



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

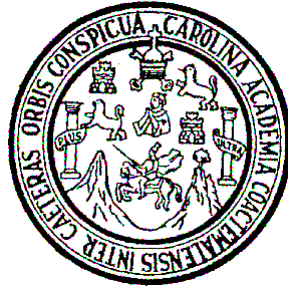
**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN MODELO LINEAL DE
PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DE LA NUEZ DE MACADAMIA, DE LA
FINCA VALHALLA EXPERIMENTAL STATION, EN EL MUNICIPIO SAN
MIGUEL DUEÑAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

Lisette Salazar Rodríguez

Asesorado por el Lic. Marco Tulio Urizar Moncrieff

Guatemala, septiembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN MODELO LINEAL DE
PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DE LA NUEZ DE MACADAMIA, DE LA
FINCA VALHALLA EXPERIMENTAL STATION, EN EL MUNICIPIO SAN
MIGUEL DUEÑAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

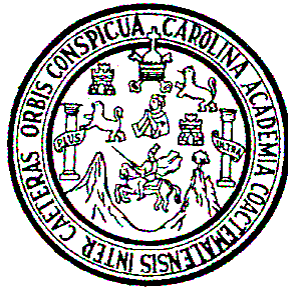
LISSETTE SALAZAR RODRÍGUEZ

ASESORADO POR EL LIC. MARCO TULIO URÍZAR MONCRIEFF

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Monzón
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN MODELO LINEAL DE PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DE LA NUEZ DE MACADAMIA, DE LA FINCA VALHALLA EXPERIMENTAL STATION, EN EL MUNICIPIO SAN MIGUEL DUEÑAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ,

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 13 de junio de 2005.

LISSETTE SALAZAR RODRÍGUEZ

AGRADECIMIENTOS A:

Dios: Por ser parte de una familia buena, unida, abundante en bendiciones y amor. Por darme el privilegio del estudio para forjarme un mejor futuro y por las satisfacciones en mi vida.

Mis padres: Ettmar y María Eugenia; por todo su esfuerzo y trabajo para brindarme las mejores oportunidades en mi vida, por su confianza, apoyo y amor incondicional.

Mis Hermanas: Carlota y Martha; por ser los dos mejores ejemplos de apoyo, valentía, amor, perseverancia y excelencia, los cuales han sido de valiosa ayuda en mi vida.

Mi Novio: Eder; por su amor demostrado a través de su apoyo y paciencia en los momentos difíciles, por compartir mis sueños y motivarme a alcanzarlos.

Mi Familia: Por todo su cariño y presencia constante en mi vida.

Mis Amigas: Por su amistad sincera.

Mi Asesor: Lic. Marco Tulio Urizar; por el aporte de sus conocimientos para poder culminar este trabajo de graduación.

Universidad de San Carlos de Guatemala

DEDICATORIA A:

- Guatemala:** Para que mis estudios y esfuerzos colaboren con el desarrollo de mi país y el bien de su gente.
- La Asunción:** Por ser tan importante en mi formación y aprendizaje de los verdaderos valores en la vida.
- Mis Hermanas:** Martha: por su fortaleza y serenidad ante la vida.
Carlota: por ser trabajadora y decidida; por su ayuda.
- Mis Padres:** Ettmar y María Eugenia; por creer en mí y apoyarme en mis decisiones.
- Mi Sobrino:** Guillermo; para que su vida esté llena de bendiciones y rodeada de amor.
- Mis abuelitas:** Carlota+ y Olga, por su amor incondicional.
- Mis tíos y tías:** Por su apoyo.
- Mis primas:** Olga, Michelle, Susana, Fernanda, Kristel, Karlita y Gabriel, por su cariño.
- Mi Novio:** Eder; por la felicidad que ha dado a mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV

1. ANTECEDENTES

1.1 Generalidades.....	1
1.2 Países Importadores.....	3
1.3 Exportaciones.....	3
1.4 Condiciones ambientales para el cultivo en Guatemala.....	5
1.5 Características de la nuez de Macadamia.....	8
1.5.1 Contenido de grasa y calidad.....	9
1.5.2 Presentación de la nuez.....	9
1.5.3 Índice de madurez.....	10
1.5.4 Tamaño y peso por unidad.....	10
1.5.5 Empaque.....	10
1.5.6 Presentaciones al consumidor.....	10
1.5.7 Uso de la Macadamia.....	11

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción Gráfica del Proceso.....	13
2.1.1 Diagrama de Proceso.....	14
2.1.2 Diagrama de Flujo.....	18
2.1.3 Diagrama de Recorrido.....	23
2.2 Descripción del Proceso	25
2.2.1 Recolección.....	25
2.2.2 Pelado	25
2.2.3 Secado.....	27
2.2.4 Clasificado	28
2.2.5 Tostado.....	29
2.2.6 Empaque y almacenaje.....	29
2.3 Producción Actual.....	30
2.3.1 Eficiencia por datos aproximados.....	30
2.3.2 Utilización de residuos.....	32
2.3.3 Condiciones ambientales.....	33
2.3.4 Productos obtenidos.....	34
2.4 Ventajas y Desventajas del proceso actual.....	35
2.5 Distribución actual de la maquinaria.....	35

3. DISEÑO PROPUESTO

3.1 Redistribución de Maquinaria.....	37
3.2 Diagramas Mejorados.....	41
3.2.1 Diagrama de Operaciones del Proceso Propuesto....	41
3.2.2 Diagrama de Flujo del Proceso Propuesto.....	44
3.2.3 Diagrama de Recorrido del Proceso Propuesto.....	48
3.3 Descripción del Proceso Propuesto.....	49

3.4 Producción obtenida.....	52
3.4.1 Beneficios del proceso propuesto.....	52
3.4.2 Utilización propuesta de residuos.....	52
3.4.3 Condiciones ambientales para su cosecha.....	53
3.4.4 Productos obtenidos.....	54

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Descripción de procedimientos.....	55
4.2 Introducción de los cambios.....	56
4.2.1 Inducción del personal.....	57
4.2.2 Capacitación del personal.....	58
4.2.3 Seguimiento de los procedimientos.....	59

5. MEJORA CONTINUA

5.1 Indicadores.....	61
5.1.1 Eficiencia alcanzada.....	61
5.1.2 Utilización de la merma.....	61
5.1.3 Mejora en la productividad.....	62
5.1.3.1 Masa – Tiempo	62
5.1.4 Disponibilidad de maquinaria y operarios.....	63

CONCLUSIONES.....	65
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	67
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	69
--------------------------	-----------

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

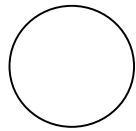
1. El árbol de Macadamia y la nuez.....	2
2. Gráfica de Principales productores de nuez de macadamia.....	4
3. Gráfica de producción y exportación de nuez en Guatemala.....	5
4. Áreas potenciales para el cultivo de la Macadamia.....	7
5. Diagrama de Operaciones del Proceso en Finca.....	14
6. Diagrama de Operaciones del Proceso en Planta.....	15
7. Diagrama de Flujo del Proceso en Finca.....	18
8. Diagrama de Flujo del Proceso en Planta	20
9. Diagrama de Recorrido del Proceso en Finca.....	23
10. Diagrama de Recorrido del Proceso en Planta.....	24
11. Máquina Peladora.....	25
12. Máquina Peladora en Funcionamiento.....	26
13. Salida de las Nueces después de peladas.....	26
14. Operarios revisando las nueces peladas.....	26
15. Camas de secado.....	27
16. Máquina clasificadora.....	28
17. Abono orgánico producido en la finca.....	32
18. Presentación de los productos derivados de la nuez de Macadamia	34
19. Diagrama de distribución actual de maquinaria.....	36

20. Distribución por producto.....	38
21. Distribución propuesta de maquinaria	40
22. Diagrama de Operaciones del Proceso Mejorado	41
23. Diagrama de Flujo del Proceso Mejorado.....	44
24. Diagrama de Recorrido de Proceso Mejorado.....	48
25. Carro contenedor con ruedas.....	49
26. Tolva reguladora.....	49
27. Plantación de árbol de nuez de Macadamia	53
28. Procedimiento de pelado	55
29. Cálculo de datos de abono.....	62

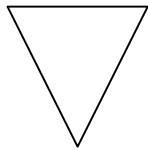
TABLAS

I. Principales productores de nuez de macadamia.....	4
II. Composición Nutricional de la Macadamia.....	8
III. Entradas y salidas de la nuez de macadamia en el proceso.....	31

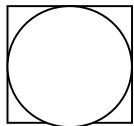
LISTA DE SÍMBOLOS



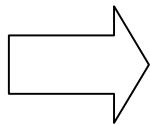
Operación



Almacenamiento



Operación Combinada



Transporte

GLOSARIO

- Árbol perennifolio:** Árbol que mantiene el follaje verde durante toda su vida.
- Ácidos grasos insaturados:** Ácidos carboxílicos que presentan en su cadena enlaces dobles o triples.
- Drupa:** Fruto monospermo de mesocarpio carnoso, coriáceo o fibroso rodeado de un endocarpio leñoso con una semilla en su interior.
- Endocarpio:** Capa interna del pericarpio de los frutos derivada de la cara interna del carpelo.
- Familia Proteaceae:** Es parte de la jerarquía taxonómica de la planta. Árboles y arbustos de hojas normalmente alternas, a veces opuestas o verticiladas. Estas son coriáceas, simples o compuestas, enteras, dentadas o lobuladas, sin estípulas. Inflorescencias axilares o terminales, frecuentemente en racimos, espigas o cabezuelas. Fruto en folículo, nuez o drupa, a veces leñoso. Es característica de esta familia el que los órganos masculinos de la flor maduren antes que los femeninos, siendo la polinización, por tanto, efectuada por pájaros o insectos. Algunas especies

producen maderas, otras tienen semillas comestibles y muchas otras tienen interés ornamental.

Monospermo:

Planta que tiene solo una semilla.

Mesocarpio:

Capa media del pericarpio de un fruto, comprendida entre el pericarpio y el endocarpio.

Omega 3:

Ácido graso poliinsaturado que se encuentra en el sistema nervioso, así como en la retina. Su consumo regular favorece la circulación sanguínea, contribuye a regular la hipertensión arterial, reduce los triglicéridos y trabaja como mecanismo antitrombótico, previniendo la aterosclerosis.

Orografía:

Descripción del relieve montañoso.

Pericarpio:

Pared del fruto que rodea la semilla.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación, se estableció un diseño lineal para la optimización de los procesos de producción de nuez de Macadamia y sus derivados, con el fin de aumentar la eficiencia de las actividades y el rendimiento de la producción. Se determinaron los puntos críticos en el proceso y se ofrece una propuesta para la optimización de los procesos de producción, disminución de pérdidas de tiempo y se sugiere un nuevo diseño para la planta de proceso.

Este diseño propuesto mejorará de manera significativa la producción de los derivados de la nuez de macadamia, mediante la mejora del proceso como tal, la distribución de la maquinaria, la implementación de herramientas sencillas y la mejora de las máquinas y herramientas ya existentes. Este diseño propuesto minimizará las demoras en el proceso actual y contribuirá a reducir el tiempo de producción por medio de agilizar la operación de secado.

Dentro de las herramientas que se proponen implementar se encuentran carros contenedores con ruedas, los cuales son fáciles de conseguir y de utilizar, esto indica que los cambios que se proponen son sencillos pero muy útiles en la mejora del proceso.

Un aspecto importante a mencionar es que esta es una finca que busca que la producción sea lo más artesanal posible puesto un tour turístico dentro de la finca para dar a conocer cierta parte del proceso. Este nuevo diseño propuesto mantiene en general, esta característica del proceso a excepción de que busca optimizar el espacio, el tiempo y la manera en que se realiza. Esta propuesta logra mejorar el proceso de una forma sencilla y fácil de implementar, en busca de mejores rendimientos de la nuez de macadamia.

OBJETIVOS

General

Proponer el diseño para un modelo lineal de producción de derivados de nuez de Macadamia en la unidad productiva de Valhalla Experimental Station, en el Municipio de San Miguel Dueñas, Departamento de Sacatepéquez.

Específicos

1. Describir el proceso actual de producción de la nuez de Macadamia para establecer las diferentes actividades que lo integran.
2. Identificar las líneas de producción de los derivados de la nuez de Macadamia para determinar la utilización que se les da.
3. Determinar los puntos en la producción que causan pérdidas de materia prima, subutilización de mano de obra y tiempo efectivo, para conocer las posibles áreas de mejora.
4. Señalar la importancia de mantener la calidad de los productos derivados de la nuez de Macadamia.
5. Estructurar un modelo lineal de producción que integre maquinaria y equipo adecuado para la optimización del proceso de producción de los derivados de la nuez de Macadamia.

INTRODUCCIÓN

La nuez de Macadamia, llamada “La Reina de Las Nueces”, cuenta con dos especies: *Macadamia tetraphylla* y *Macadamia integrifolia*. Ambas especies son cultivadas en Guatemala.

La nuez de Macadamia es una fuente importante de ácidos grasos insaturados, principalmente omega 3 y omega 6, vitaminas A y D, sales minerales, entre otros, por lo que tiene un valor nutricional importante. Asimismo, su aceite tiene un gran valor nutricional y propiedades adecuadas para la fabricación de cosméticos.

En los últimos años se han incrementado las plantaciones de Macadamia para aumentar la producción de nuez y sus derivados, generando de esta manera más fuentes de trabajo.

En la finca Valhalla Experimental Station, la producción de nuez de Macadamia y los productos obtenidos a partir de ella, como aceite, mantequilla, harina y cosméticos, se realiza mediante un proceso discontinuo artesanal, el cual resulta ineficiente y poco productivo, debido al desperdicio de materia prima y a la pérdida de tiempo efectivo de trabajo y mano de obra.

En el presente estudio se hace la propuesta de un modelo lineal de producción que optimice los recursos y haga más eficiente el proceso de producción de nuez de Macadamia y sus derivados.

1. ANTECEDENTES

Para poder realizar la propuesta del diseño de un modelo lineal de producción de derivados de la nuez de macadamia, es necesario conocer sus características; por lo que en este capítulo se presentan las generalidades de la nuez, así como los principales productores a nivel mundial.

1.1 Generalidades

Históricamente se relata que desde antes de la llegada de los europeos a Australia, los aborígenes se congregaban en las lomas del llamado “Great Dividing Range” –Queensland- para alimentarse de la semilla de dos árboles siempre verdes, que llamaban “kindal kindal”.

La Macadamia es originaria de la zona subtropical de Australia en la región costera, al sur de Queensland y al norte de Nueva Gales del Sur, cuyo clima es caliente y lluvioso. Fue descubierta en forma silvestre en 1843 por Walter Hill. En 1858, se realiza la primera descripción botánica por Ferdinand Von Mueller y la denomina *Macadamia Ternifolia*, en honor a su amigo el doctor John MacAdam que murió en uno de sus viajes de Australia a Nueva Zelanda. En 1958, el botánico William Bicknell Storey dio el nombre oficial de *Macadamia Integrifolia* a la variedad que tiene tres hojas y concha lisa; y *Macadamia tetraphylla* a la variedad de cuatro hojas y concha rugosa.

Fue introducida en Hawaii en 1881 por William Purvis, con propósitos ornamentales y de reforestación, iniciándose la moderna e importante industria de Macadamia en las islas. Existe producción en África del Sur, Centro y Sudamérica.

