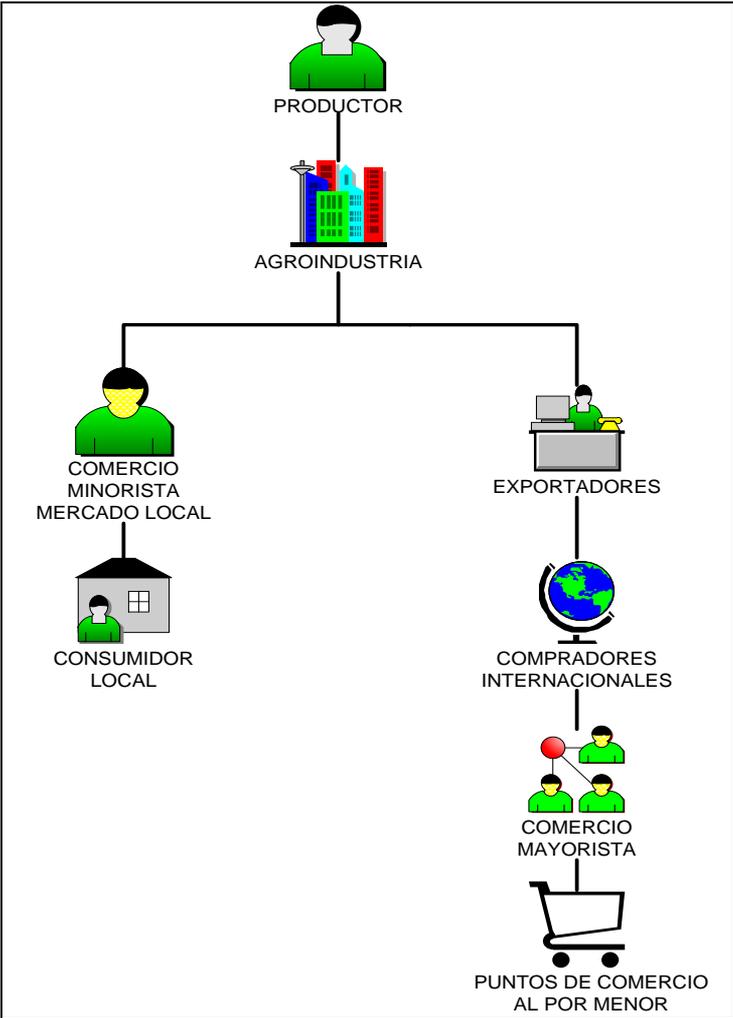
- Tropicultivos S.A.

- Ángel González
Administrador

- Personal operativo:
 - Luis Alvarado
 - José Leal
 - Paula García
 - Israel Revolorio