Su introducción a Guatemala no se puede determinar con precisión pero en el año de 1958 se introdujeron semillas de variedades procedentes de Hawai. Estos materiales fueron manejados por el Instituto Agropecuario Nacional, Escuela de Agricultura y estación experimental de Chocolá.

Los árboles de las plantaciones ubicadas en el Departamento de Sacatepéquez fueron traídos a principios de los años 80 del Estado de California, Estados Unidos, ya que las personas que las importaron de Hawaii a ese Estado encontraron que no se adaptaron bien al ambiente y esas tierras.

La Macadamia es un cultivo permanente; es un árbol de origen tropical, bosques húmedos y cálidos. La vida útil de producción del árbol es de más de 60 años. Es un árbol perennifolio de gran tamaño, pertenece a la familia proteaceae y al género *Macadamia*, en el que están incluidas 10 especies, de las cuales *Macadamia integrifolia* es preferida por su mayor porcentaje de almendras sanas y mayor uniformidad en el tamaño del fruto; las conchas son lisas y pequeñas, las hojas tienen bordes ondulados con tres hojas por nudo. Las flores son color blanco cremoso agrupado en racimos de 12 a 30 cm.; y *Macadamia tetraphylla* más indicada para usarse como patrón debido a su mejor sistema radicular. Con una concha rugosa, grande; hojas con borde aserrado muy espinoso, con cuatro hojas por nudo, nervaduras color púrpura. Las flores son color rosado en racimos de 20 a 50 cm.

Figura 1. Arbol de Macadamia y de la Nuez de Macadamia



Fuente: www.werenuts.com

Los árboles pueden alcanzar hasta 18 metros de altura, con una copa frondosa, siempre verde, que puede cubrir hasta 12 metros de diámetro. El árbol de Macadamia inicia su producción comercial a partir del séptimo año, una

vez transplantado en el sitio definitivo y se incrementa anualmente hasta alcanzar niveles óptimos en el año 13. Sus frutos son las nueces, las que se encuentran cubiertas con una cáscara verde, son esféricas con un diámetro aproximado de 3,5 cm., se producen en forma de racimos y al llegar a la madurez, se desprenden y caen al suelo para ser cosechadas y luego procesadas.

La nuez comestible, también llamada almendra, está envuelta en una concha marrón de gran dureza. Dicha almendra es de color blanco cremoso con un peso aproximado de 2,57 gramos. Esta almendra se ofrece al público como nuez tostada.

En la figura 1 se muestra el árbol de Macadamia y la nuez de Macadamia.

1.2 Países Importadores

Los principales países importadores y consumidores de nuez de Macadamia en el mundo, en orden de importancia, son Alemania, Estados Unidos y Japón.

1.3 Exportaciones

Aún manteniendo un nivel de precios relativamente alto en el mercado internacional de nueces, la demanda de ésta se mantiene insatisfecha. Se calcula que la producción total de Macadamia representa apenas el 0.5% del comercio mundial de nueces de árbol. La exportación de productos orgánicos en Guatemala, entre ellos el Café, aguacate, hortalizas y nuez de Macadamia alcanza los US\$ 9,000,000 hacia Estados Unidos, Japón, Canadá, Arabia Saudita y la Unión Europea.

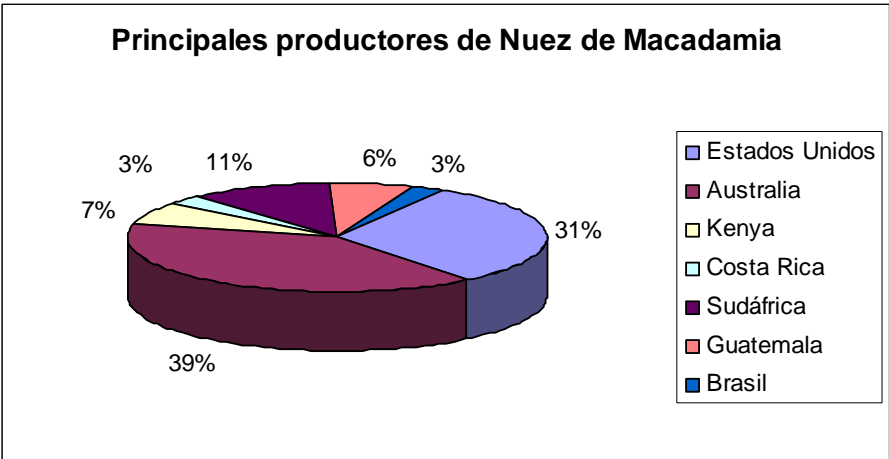
En la tabla I se enumeran los principales países productores de nuez de Macadamia.

Tabla I. Principales Productores de Nuez de Macadamia

Principales Productores de Nuez de Macadamia	
Estados Unidos	31.18 %
Australia	39.39 %
Kenya	6.67 %
Costa Rica	2.73 %
Sudáfrica	11.03 %
Guatemala	6.49 %
Brasil	2.51 %

Fuente: FAS Agricultural Attaché Reports, NASS/USDA, and HASS.

Figura 2. Principales Productores de Nuez de Macadamia

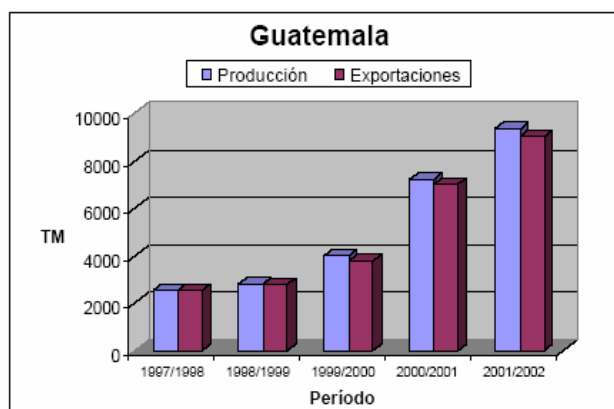


La industria de Macadamia en Guatemala está aumentando tanto en producción como en exportación y se predice que seguirá creciendo en los próximos años.

La cantidad de nuez producida en el país aumentó del período de 1998-1999 al período de 1999-2000, de 2,800 a 4,000 toneladas de nuez en concha.

Para el período 2000-2001 la producción aumentó a 7,200 toneladas. Esto debido principalmente al aumento en rendimiento y la cosecha de las plantaciones jóvenes. En 1999 los rendimientos promedios eran de 3.01 t/ha un 30% más que en 1998, que alcanzó rendimientos de 2.32 t/ha. En el año 2000, se alcanzaron rendimientos promedio de 4,92 t/ha. En la figura No. 3 se muestra la producción y exportación de nuez de macadamia en Guatemala durante los años 1997 al 2002.

Figura 3. Producción y Exportación de Nuez de Macadamia en Guatemala



Fuente: FAS Foreign Agricultural Service/USDA.

1.4 Condiciones Ambientales para el cultivo en Guatemala

El Cultivo de macadamia en Guatemala requiere de altitudes de 600 a 1,600 msnm, similares a las apropiadas para el cultivo de café. Se adapta a precipitaciones pluviales anuales de 1,000 a 4,000 mm y con niveles adecuados de insolación. En caso de contar con más de dos meses de sequía se debe suministrar agua a través de sistemas de riego.

El viento tiene dos efectos destructivos en este cultivo, mecánico y ambiental. Ya que provoca doblamiento, deformación, caída de frutos inmaduros y volcamiento de árboles. Además los vientos causan una transpiración fuerte lo que provoca deshidratación de las hojas.

La macadamia se adapta desde los 14 hasta los 32 grados centígrados de temperatura.

Es apta para suelos franco arenosos, franco arcillosos y arcillosos, evitando los que tengan mal drenaje. Se desarrolla bien en un rango de PH entre 5.5 y 7.0, Por tener sistema radicular muy superficial se necesita que los suelos sean fértiles, sueltos, bien drenados y sin capas impermeables que impidan el crecimiento normal de la raíz. Al decir suelo fértil, se refiere a los suelos que brindan los nutrientes adecuados en la cantidad necesaria para el desarrollo de la planta.

Las plantaciones se desarrollan bien en pendientes no mayores de 30%. Sin embargo en Guatemala las condiciones óptimas para el desarrollo de este cultivo se encuentran en zonas con pendientes inclinadas o quebradas, por lo que es necesario implementar sistemas de conservación de suelos como siembras en contorno, barreras vivas y terrazas en contorno.

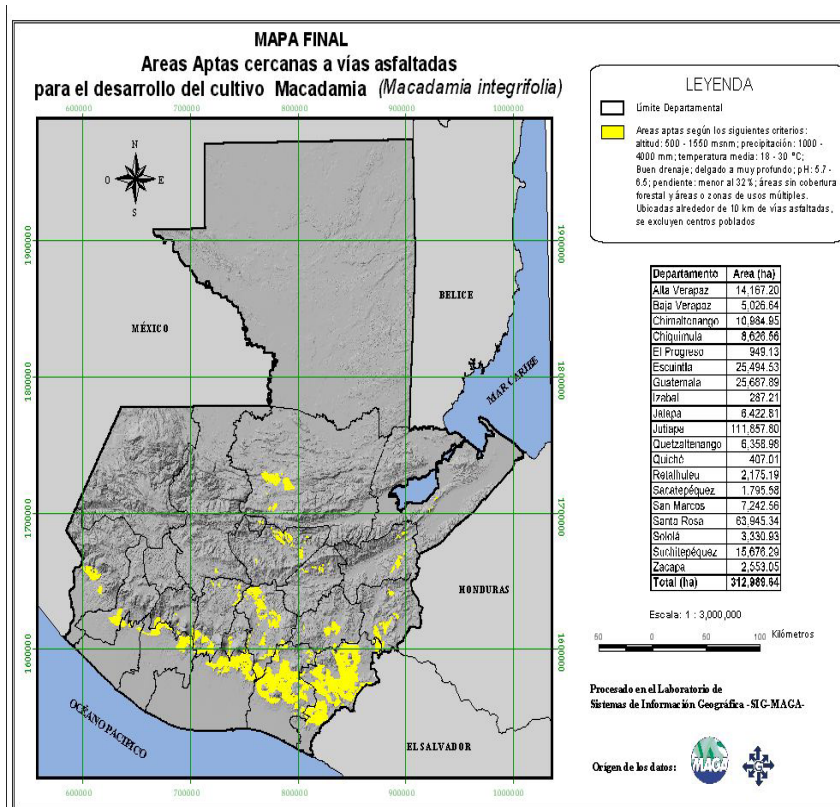
En Guatemala se encuentran áreas potenciales, de acuerdo a ciertos criterios, para el cultivo de Macadamia. Estos criterios son: altitud de 500 a 1500 msnm; precipitación 1000 – 4000 mm; temperatura media 18°C – 30°C; buen drenaje; delgado a muy profundo; pH: 5.7 – 6.5; pendiente: menor al 32%; áreas sin cobertura forestal y áreas o zonas de usos múltiples. Ubicadas alrededor de 10 Km de vías asfaltadas.

Dentro de las áreas están:

Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Izabal, Jalapa, Jutiapa, Quetzaltenango, Quiché, Retalhuleu, Sacatepéquez, San Marcos, Santa Rosa, Sololá, Suchitepéquez y Zacapa.

A continuación se presenta un mapa de Guatemala en el que se localizan las zonas anteriormente mencionadas que son aptas para el cultivo de nuez de macadamia.

Figura 4. Áreas potenciales para el cultivo de la Macadamia



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

1.5 Características de la Nuez de Macadamia

La nuez corresponde a una drupa contenida en un pericarpio que se abre por una sutura. La semilla es simple y está cubierta por una cáscara muy dura. La parte comestible es el embrión, de color blanco cremoso, que mide entre 2 y 3.5 centímetros de diámetro. Entre las nueces, la Macadamia se distingue por su bajo contenido de grasa saturada y sodio.

Su composición nutricional es la siguiente:

Tabla II. Composición Nutricional de la Macadamia

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible	Valores diarios recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)
Calorías	702	
Agua	2.88 g	
Carbohidratos	13.73 g	300 g
Ceniza	1.36 g	
Fibra	5.28 g	25 g
Lípidos totales	73.72 g	
Proteína	8.30 g	
Riboflavina	0.11 g	1.7 mg
Ácido ascórbico	0 mg	60 mg
Calcio	70 mg	162 mg
Cobre	0.29 mg	
Fósforo	136 mg	125 mg
Hierro	2.41 mg	18 mg
Magnesio	116 mg	100 mg
Niacina	2.14 mg	20 mg
Potasio	368 mg	3500 mg
Sodio	5 mg	2400 mg
Tiamina	0.35 mg	
Zinc	1.71 mg	15 mg

Fuente: USDA Composition of foods and seed products

1.5.1 Contenido de Grasa y Calidad

La variedad *integriifolia* contiene 80% de aceite y 4% de azúcar, mientras que la variedad *tetraphilla* contiene el 65-75% de aceite y 6-8% de azúcar.

La macadamia contiene una alta proporción de grasa monoinsaturada (un 88% de las grasas son monoinsaturadas) que disminuye los niveles de colesterol. Rica en ácido oleico, presenta una composición grasa similar a la del aceite de oliva. Este fruto seco proporciona proteínas, fibra, ácido fólico, calcio y potasio.

La calidad de la nuez se juzga de acuerdo a su color y forma. La nuez blanca cremosa está encerrada en un fuerte casco liso de color café, que a su vez está dentro de una cáscara verde suave, que se abre cuando la nuez está madura.

1.5.2 Presentación de la Nuez

La nuez es tostada, procesada y empacada para comercializarla como nuez tostada y salada, además es utilizada en repostería, confitería, como nuez recubierta de chocolate, en turrone y helados.

Por su fino aroma, la Macadamia es considerada como una de las nueces comestibles más nobles. Ligeramente tostada con o sin aceite de coco y sal, incrementa su aroma.

1.5.3 Índice de Madurez

El estado de madurez de la nuez se calcula en base al porcentaje de humedad. Así, se recomienda un rango entre 25 – 27% de humedad, punto en que la nuez cae del árbol. Este nivel presenta una mejor durabilidad frente al producto más húmedo.

1.5.4 Tamaño y Peso por unidad

Varía según las presentaciones, una nuez mediana entera pesa 2 gramos aproximadamente, mientras que una nuez grande entera pesaría 3 gramos.

1.5.5 Empaque

Las nueces se empacan a granel en fundas especiales de aluminio laminado, polietileno, poliéster y nylon, materiales que protegen el contenido de la luz y la humedad, evitando totalmente la transpiración. Esta funda es inyectada con flujo de gas, sellada al vacío y colocada en cajas de cartón de fibra y peso de 10, 20 y 25 kg. En la unidad productora Valhalla Experimental Station, en el municipio San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, se empacan en papel celofán traslúcido.

1.5.6 Presentaciones al Consumidor

La nuez de Macadamia, ya sea entera, en pedazos o en migas, se presenta al consumidor al natural, cubierta de chocolate, caramelo y otros similares. Se utiliza en la elaboración de una variedad de confites, harina para

pastelería, mantequilla, aceite solo como cosmético y de base para la fabricación de cremas nutritivas para la cara.

El 60% del producto a nivel mundial va dirigido a la industria y el 40% restante se consume como snack.

1.5.7 Usos de la Macadamia

La nuez de Macadamia por ser un manjar exquisito, de buen sabor, alto poder alimenticio y ser considerada como la nuez más fina del mundo, es utilizada por el mercado gourmet, como un aditivo especial en cualquier clase de comidas, ensaladas y en los cócteles.

La industria de la confitura la utiliza en la elaboración de chocolates, galletas, pasteles, panecillos, helados y postres.

La nuez puede consumirse en forma natural, asada, salada o sazonada. Además puede ser utilizada en medicina como un suplemento en el tratamiento de personas con altos niveles de colesterol en sangre.

El aceite de Macadamia es uno de los más saludables y apropiados para usarse como aceite de ensalada y de cocina. También por su alto contenido de ácido Palmitoleico, es utilizado para la elaboración de productos de belleza, tales como hidratantes para piel, jabones y aceites para masajes.

2. SITUACIÓN ACTUAL

El proceso actual de producción de nuez de macadamia, es el que se presenta a continuación tomando en cuenta sus procedimientos y métodos.

2.1 Descripción Gráfica del Proceso

El sistema de producción de nuez de macadamia en la finca Valhalla Experimental Station se representa por medio de diagramas de proceso, diagramas de flujo y diagramas de recorrido, en los cuales se pueden apreciar las diferentes actividades que lo integran.

Se presentan diagramas en la finca y en la planta.

2.1.1 Diagrama de Proceso

Figura 5. Diagrama de Operaciones del Proceso en Finca

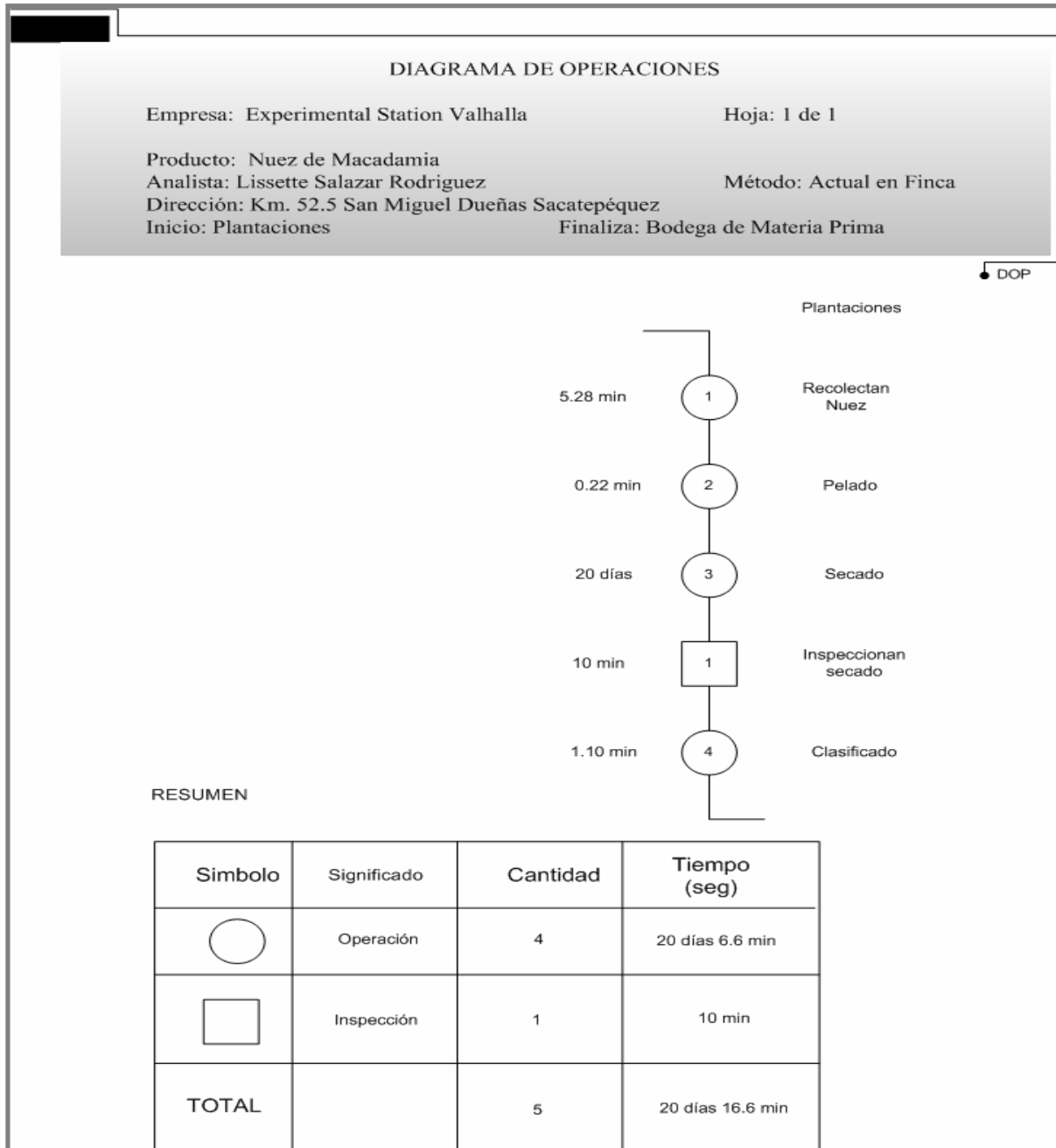


Figura 6. Diagrama de Operaciones del Proceso en Planta

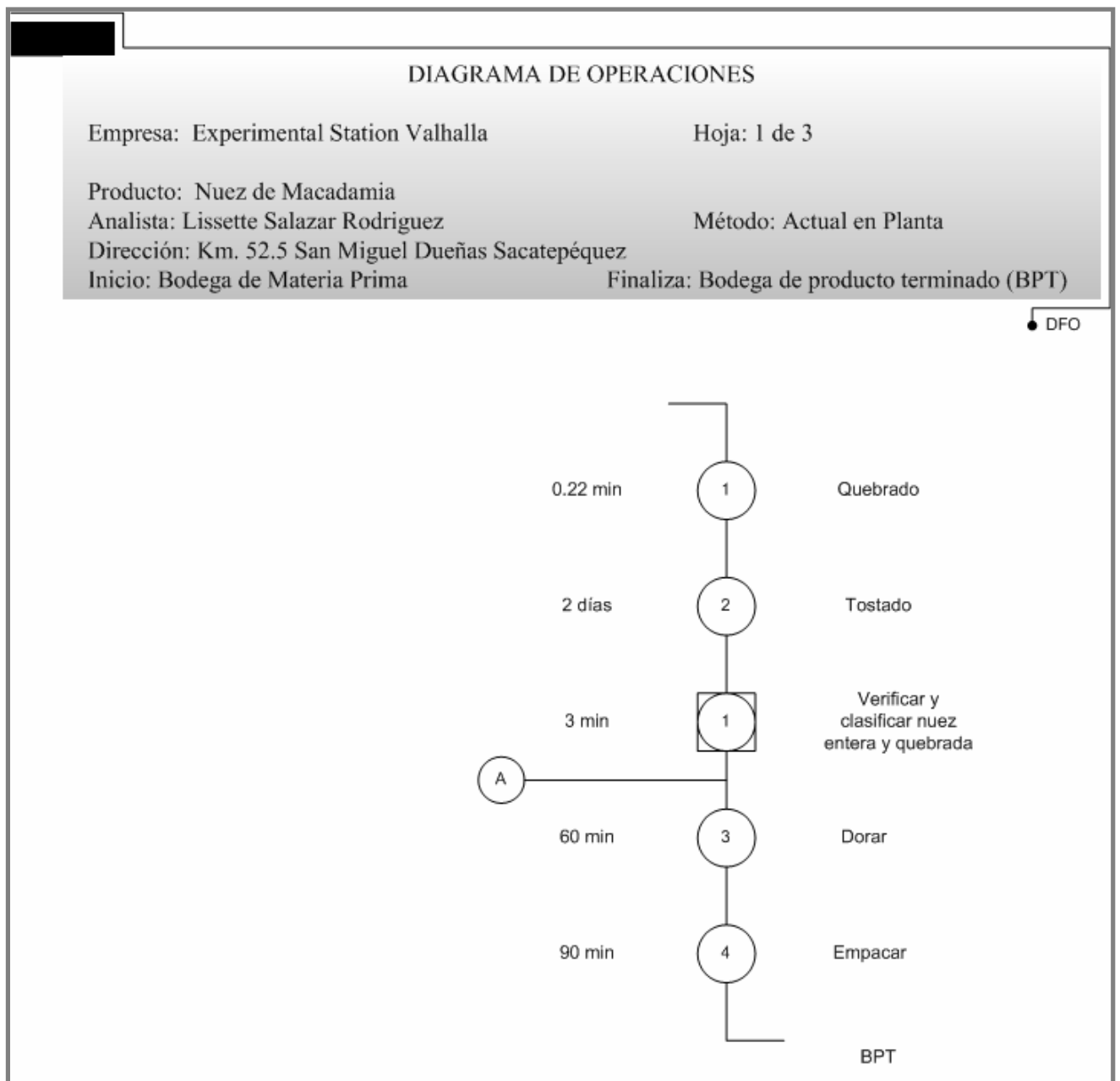


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 2 de 3

Producto: Nuez de Macadamia

Analista: Lissette Salazar Rodriguez

Método: Actual en Planta

Dirección: Km. 52.5 San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Bodega de Materia Prima

Finaliza: Bodega de producto terminado (BPT)

● DFO

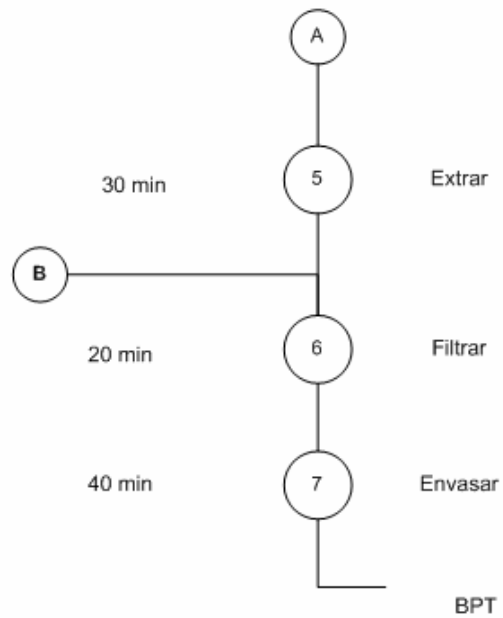


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 3 de 3

Producto: Nuez de Macadamia

Analista: Lissette Salazar Rodriguez

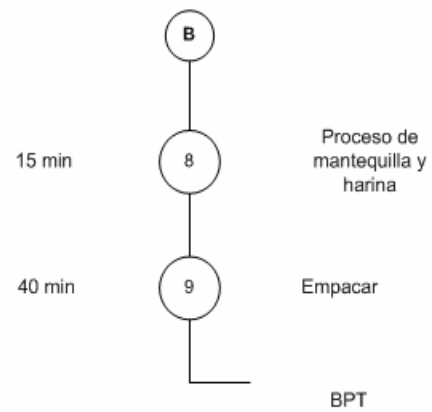
Método: Actual en Planta

Dirección: Km. 52.5 San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Bodega de Materia Prima

Finaliza: Bodega de producto terminado (BPT)

● DFO



RESUMEN

Simbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (min)
○	Operación	9	295.22
◻	Inspección / Operación	1	3
TOTAL		10	298.22

2.1.2 Diagrama de Flujo

Figura 7. Diagrama de Flujo del Proceso en Finca

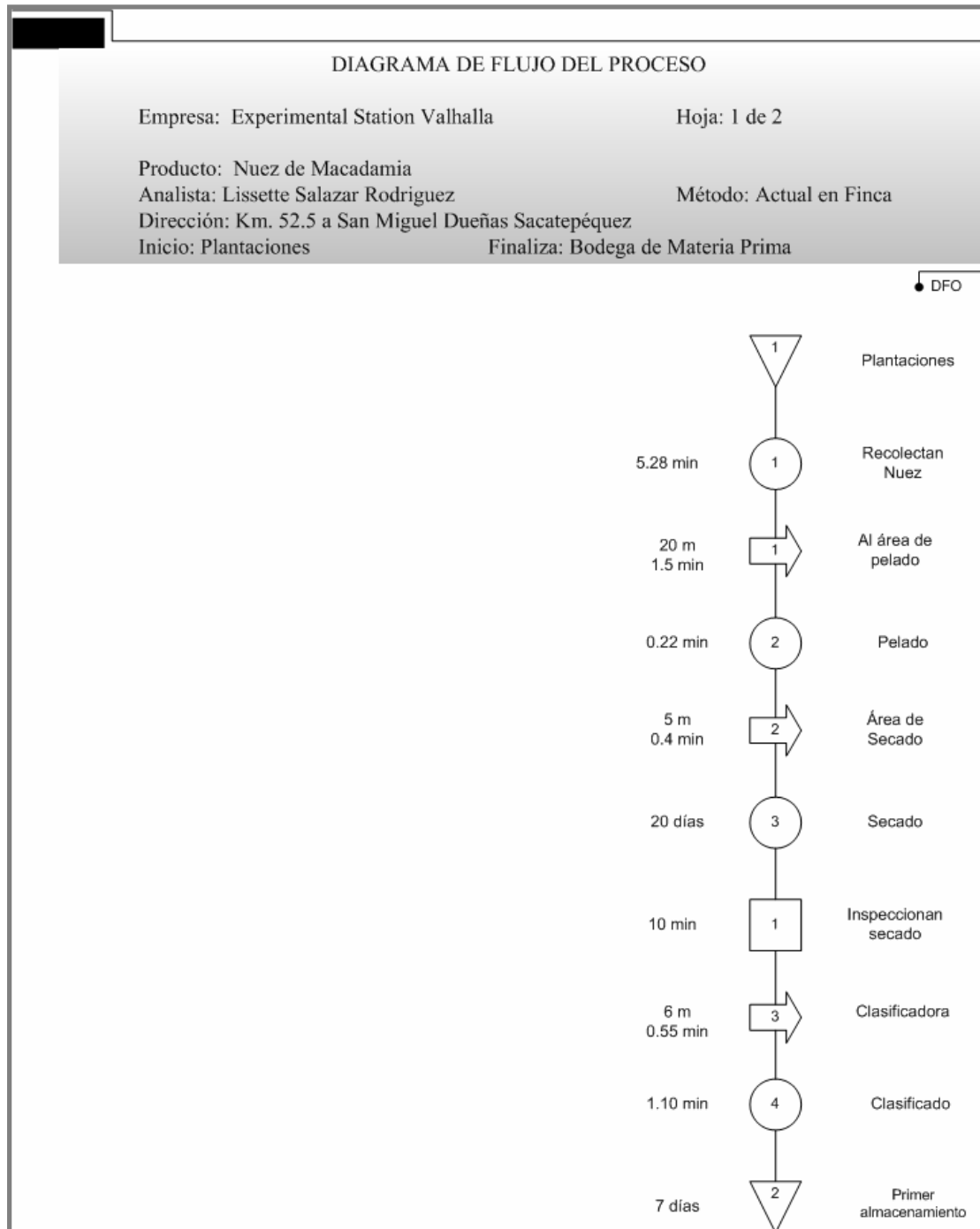


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 2 de 2

Producto: Nuez de Macadamia

Analista: Lissette Salazar Rodriguez

Método: Actual en Finca

Dirección: Km. 52.5 a San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Plantaciones