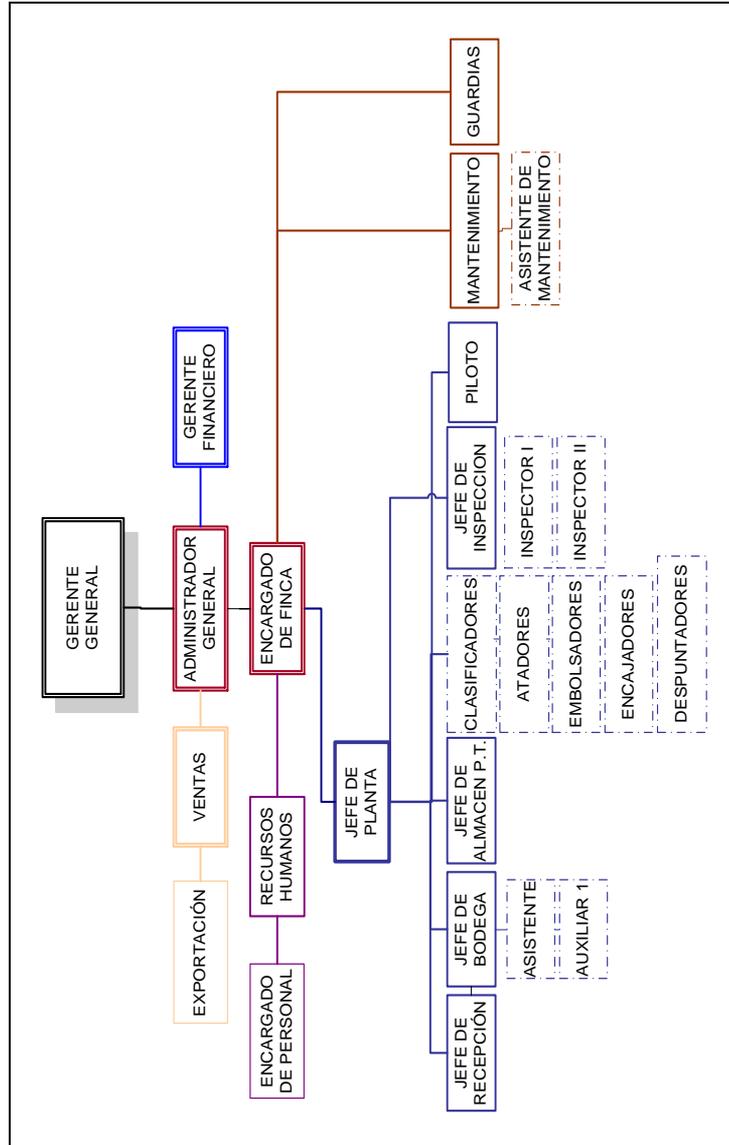
APÉNDICE

Figura 14. Cadena productiva



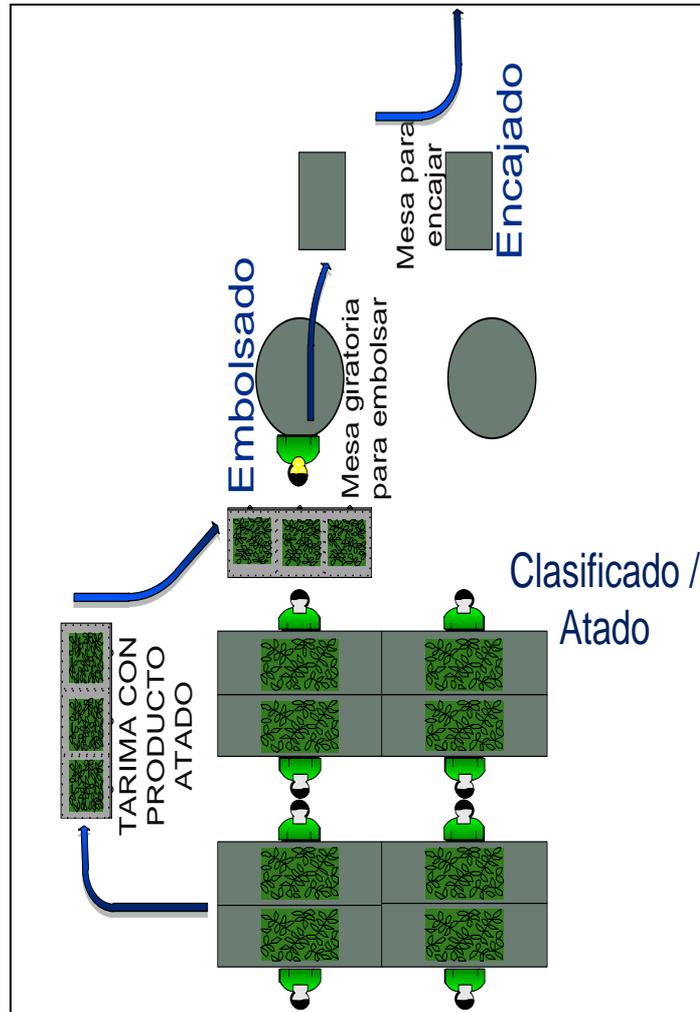
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Distribución actual de la estación de trabajo



Fuente: elaboración propia.