Finaliza: Bodega de Materia Prima

● DFO

RESUMEN

Simbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (seg)	Distancia (m)
	Operación	4	20 días 6.6 min	-----
	Traslado	3	2.45 min	31 m
	Almacenaje	2	7 días	-----
	Inspección	1	10 min	-----
TOTAL		10	27 días 19.05 min	31 m

Figura 8. Diagrama de Flujo del Proceso en Planta

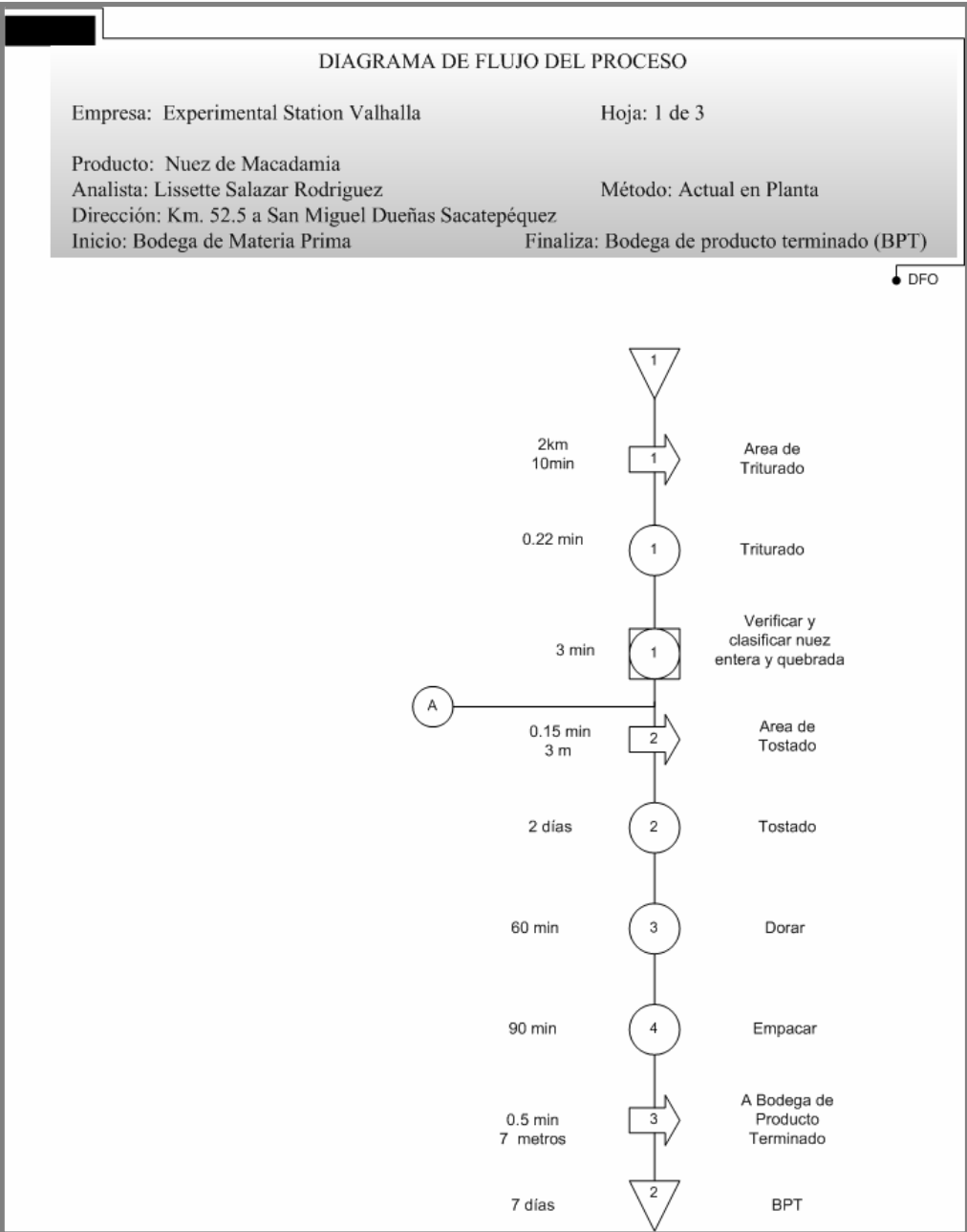


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 2 de 3

Producto: Nuez de Macadamia

Analista: Lissette Salazar Rodriguez

Método: Actual en Planta

Dirección: Km. 52.5 a San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Bodega de Materia Prima

Finaliza: Bodega de producto terminado (BPT)

DFO

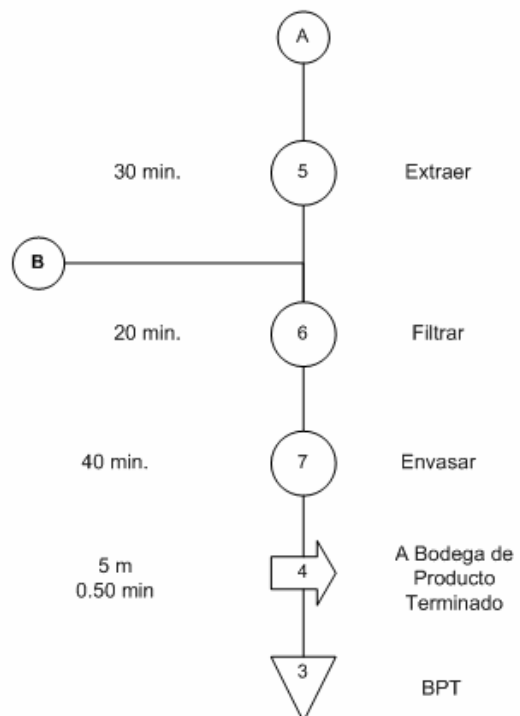


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 3 de 3

Producto: Nuez de Macadamia

Método: Actual en Planta

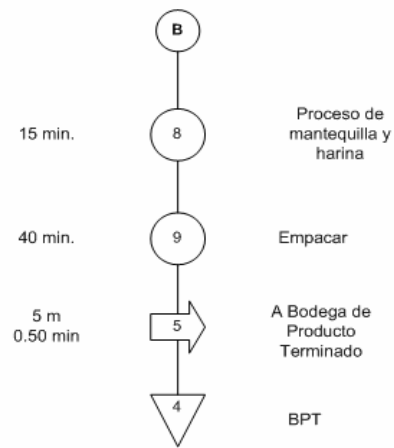
Analista: Lissette Salazar Rodriguez

Dirección: Km. 52.5 a San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Bodega de Materia Prima

Finaliza: Bodega de producto terminado (BPT)

● DFO



RESUMEN

Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	9	2 días 295.22 min	
➡	Traslado	5	11.65 min	2 km 20 m
▽	Almacenaje	4		
◻	Inspección / Operación	1	3 min	
TOTAL		19	2 días 309.87 min	2 km 20 m

2.1.3 Diagrama de Recorrido

Figura 9. Diagrama de Recorrido del Proceso en Finca

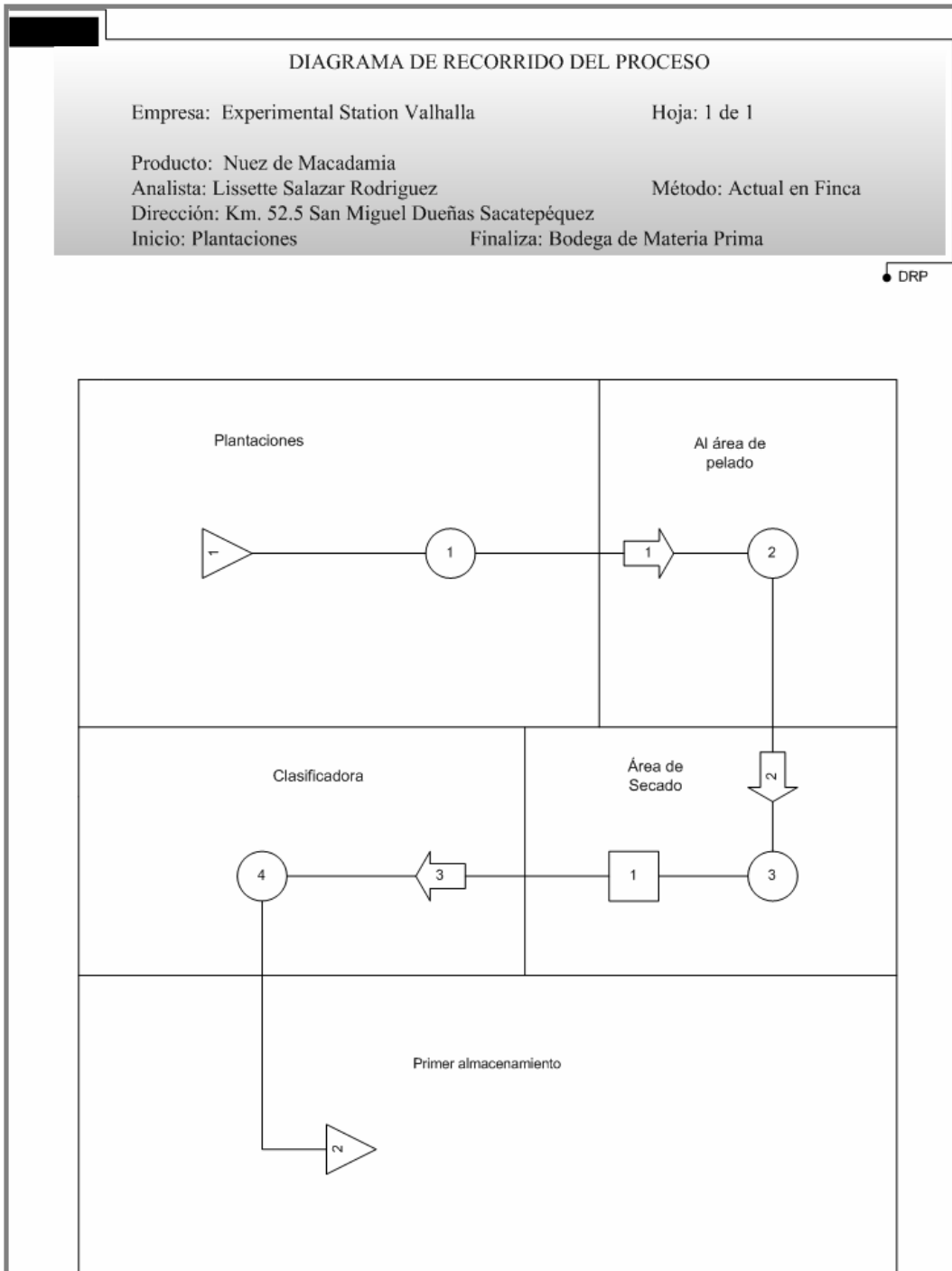
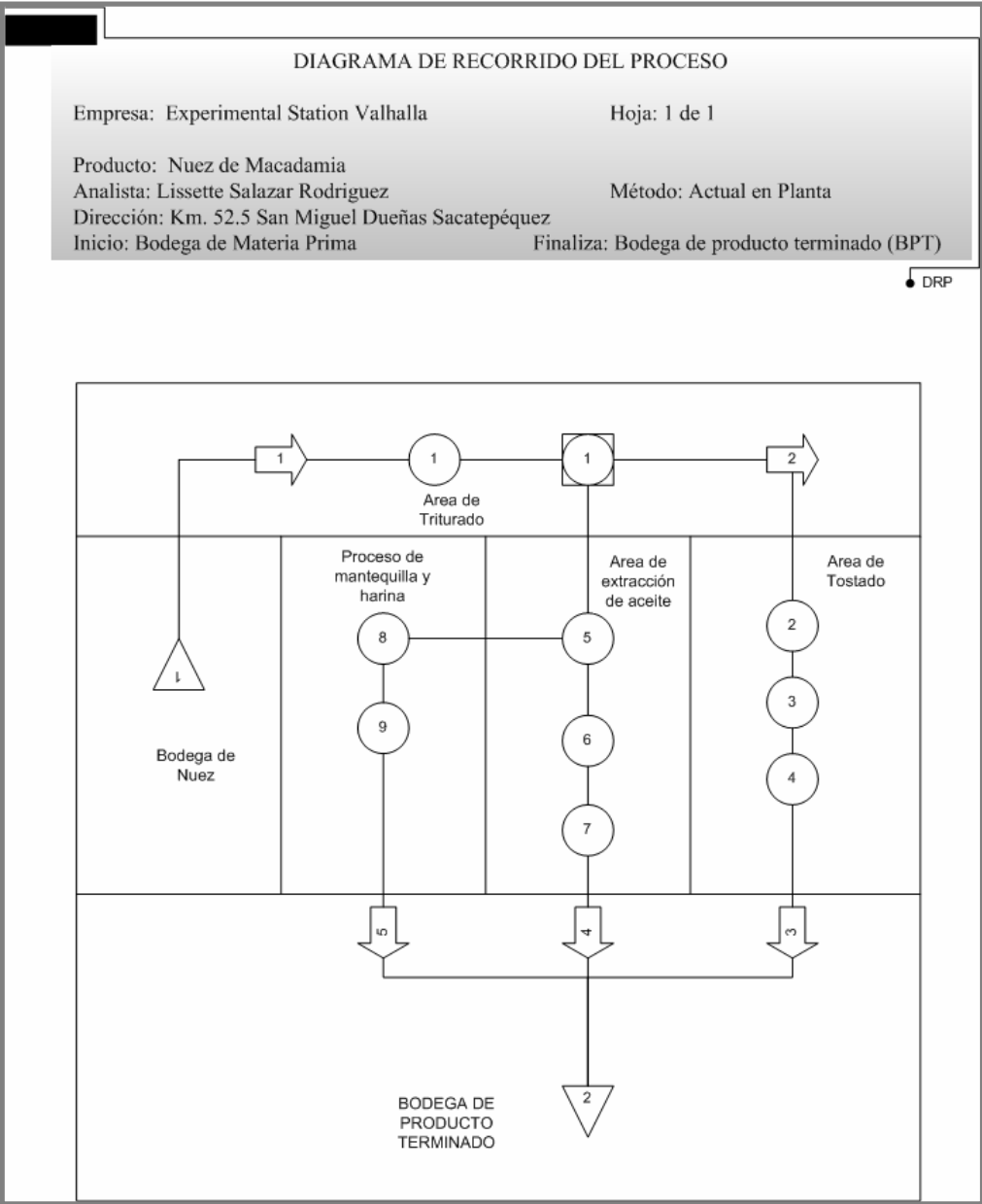


Figura 10. Diagrama de Recorrido del Proceso en Planta



2.2 Descripción del Proceso

El proceso de producción de la nuez de Macadamia se compone de la recolección, el pelado, el secado, el clasificado, el tostado y el empaque de las nueces. A continuación se describe cada operación.

2.2.1 Recolección

Se realiza recogiendo del suelo las nueces que ya maduraron y cayeron del árbol. Se juntan y se colocan en costales para su traslado a la siguiente área. Se recolectan 273 kilogramos diarios -6 quintales-. Un kilogramo es recolectado en 5.28 minutos.

Luego, se trasladan a la peladora que se encuentra a 20 metros.

2.2.2 Pelado

Luego de recolectada y trasladada la macadamia, se retira la cáscara verde que cubre el cascarón que contiene la nuez.

Figura 11. Máquina Peladora



cáscara se desprenda.

Tal como se muestra en la figura 11 el pelado se realiza con una máquina que funciona por medio de un motor de gas propano, compuesta por un neumático que gira en contra de las manecillas del reloj y las nueces lo rodean en sentido contrario, logrando por medio de fricción que la

En la figura 12 se muestra como el operario deposita las nueces con cáscara en la rejilla en donde las nueces caen incorporándose al giro de la rueda, esta desprende la cáscara verde cayendo al suelo y saca la nuez por medio de la rejilla hacia una mesa tal como se puede apreciar en la figura 13.

Figura 12. Máquina funcionando



Figura 13. Salida de las nueces después de peladas

Luego en la mesa los operarios hacen una revisión de las nueces como se muestra en la figura 14, con el fin de depositarlas, ya peladas, en los costales para ser trasladadas a la siguiente área que se encuentra a 5 metros.

Figura 14. Operarios revisando las nueces peladas

El pelado se realiza una vez por semana. Un kilogramo se pela en 0.22 minutos aproximadamente. Las cáscaras verdes se usan como abono inorgánico llevándolas a lugares ya establecidos en el campo.



2.2.3 Secado

Durante este proceso la humedad de la nuez se reduce al 0.5 - 1.5 %. La nuez se encoge y se separa del casco, permitiendo que estos se rompan para retirar la nuez sin que sea lastimada. Este es un paso crítico en el proceso de macadamia, no sólo porque puede causar altos volúmenes de nuez rechazada, sino que de su manejo adecuado.



Las nueces dentro del cascarón son colocadas sobre unas camas de madera bajo el sol para secarlas, las cuales pueden ser de un nivel o de dos niveles como se muestra en la figura 15, éstas últimas son las que se emplean actualmente.

El secado tarda de 15 a 21 días, dependiendo del clima. Esto es un requisito necesario para cascar la nuez fácilmente sin hacer mucho daño a la pulpa.

También se evita que restos de la pulpa se queden pegados a la cáscara, ya que la nuez se encoge y se separa del casco, lo cual es indispensable para el almacenamiento y la obtención de un tostado óptimo. Luego, son trasladadas al área de clasificación a 6 metros de distancia.

Figura15. Camas de secado

2.2.4 Clasificado

Las nueces se clasifican de acuerdo al tamaño, de las más pequeñas a las más grandes. Para llevar a cabo esta tarea, se utiliza un clasificador de barras de metal, tal como se muestra en la figura 16.

Las barras de metal de dicha máquina están dispuestas con diferentes separaciones, permitiendo que penetren las nueces según su diámetro, las cuales caen por gravedad directamente a unos costales en los que se depositan para su traslado a la bodega, en donde permanecen durante siete días.

Los 273 kilogramos -6 quintales- de nuez que se recogen en un día se clasifican en 4 horas.

Es importante hacer notar que las conchas de tamaño más pequeño no son utilizadas.

La clasificación de las nueces es importante debido a que de acuerdo a esta etapa se gradúa la máquina trituradora.



Figura16. Máquina clasificadora

2.2.5 Tostado

Al cabo de los siete días en que fueron clasificadas las nueces, se transportan hacia la bodega de procesamiento de la nuez en donde se inicia con la introducción de las conchas en la trituradora para quebrarlas. Estas conchas son extremadamente duras y por ello se cascan mecánicamente con un martillo graduable de acuerdo al diámetro de las nueces; se consideran adecuadas las que tienen de 12 a 35 mm de diámetro máximo.

Luego de quebrarlas se trasladan al tostado, el cual es importante para llegar al color deseado. La nuez de Macadamia es tostada en un horno eléctrico a 45°C, durante 48 horas. El horno tiene capacidad para 137 kilogramos -3 quintales- de nuez.

En esta operación aproximadamente el 60% es de nuez entera, el 25% de nuez quebrada y un 15% de nuez rechazada. La nuez entera se procesa y se empaqueta; la quebrada, se utiliza para la extracción de aceite y el rechazo se debe a que algunas salen muy negras o muy húmedas.

2.2.6 Empaque y Almacenaje

Antes de empaquetar se quitan cuerpos extraños -piedritas, restos de cáscara- y se colocan en bolsas de papel celofán selladas; y los chocolates envueltos en papel aluminio colocados dentro de bolsas de papel celofán. Así mismo, el aceite es depositado en pequeños envases de plástico, tipo goteros en presentaciones de 15 mL. y 30 mL.

Los chocolates y las nueces son refrigerados. El aceite únicamente se filtra; y se envasa sin necesidad de refrigerarlo.

2.3 Producción Actual

La producción actual de la nuez de macadamia esta conformada desde la recolección del fruto que es llevado a la estación de pelado de la nuez para la obtención de la nuez en concha. Una vez que se obtiene la concha, es puesta a secar al sol para poder trasladarla a su clasificación de acuerdo al tamaño, para luego ser trasladada al área de procesamiento para su quebrado, tostado y empacado.

2.3.1 Eficiencia por datos aproximados

La finca cuenta con 450 árboles. Cada árbol ofrece de 90 a 114 kilogramos de macadamia al año, por lo que se tienen de 40,500 a 51,300 kilogramos en total.

Seis personas recolectan 6 quintales de nueces al día -600 libras- equivalentes a 273 kilogramos, una vez por semana.

La velocidad de la peladora es de 1 quintal en un intervalo de 5 a 10 minutos.

El tiempo de secado es aproximadamente 15 a 21 días.

A continuación se presentan las entradas y salidas en el proceso expresadas en kilogramos.

Tabla III. Entradas y salidas de nuez de macadamia en el proceso (kilogramos)

Pelado		
Entrada		45.45
Desperdicio		21.32
Salida		24.12
Secado		
Entrada		24.12
Desperdicio		0.9
Salida		23.21
Clasificado		
Entrada		23.21
Desperdicio		2.32
Salida		20.89
Triturado		
Entrada		20.89
Desperdicio		15.24
Salida		5.65
Separación		
Entrada		5.65
Tostado		
Entrada		3.39
Desperdicio		0.16
Salida		3.22
Aceite		
Entrada		2.26
Desperdicio		0.68
Salida		1.58
Harina / Mantequilla		
Entrada		0.68
Desperdicio		0.05
Salida		0.63

2.3.2 Utilización de Residuos



Al final del proceso quedan las hojas de los árboles y la cáscara verde que cubre la concha de la nuez, como los residuos que son utilizados para producir abono, con el que se fertilizan las tierras de la finca Valhalla.



En la figura 17 se pueden apreciar tres fases diferentes de la nuez de macadamia, en la cual se demuestra la cáscara verde de la nuez en racimo.



También se puede distinguir la cáscara como producto final del proceso de secado; y finalmente la forma en que las hojas de los árboles caen al suelo, en el que se realizará el proceso de descomposición hasta convertirse en el abono tan deseado.

Figura17. Abono orgánico producido en la finca

2.3.3 Condiciones Ambientales Generales

El departamento de Sacatepéquez se localiza al Suroeste de la República de Guatemala. Se divide en 16 municipios, los cuales son: Antigua Guatemala, Jocotenango, Pastores, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepequez, San Batolomé Milpas Altas, San Lucas sacatepequez, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas, San Juan Alotenango, San Antonio Aguas Calientes, Santa Catarina Barahona.

Está situado sobre las altas mesetas de la cordillera de la Sierra Madre, a una distancia de 70 a 110 kilómetros del Océano Pacífico, entre los paralelos 14o 22.5´43” de latitud Norte y los 90º 38´53” de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y cubre una extensión territorial de 465 Km².

La altitud, oscila entre 700 y 3,980 metros sobre el nivel del mar -msnm-. En su orografía, posee zonas montañosas, altas mesetas, enormes picos volcánicos, profundas quebradas y altas llanuras.

La temperatura promedio en el departamento es de 17.90 grados centígrados -° C-, con una precipitación pluvial promedio anual de 1,333 milímetros cúbicos de agua -mm³-.

El uso potencial de la tierra indica que el suelo de Sacatepéquez tiene una vocación eminentemente forestal. Sin embargo, la permanencia de una agricultura de subsistencia y su incremento debido a factores tales como el crecimiento poblacional, la desigualdad e inseguridad en la tenencia de la tierra, la pobreza y la situación política de la década pasada, junto a otros cambios de uso del suelo -agricultura comercial, ganadería-, a la dependencia de la leña

como energético, a las talas ilícitas, así como a fenómenos naturales - incendios, plagas y enfermedades- han producido un acelerado y alarmante proceso de deforestación.

San Miguel Dueñas se encuentra a 1,460 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por tener un bosque muy húmedo subtropical -cálido-, situación que lo convierte en la zona de vida más extensa en el país y en la región central.

Dentro de la Flora y Fauna de San Miguel Dueñas se encuentran:

- Flora: Gravilea, eucalipto, ciprés, ilamo.
- Fauna: Sanates, ardillas, armados, tacuazines, venados, taltuzas, loros.

Según el Diccionario Geográfico Nacional, en el Municipio de San Miguel Dueñas se encuentran dos sitios arqueológicos, que son: Petroglifos de Urías y las Ruinas del Convento de Misioneros; cuenta además con dos sitios turísticos, que son: el volcán de Acatengo y la Estación Experimental de Valhalla.

2.3.4 Productos Obtenidos

Dentro de los productos obtenidos se encuentran la nuez de macadamia como tal, la harina de macadamia y el aceite (Figura 18).



Figura18. Productos derivados de la nuez de macadamia.

La nuez de macadamia se emplea como: snack, aperitivo, en chocolates, en pastelería y en la elaboración de helados, platos de verdura, arroz y ensaladas. La harina de macadamia se puede usar para cocinar pancakes y pasteles. El aceite de macadamia se utiliza para cuidados cosméticos.

2.4 Ventajas y Desventajas del Proceso Actual

Dentro de las ventajas que tiene el proceso actual se encuentran:

- Que no exige mayor esfuerzo por parte de los operarios.
- De la nuez se sacan varios productos.
- No se gasta mucha energía eléctrica.

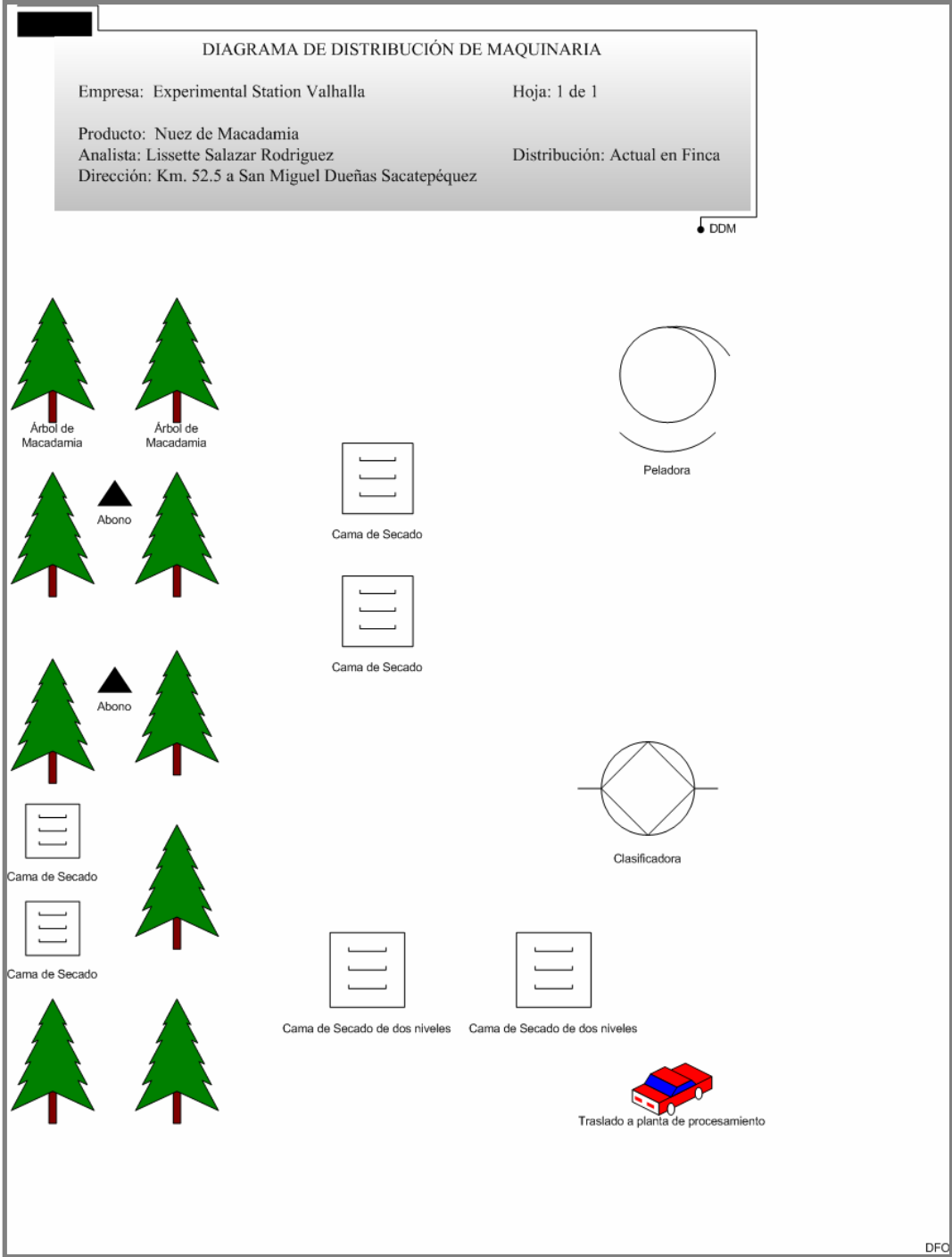
Las desventajas que tiene el proceso actual son:

- Desperdicio de materia prima y recursos.
- Es un proceso discontinuo.
- Tiempos de procesamientos muy largos.
- Operarios que no se preocupan por cumplir estándares de tiempos.

2.5 Distribución actual de la maquinaria

En el siguiente diagrama (Figura 20) se presenta la distribución que actualmente tienen las máquinas que se utilizan en la finca Valhalla para el procesamiento de la nuez de macadamia.

Figura 19. Diagrama de Distribución actual de maquinaria



3. DISEÑO PROPUESTO

El diseño que se propone para la producción de la nuez de macadamia en la finca Valhalla es un modelo lineal. Para poner en práctica dicho modelo, se hace necesario redistribuir la maquinaria que se utiliza actualmente y elaborar los diagramas mejorados del proceso.

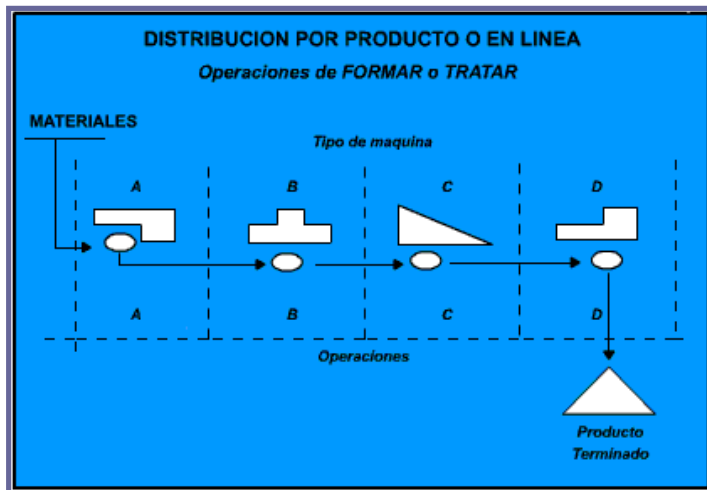
3.1 Redistribución de Maquinaria

Actualmente la distribución de la planta es por lotes y esto representa baja eficiencia en el manejo de materiales, elevados tiempos de ejecución, dificultad de planificar y controlar la producción, costo por unidad de producto más elevado y baja productividad, ya que se debe recorrer una distancia grande en el flujo del proceso. Es por eso que es necesario reubicar la maquinaria, para obtener una mejor productividad.