Tabla I. **Tiempo de ciclo actual vrs. tiempo de ciclo recomendado**

	Muestra										
(Horas)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Actual	3.64	3.58	3.60	3.69	3.58	3.50	3.56	3.65	3.64	3.50	3.65
Recomendado	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
(Horas)	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII
Actual	3.63	3.60	3.68	3.71	3.66	3.60	3.58	3.65	3.65	3.71	3.40
Recomendado	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
(Horas)	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	Media		
Actual	3.69	3.48	3.68	3.70	3.74	3.72	3.63	3.69	3.63		
Recomendado	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Tiempo de ciclo actual vrs. tiempo de ciclo mejorado**

	Muestra										
(Horas)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Actual	3.64	3.58	3.60	3.69	3.58	3.50	3.56	3.65	3.64	3.5	3.65
Recomendado	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3	3	3
Mejorado	2.42	2.34	2.32	2.40	2.46	2.40	2.36	2.42	2.36	2.4	2.42
(Horas)	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII
Actual	3.63	3.60	3.68	3.71	3.66	3.60	3.58	3.65	3.65	3.71	3.40
Recomendado	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mejorado	2.45	2.39	2.40	2.42	2.44	2.40	2.50	2.35	2.40	2.42	2.35
(Horas)	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	Media		
Actual	3.69	3.48	3.68	3.70	3.74	3.72	3.63	3.69	3.63		
Recomendado	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		
Mejorado	2.40	2.42	2.33	2.40	2.45	2.41	2.44	2.40	2.40		

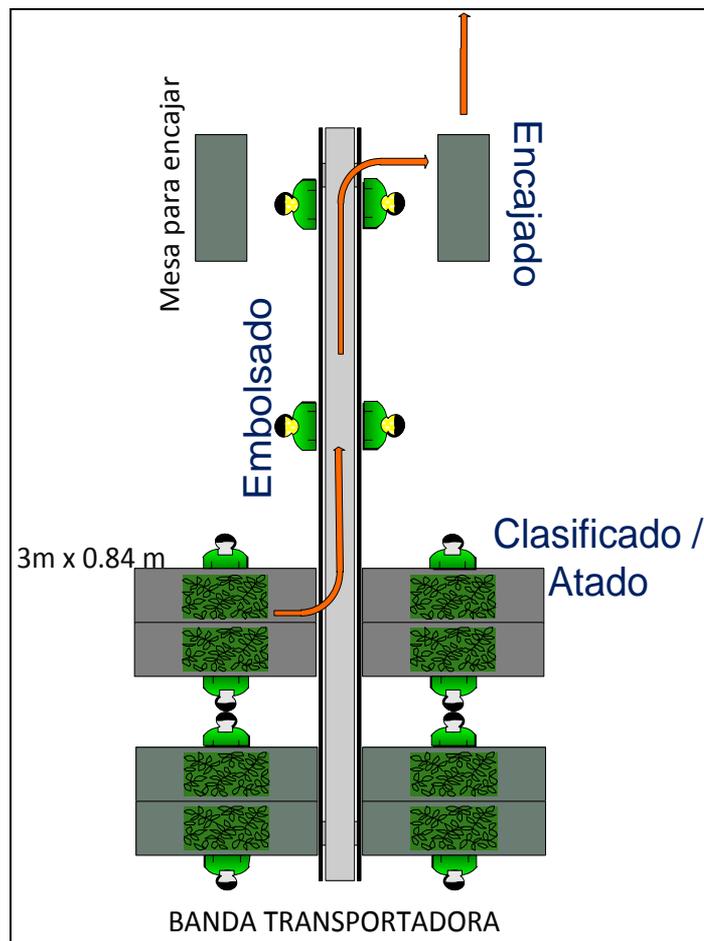
Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Tiempo de ciclo vrs. tiempo de vida útil**