La distribución que se propone es por producto (Figura 20), la cual es aplicada a procesos bien organizados y de forma continua. La secuencia de operaciones es sencilla, puesto que se trata de colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra, a medida que sufre las operaciones necesarias.

En la distribución por producto se organizan los elementos en una línea de acuerdo con la secuencia de operaciones que hay que realizar para llevar a cabo la elaboración de un producto concreto.

Figura 20. Distribución por producto



de acuerdo con la secuencia de operaciones que hay que realizar para llevar a cabo la elaboración de un producto concreto.

Algunas de sus características son:

1. Toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar determinado

producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación.

2. Se emplea principalmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados.

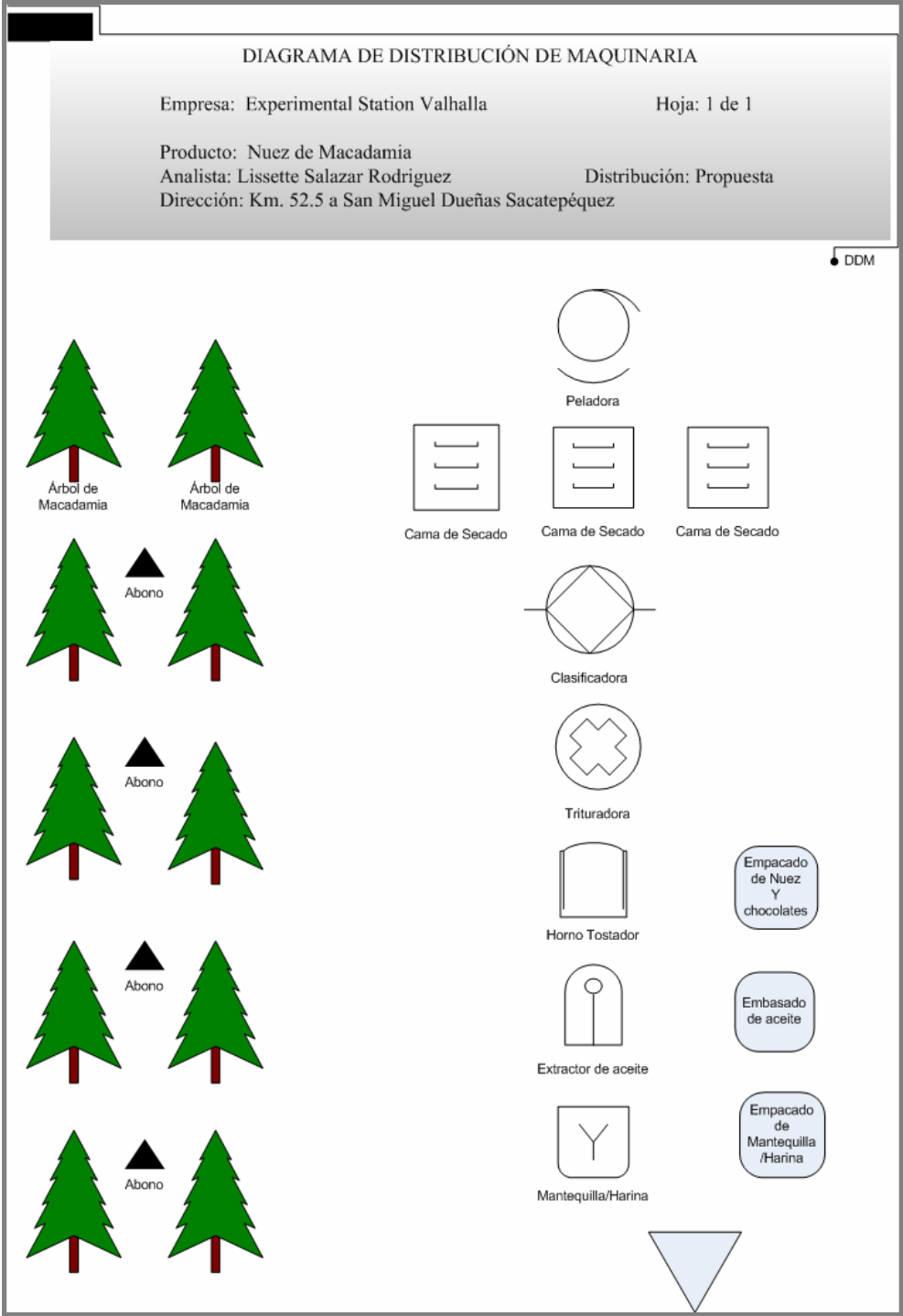
Dentro de las ventajas que tiene la distribución por producto están:

- El trabajo se mueve siguiendo rutas mecánicas directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.
- Menos manipulación de materiales debido a que el recorrido es más corto sobre una serie de máquinas sucesivas, contiguas o puestos de trabajo adyacentes.

- Estrecha coordinación de la fabricación debido al orden definido de las operaciones sobre máquinas contiguas. Menos probabilidades de que se pierdan materiales o que se produzcan retrasos de fabricación.
- El tiempo total de producción es menor. Se evitan las demoras entre máquinas.
- Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y en el tránsito entre éstas.
- Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto debido a la concentración de la fabricación.
- Inspección limitada, antes de que el producto entre en la línea, al salir de ella y entre ambos puntos.
- Control de producción muy simplificado. El control visual reemplaza a gran parte del trabajo de papeleo. Menos impresos y registros utilizados. La labor se comprueba a la entrada y salida a la línea de producción. Pocas órdenes de trabajo, pocos boletos de inspección, pocas órdenes de movimiento, etc. menos contabilidad y costos administrativos más bajos.
- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a que: existe mayor especialización del trabajo, es más fácil adiestrarlo y se tiene mayor afluencia de mano de obra, ya que se pueden emplear trabajadores especializados y no especializados.

La propuesta de distribución de maquinaria en la finca, se indica en el siguiente diagrama (Figura 21):

Figura 21. Distribución Propuesta de Maquinaria



3.2 Diagramas Mejorados

Los diagramas de proceso, de flujo y de recorrido mejorados, se presentan a continuación. Estos diagramas son el nuevo diseño del proceso de producción de la nuez de macadamia.

3.2.1 Diagrama de Operaciones del Proceso Propuesto

Figura 22. Diagrama de Operaciones de Proceso Mejorado

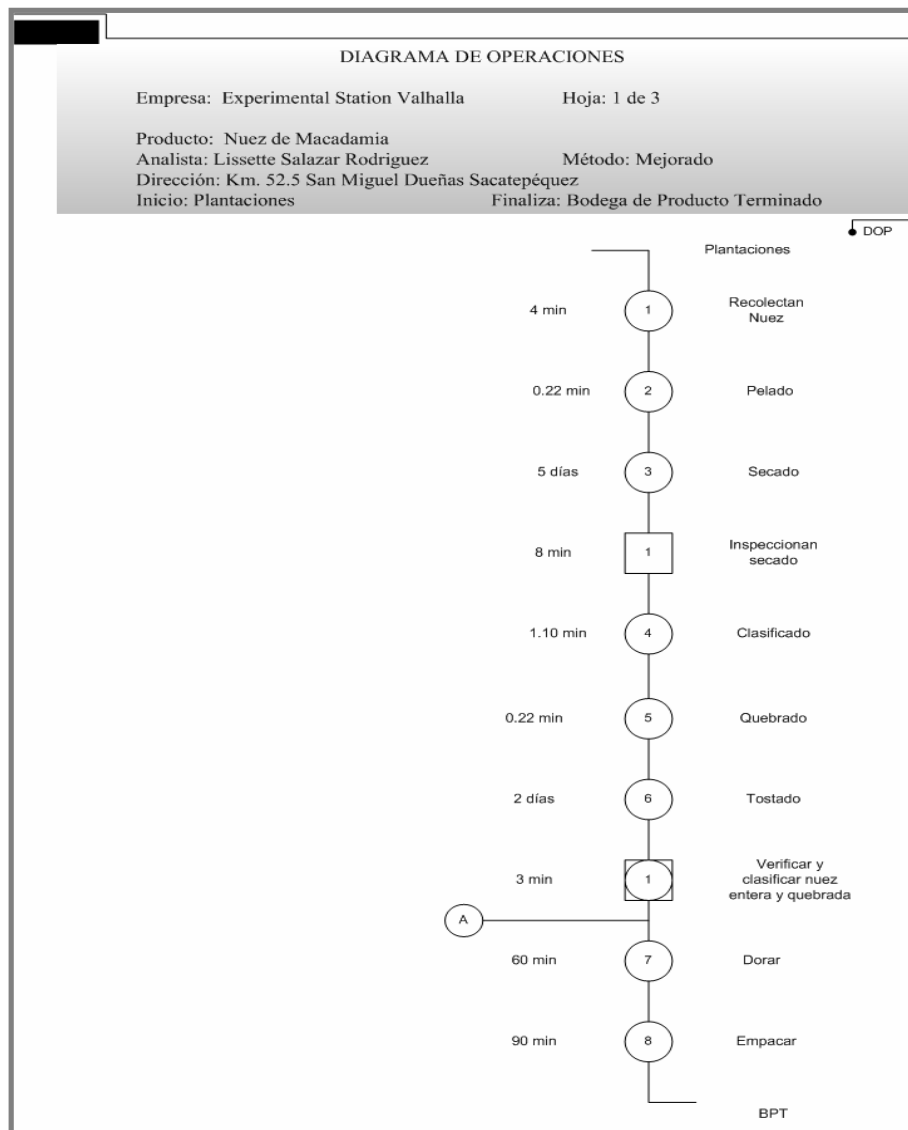


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 2 de 3

Producto: Nuez de Macadamia

Analista: Lissette Salazar Rodriguez

Método: Mejorado

Dirección: Km. 52.5 San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Plantaciones

Finaliza: Bodega de Producto Terminado

● DOP

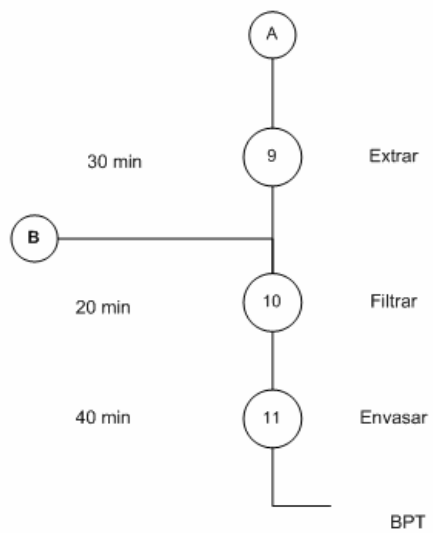
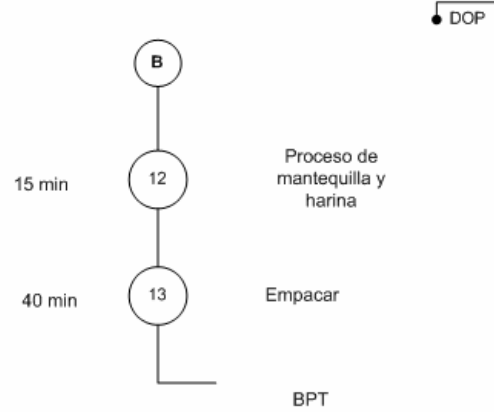


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Experimental Station Valhalla Hoja: 3 de 3
 Producto: Nuez de Macadamia Método: Mejorado
 Analista: Lissette Salazar Rodriguez Dirección: Km. 52.5 San Miguel Dueñas Sacatepéquez
 Inicio: Plantaciones Finaliza: Bodega de Producto Terminado



RESUMEN

Simbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (min)
○	Operación	13	2 días 305.54 min
□	Inspección	1	8min
◻	Inspección y operación	1	3 min
TOTAL		15	2 días 316.54 min

3.2.2 Diagrama de Flujo del Proceso Propuesto

Figura 23. Diagrama de Flujo del Proceso Mejorado

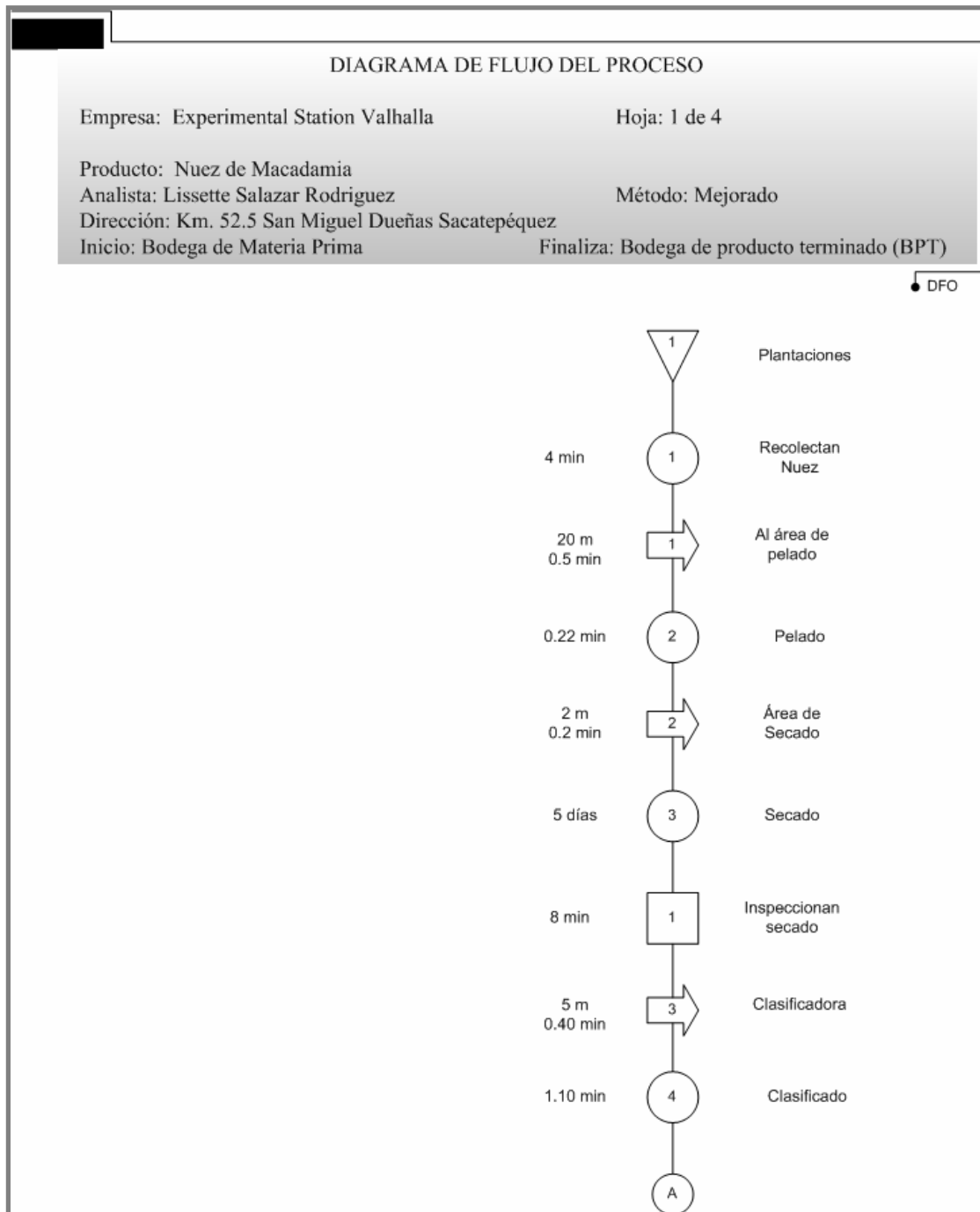


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 2 de 4

Producto: Nuez de Macadamia

Analista: Lissette Salazar Rodriguez

Método: Mejorado

Dirección: Km. 52.5 San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Bodega de Materia Prima