	Ciclo postcosecha	Vida útil
	(Horas)	(Días)
Mejorado	2,4	31
Actual	3,63	25

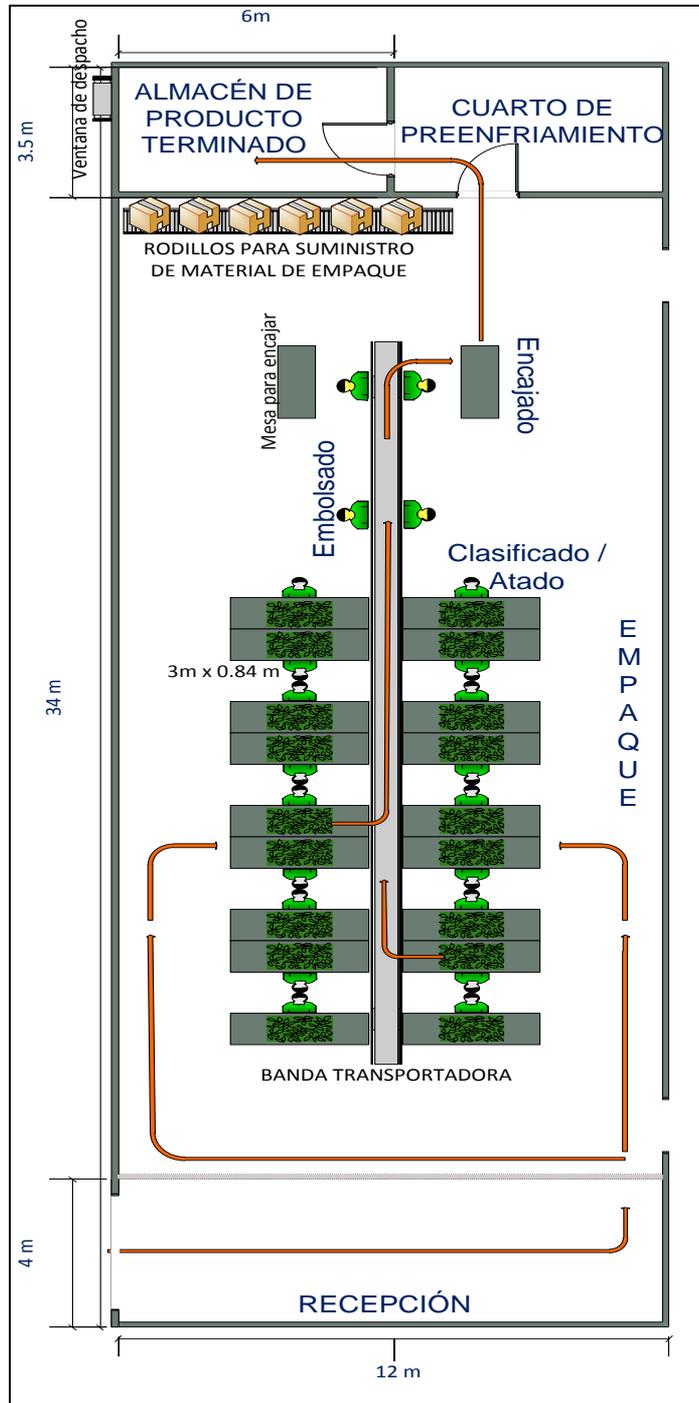
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Propuesta de nueva estación de trabajo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Propuesta de redistribución de planta



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Propuesta de área de empaque en frío**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada en la planta de empaque, Fair-fruit Guatemala.

Figura 20. **Rumohra adiantiformis (helecho de cuero)**



Fuente: elaboración propia. Fotografía tomada en la planta de empaque, Tropicultivos I S.A.