Finaliza: Bodega de producto terminado (BPT)

● DFO

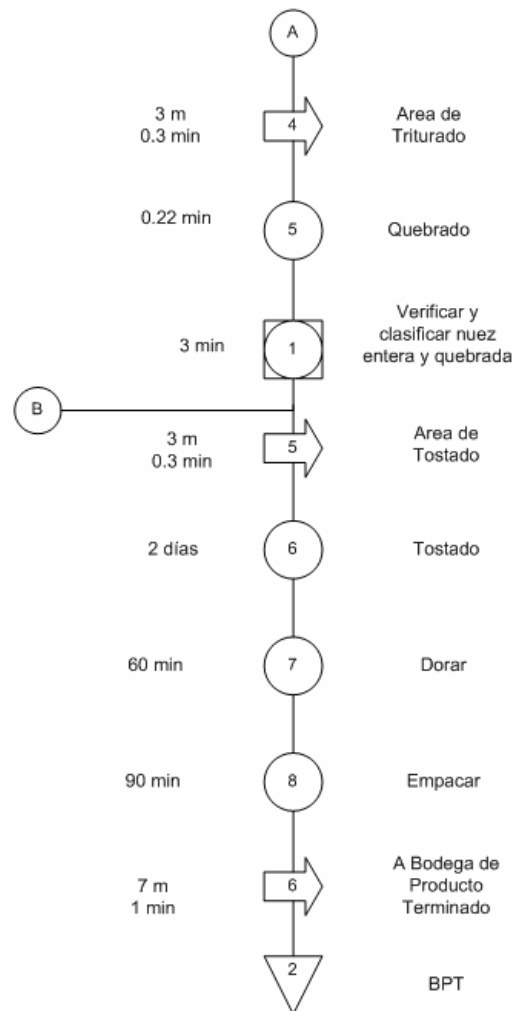


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 3 de 4

Producto: Nuez de Macadamia

Analista: Lissette Salazar Rodriguez

Método: Mejorado

Dirección: Km. 52.5 San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Bodega de Materia Prima

Finaliza: Bodega de producto terminado (BPT)

● DFO

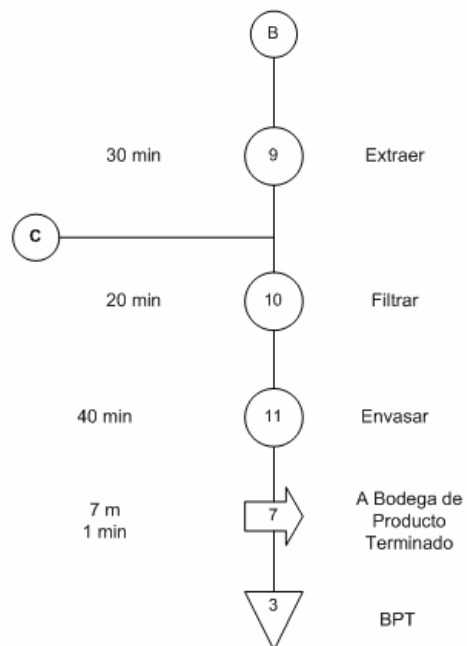


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Experimental Station Valhalla

Hoja: 4 de 4

Producto: Nuez de Macadamia

Analista: Lissette Salazar Rodriguez

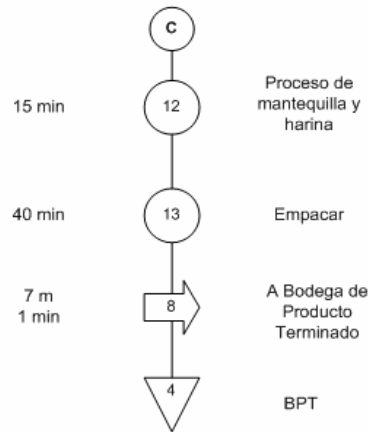
Método: Mejorado

Dirección: Km. 52.5 San Miguel Dueñas Sacatepéquez

Inicio: Bodega de Materia Prima

Finaliza: Bodega de producto terminado (BPT)

DFO

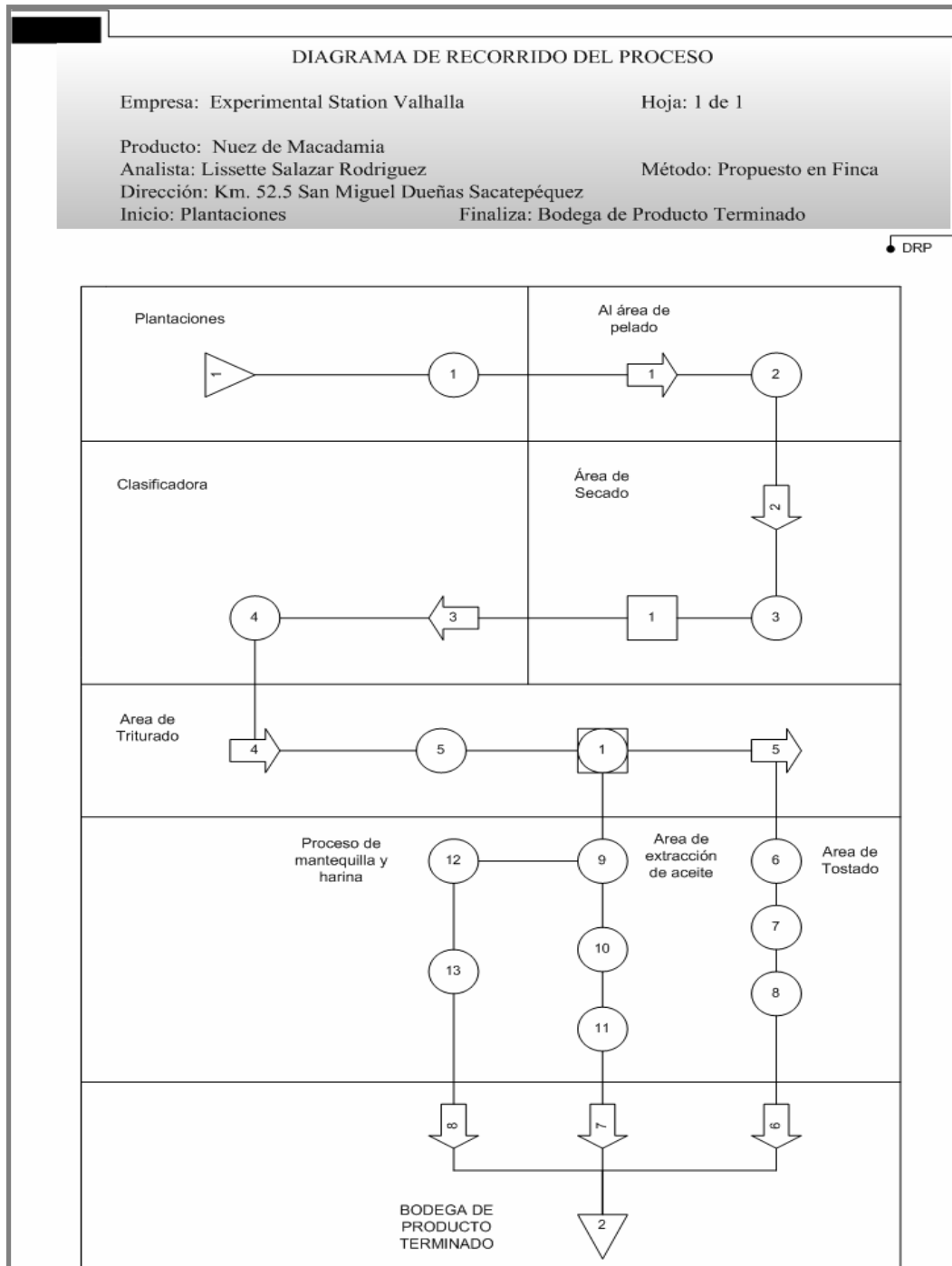


RESUMEN

Simbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	13	10,380.54 min (7 días 5 horas)	-----
➡	Traslado	8	4.7 min	54 m
▽	Almacenaje	4	-----	-----
◻	Inspección / Operación	1	3 min	-----
◻	Inspección	1	8 min	-----
TOTAL		27	10,396.24 min (7 días 5.27 horas)	54 m

3.2.3 Diagrama de Recorrido del Proceso Propuesto

Figura 24. Diagrama de Recorrido del Proceso Mejorado



3.3 Descripción del Proceso Propuesto

El proceso de producción da inicio con la recolección de las nueces por medio de redes, para luego ser trasladadas en carros contenedores con ruedas al área de pelado, en la cual se descargarán las nueces en una tolva que enviará las nueces ya peladas hacia una mesa y la cáscara hacia una tolva de salida. Luego se trasladarán las nueces a las camas de secado cubiertas con lámina transparente acanalada y posteriormente al área de clasificado. En esta área se depositarán las nueces por tamaño en carros contenedores para trasladarlas a la trituradora. Una vez terminado el proceso, se inspeccionan y separan las nueces enteras de las quebradas. Luego de esto se lleva a cabo el tostado de las nueces y posteriormente se empacan y almacenan.

A continuación se describe a detalle el proceso de producción propuesto.

Recolección: Se sugiere colocar redes de 120 a 150 m² a nivel del piso, para recibir en ellas las nueces que caen del árbol y recolectarlas rápidamente. A continuación utilizar carros contenedores con ruedas, para trasladar las nueces al área de pelado. El tipo de carro contenedor propuesto se muestra en la figura 25.

Figura 25. Carro contenedor



Fuente www.ruedashofer.com.ar

Pelado: El pelado es una de las estaciones más eficientes, debido al mecanismo de la máquina peladora. Para mejorar la eficiencia debido al aumento de masa, se sugiere colocar una tolva de carga con trampa reguladora de paso, por la cual ingresarán las nueces

Figura 26. Tolva reguladora



Fuente: www.servilab.com.co

con cáscara verde. Además, agregar una tolva de salida de cáscara utilizada para el abono orgánico.

En la figura 26 se presenta el modelo de tolva reguladora.

Secado: El área de secado estará más cerca del área de pelado. Las camas de secado se colocarán donde el sol alumbre directamente, debiendo estar cubiertas con lámina transparente acanalada de fibra de vidrio, puesto que estas generan mayor calor. Así también para evitar el ingreso de roedores a las camas de secado, los cuales perforan las nueces.

Las camas deben ser únicamente de un nivel, para obtener un mejor secado de concha.

Podría utilizarse un horno alimentado con las cascarillas de la concha como combustible.

Después del período de secado, se trasladarán en contenedores con ruedas al área de clasificado.

Clasificado: Se seguirá realizando en la clasificadora, puesto que es bastante eficiente, pero con la modificación de que se colocarán sendos contenedores con ruedas debajo de las celdas de clasificación para transportar las conchas a la trituradora con mayor rapidez.

Para reducir el tiempo de proceso los pasos que se describen a continuación también se deben realizar en la finca, constituyendo de esta manera la consolidación del diseño propuesto.

Trituradora: Debe colocarse a 3 metros del área de clasificado. Se gradúa de acuerdo al resultado de la clasificación. Una vez terminado el proceso se inspeccionan y separan las nueces enteras de las quebradas.

Tostado: Para llevar a cabo esta fase del proceso, se propone ubicar el horno a una distancia de 3 metros de la trituradora. Las nueces enteras se doran con sal y las quebradas se utilizan para extraer aceite.

Empaque y Almacenaje: Esta estación debe estar a continuación del área de tostado, a una distancia de 1 metro. Se empacarán las nueces enteras en bolsas de papel celofán selladas para mantener su sabor y calidad. El aceite de macadamia se envasará en frascos goteros.

El envase deberá cumplir las siguientes funciones:

- a. Proteger el producto de la pérdida de aroma y absorción de olores y sabores indeseados.
- b. Proteger el contenido quebradizo contra daños.
- c. Ofrecer suficiente conservabilidad, lo que implica que deberá impedir tanto la pérdida como la absorción de humedad.
- d. Contener un espacio para poder publicitar las informaciones específicas del producto.

Se podrían utilizar los siguientes materiales de envase: latas de aluminio, frascos de vidrio y cajas de cartón.

3.4 Producción Obtenida

La producción obtenida a partir de este nuevo proceso aumentará, puesto que es un proceso que reduce los desperdicios y mejora los tiempos de procesamiento. Con la implementación del diseño propuesto se obtendrán mejoras significativas en el proceso de producción de la nuez, estas se describen a continuación.

3.4.1 Beneficios del proceso propuesto

Dentro de los beneficios que se obtendrán se encuentran:

- Reducción en el tiempo de producción
- Disminución del gasto de combustible
- Ahorro del valor de arrendamiento de bodega
- Menor depreciación del vehículo
- Debido a que el proceso no ha sido implementado no puede ser estimada la eficiencia.

3.4.2 Utilización propuesta de residuos

La utilización de los residuos es importante, por lo que se propone continuar utilizando la cáscara verde como abono, previa descomposición, para fertilizar la propia plantación. Debe estar un año en compost antes de servir como abono.

Así mismo, se propone utilizar las conchas como material combustible, ya que puede ser buena leña para el secado de las nueces, tostado de café y la obtención de carbón vegetal.

Otro uso que puede tener la pulpa es como suplemento alimenticio para ganado.

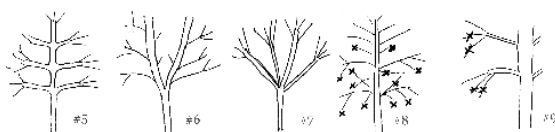
3.4.3 Condiciones ambientales para su cosecha

Dentro de las condiciones básicas que necesita la nuez de Macadamia para su cosecha están:

- La temperatura debe oscilar entre 18°C y 24 °C.
- La precipitación debe ser de 1200 mm anuales, distribuidos regularmente.
- Los vientos causan daño a los árboles, retrasan su crecimiento, ocasionan inclinaciones y vuelcos que reducen el rendimiento.
- Los suelos deben ser de textura media, profundos y con buen contenido de materia orgánica, Ph entre 5 y 7; nivel freático por debajo de 1 metro, sin capas impermeables por arriba de los 80 cm. Deben preferirse zonas con pendientes inferiores al 25-30%.
- Las mejores alturas en el trópico se encuentran entre los 800 y los 1400 msnm y la humedad relativa entre 70% y 90%.
- La luminosidad se requiere entre 5 y 8 horas por día.

Para el establecimiento de una plantación de Macadamia, los arbolitos injertados deben transplantarse al campo durante la época de lluvia, tomando la previsión de incluir dos o más variedades clonales con el objeto de lograr una buena polinización. Para la siembra de los árboles de Macadamia deben abrirse hoyos de 40cm de diámetro x40cm de profundidad en suelos fértiles y de 60cmx60cm para suelos arcillosos o pesados. El árbol debe quedar en el centro del hoyo de manera que su base quede en la superficie del suelo (Figura

Figura 27. Plantación de árbol de macadamia



27). Como se mencionó anteriormente, un suelo fértil es el que brinda los nutrientes adecuados en la cantidad necesaria para el desarrollo de la planta.

3.4.4 Productos obtenidos

Los productos obtenidos son:

- Macadamia entera, la cual se puede vender como snack, ingrediente en platos de cocina o como un suplemento en el tratamiento de personas con altos niveles de colesterol en sangre.
- Chocolates con macadamia
- Aceite de macadamia, que es utilizado como aceite de ensalada y de cocina. También por su alto contenido de ácido Palmitoleico, es utilizado para la elaboración de productos de belleza, tales como hidratantes para piel, jabones y aceites para masajes.
- Harina de macadamia, que es utilizada para cocina, es decir para pancakes y pasteles.

La macadamia entera se dora con sal y se empaca en bolsas de papel celofán de una libra.

Los chocolates con macadamia pueden ser blancos o negros, se empacan en papel aluminio y luego en paquetes de una libra en bolsas de papel celofán.

El aceite de macadamia es 100% puro extraído de la nuez, sus presentaciones son de 50 y 100 ml. en frascos goteros.

La harina de macadamia se presenta en ½ y 1 libra.

4. IMPLEMENTACIÓN

Para poder implementar el proceso propuesto se deben de seguir ciertos pasos para obtener los resultados deseados. A continuación se describe el procedimiento de implementación.

4.1 Descripción de procedimientos

Un procedimiento es la manera en la que se lleva a cabo una operación.

Procedimiento de Pelado

El pelado de la nuez tal como se muestra en la figura 28 se realizará en la máquina peladora utilizando la tolva reguladora para la introducción de nuez de macadamia en el área de acción de la peladora. Se dejará que las nueces fluyan en la máquina evitando su aglomeración y de esa forma un pelado ineficiente.

Mientras se van pelando las nueces, la cáscara verde caerá dentro de un costal por medio de una tolva de salida.

Las nueces ya peladas, se trasladarán en los recipientes con ruedas al área de secado.

Figura 28. Procedimiento de pelado



Procedimiento de Secado

El secado de la nuez, es un paso muy importante para la mejora del proceso de producción de la nuez. Se colocarán las nueces en camas cubiertas con lámina transparente acanalada de fibra de vidrio, la cual genera mayor calor. Las camas serán completamente tapadas y se evitará el ingreso de roedores que perforan las nueces.

Con la utilización de láminas transparentes se reducirá el tiempo de secado de 20 a 5 días. Una vez cumplido el tiempo de secado, se inspeccionarán las conchas.

Procedimiento de Clasificación

La clasificación se realizará con la máquina clasificadora que trabaja por gravedad, pero depositando las conchas en recipientes con rodos, identificados de acuerdo a los 6 diferentes tamaños de las conchas.

4.2 Introducción de los cambios

Como toda mejora en un proceso siempre existirá cierta resistencia al cambio por parte del personal. La resistencia se considera una conducta que intenta conservar la presión en contra de un proceso para alterarlo y se debe a la incertidumbre de conocer el funcionamiento futuro de las cosas.

Por tal motivo es necesario hacer que el personal participe en los cambios, con la finalidad de disminuir su temor y que pueda comprender la importancia y el beneficio que les traerá.

4.2.1 Inducción del personal

Se iniciará promoviendo el cambio por razones lógicas, es decir que se les explique el por qué y para qué de los cambios dando a conocer los beneficios.

Dentro de los cambios que se realizarán se encuentran:

- Colocación de redes debajo de los árboles para facilitar la recolección de las nueces.
- Uso de carros contenedores con ruedas para el traslado de las nueces de una estación a otra.
- Colocación de tolva reguladora de la entrada de las nueces en la peladora.
- Colocación de tolva para la salida de las cáscaras de las nueces hacia un costal.
- Uso de lámina transparente acanalada de fibra de vidrio en las camas de secado.
- Uso de carros contenedores en la clasificadora para los diferentes tamaños de nueces.
- Implementación de toda la línea de producción en la finca.

Debido a estos cambios mejorarán la productividad, se debe hacer una presentación del nuevo proceso señalándolos en forma simple y comprensible para lograr de esa manera la participación activa del personal y resolver las dudas e inquietudes que presenten.

Esquematisando el área de cambio se pretende dar a conocer las estaciones de trabajo que serán afectadas y las que permanecerán iguales.

4.2.2 Capacitación del personal

La capacitación de personal es necesaria debido a la introducción de nuevos métodos de trabajo, y lo primordial es coordinar las necesidades con objetivos de aprendizaje específicos.

La capacitación consiste en:

- a. Explicar y demostrar la forma correcta de realizar la tarea.
- b. Ayudar al personal a desempeñarse primero bajo supervisión
- c. Luego permitir que el personal se desempeñe solo
- d. Evaluar el desempeño laboral
- e. Capacitar a los trabajadores según los resultados de la evaluación.

Así mismo, durante la capacitación del personal es necesario:

- Evaluar constantemente el nivel de comprensión, por medio de una evaluación conformada por preguntas de opción múltiple basado en los contenidos de la capacitación.
- Adecuar el nivel de capacitación a los trabajadores, esto por medio de un lenguaje comprensible diseñado en base a los contenidos necesarios a cubrir.
- Presentar un número limitado de conceptos por vez, dentro de los que se encuentran el material de empaque, beneficios del nuevo proceso de producción, mejora de productividad y reducción de desperdicios.
- Involucrar a todos los trabajadores.
- Usar material visual, como lo es presentaciones de power point por medio de una cañonera, pizarrón, pancartas y rótulos.
- Estimular a los participantes a que realicen preguntas, por medio de una comunicación dinámica, preguntas directas y demostración del proceso.

4.2.3 Seguimiento de los procedimientos

Es importante darle seguimiento a los procedimientos, corroborando la adecuada realización de los mismos y de esta manera poder determinar el avance que han tenido en la producción de macadamia.

Un procedimiento se debe cumplir para poder obtener los resultados esperados en el proceso de producción.

El siguiente es un check de verificación que se podría llevar a cabo.

Check de Verificación de los procedimientos del proceso de producción de la nuez de macadamia

- I. Definición: es una verificación de la ejecución de las diferentes etapas de producción del proceso de la nuez de macadamia.
- II. Aplicabilidad: aplica a los operarios de la línea de producción.
- III. Objetivos:
 - Mantener una constante verificación del proceso para asegurar su mejora continua.
 - Identificar áreas de mejora para los operarios y así contribuir a la mejora del proceso.

IV. Procedimiento General

Paso	Responsable	Actividad	Verificación
1	Operario	Utiliza los carros contenedores para transportar las nueces entre estaciones.	
2	Operario	Coloca el costal en la Tolva de salida de la peladora para la recolección de la cáscara de la nuez.	
3	Operario	Mantiene las camas de secado cubiertas con las láminas transparentes para la mejora del proceso.	
4	Operario	Trabaja de manera constante para no retrasar las demás estaciones de la línea de producción.	

5. MEJORA CONTINUA

Todo proceso de producción requiere de una mejora continua, es por eso que a continuación se dan los pasos a seguir para mantener el proceso de producción de la nuez de macadamia en continua mejora.

5.1 Indicadores

Un indicador es una medida que sintetiza situaciones importantes de las cuales interesa conocer su evolución en el tiempo.

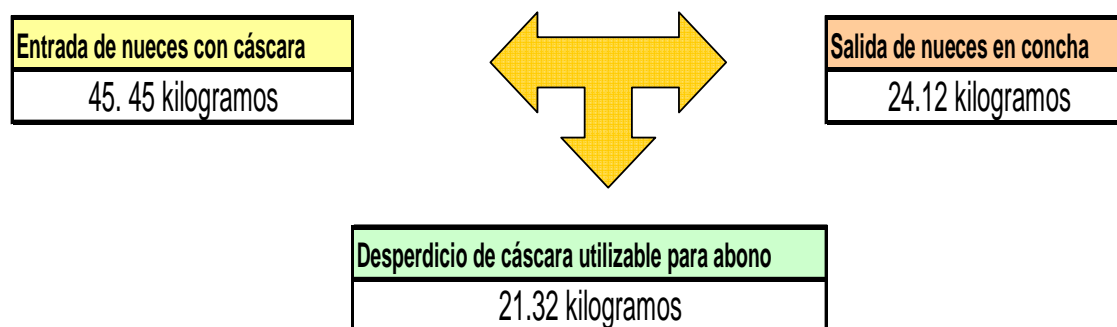
5.1.1 Eficiencia alcanzada

La eficiencia se medirá en base a la producción obtenida durante el proceso. Se medirá en base al aumento de masa recolectada, ya que según la propuesta realizada se obtendrá un aumento en el volumen de recolección y por lo tanto de eficiencia. Este cálculo se podrá realizar cuando se implemente el proceso de producción propuesto y se conozca la masa total recolectada. Una vez conociendo este dato, se podrá calcular por medio de la razón entre la producción actual y la producción después de implementado el diseño.

5.1.2 Utilización de la merma

La merma que resulta del proceso puede tener varios fines y en nuestro medio la mejor manera de utilizarla es produciendo abono. La forma de determinar la cantidad de merma resultante es a través del peso de abono producido (Ver figura 29).

Figura 29. Ejemplo de cálculo de datos de abono



5.1.3 Mejora en la productividad

La productividad es un indicador del aprovechamiento que se tiene sobre cada factor de producción, y es necesario describir la manera en la que se obtendrá con el diseño propuesto.

5.1.3.1 Masa – Tiempo

Se medirá de acuerdo a la cantidad de productos elaborados por tiempo y por la disminución en los costos de producción al eliminar el transporte de las nueces de la finca a la bodega así como el retorno de los productos terminados.

5.1.4 Disponibilidad de maquinaria y operarios

Es indispensable contar con maquinaria adecuada para la producción de nuez de macadamia. Debe tomarse en cuenta la vida útil que presenta cada máquina y de esa manera programar tanto su mantenimiento preventivo, como el reemplazo correspondiente.

La disponibilidad de operarios también es de suma importancia y se relaciona con la curva de aprendizaje de los mismos, la cual variará según el interés que presenten en aprender y las habilidades individuales que cada uno posea, lo que dará como resultado saber con cuantos operarios calificados se puede contar.

Para mantener una revisión periódica del proceso se propone que cada tres meses se realice una supervisión por parte de una persona que no tenga constante contacto con el mismo, para que de esta manera se pueda tener una evaluación objetiva del desarrollo que se tiene.

CONCLUSIONES

1. El proceso de producción actual de la nuez de macadamia es discontinuo e ineficiente, puesto que se divide en dos fases que se realizan en diferentes plantas. La primera, que comprende la recolección, el pelado, el secado y la clasificación del fruto se realiza en la finca. La segunda, desde la trituración, el tostado, la extracción de los derivados de la nuez y el empaçado, se llevan a cabo en la planta procesadora.
2. Los derivados de la nuez de macadamia son: Macadamia entera, la cual se puede vender como snack, ingrediente en platos de cocina o como un suplemento en el tratamiento de personas con altos niveles de colesterol en sangre; chocolates con macadamia; aceite de macadamia, que es utilizado como aceite de ensalada y de cocina y por su alto contenido de ácido Palmitoleico, es utilizado para la elaboración de productos de belleza, tales como hidratantes para piel, jabones y aceites para masajes; y harina de macadamia, que es utilizada para cocina, es decir para pancakes y pasteles.
3. El punto crítico de la producción es la estación de secado dura 20 días, lo cual la convierte en una operación extremadamente lenta y poco productiva.
4. El manejo adecuado de los derivados de la nuez de macadamia es de suma importancia ya que muy fácilmente pierden su humedad y su contenido energético. Además, para poder asegurar su venta se requiere que mantengan una calidad alta al igual que la nuez de comercio mundial.

5. El modelo de diseño lineal propuesto se basa en una distribución por producto que se diferencia por ser aplicada a procesos bien organizados y de forma continua. La secuencia de operaciones es sencilla, puesto que se trata de colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora y las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra a medida que sufre las operaciones necesarias.

6. La mejora del proceso mediante la alineación de las máquinas y la continuidad de las operaciones reduce notablemente el tiempo de producción.

7. Las máquinas deberán colocarse lo más cercanamente posible, de acuerdo a la distribución del espacio de producción con que cuenta la finca.

RECOMENDACIONES

1. Para reformar la finca es necesario comunicar debidamente a todos los trabajadores, los cambios que se realizarán en el proceso de producción de la nuez de macadamia.
2. La mejor manera de obtener el compromiso del personal es a través de los siguientes pasos:
 - i. Obtener una visión compartida
 - ii. Generar el compromiso de los líderes
 - iii. Facilitar la participación del personal
 - iv. Pensar sobre la organización en forma integrada
 - v. Medir el desempeño
3. Aunque las nueces en su cáscara -concha- se pueden guardar cuatro semanas a 10% de humedad con ventilación constante, es mejor procesarlas con rapidez.
4. Se sugiere que las nueces de macadamia empacadas, se almacenen en espacios protegidos del sol, a temperaturas bajas y con poca humedad ambiental.
5. Debe continuarse con la solicitud de la instalación de energía eléctrica en el área, para poder optar por el diseño lineal de producción.
6. Para obtener mayores ingresos se recomienda la venta del abono producido por los mismos desechos de la nuez durante su proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. COOPER, Tom. Correct Management and Harvesting of the Macadamia Tree Hybrids Beaumont and Cooper. U.S.A.
2. DE LEÓN Barrios, Francisco Khalil. Extracción del aceite de Nuez de Macadamia y su variedad HAES 246, sus propiedades y aplicaciones industriales. USAC: Facultad de Ingeniería, 2000.
3. DOMINGUEZ, José. Dirección de Operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios. España: McGraw-Hill, 1995.
4. JACK, Meredith. Administración de Operaciones: Un énfasis conceptual. México: Limusa, 1999.
5. MAYNARD, Harold B. ED, Hodson. Manual Del Ingeniero Industrial. México: McGraw-Hill, 1996.
6. NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos. México: Alfaomega, 2000.
7. PERRY, Robert H. Manual del Ingeniero Químico. México. McGraw-Hill. 1982.
8. RASE, Howard F. Ingeniería de Proyectos para plantas de Proceso. México: 1973.
9. RUMSEY, H.J. Australian nuts and nut growing in Australia. Part I. The Australian nut. Sidney. 1927.

10. SCHROEDER, Roger G. Administración de Operaciones. México: McGraw-Hill, 1992.
11. VALENTE Cifuentes, Edwin Roberto. Optimización de un proceso de ensamble a través del diseño de un sistema de producción en línea en una empresa manufacturera. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2003.
12. VELASQUEZ Mastretta, Gustavo. Administración de los Sistemas de Producción. México: Limusa, 1985.

Bibliografía Electrónica

13. www.arbolesornamentales.com Septiembre 2005
14. www.cnr.berkeley.edu Agosto 2005
15. www.monografias.com Octubre 2005
16. www.sica.gov.ec Octubre 2005
17. es.wikipedia.org Diciembre 2005