



T
620.8
CAB
F.2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Desarrollo e Implementación de un Modelo para la Evaluación
de Desempeño Medioambiental de una planta empacadora de
mango para exportación”

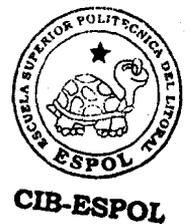
TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Miguel Antonio Cabrera Macías



GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2005

AGRADECIMIENTO



CIB-ESPOL

A Dios sobre todas las cosas. Además de dejar constancia de mi sincero agradecimiento a los Directivos, Profesores y Personal Administrativo de la FIMCP, de manera muy especial a todos mis compañeros y amigos, quienes con su constante labor de orientación y ayuda, coadyuvaron a la culminación de mi carrera profesional, también al Ing. Fernando Garcés, Gerente de Planta DUREXPORTA por su desinteresada colaboración en el desarrollo de este trabajo.

De modo muy especial, mi sincera gratitud al distinguido catedrático y maestro, Ing. Jorge Duque R., Director de Tesis, que con su invaluable ayuda hizo posible la realización de esta tesis de grado.

DEDICATORIA

A LA MUJER QUE HIZO DE MI LO QUE SOY, ESTO ES PARA TI MAMA, GRACIAS POR TU INFINITO AMOR, TU PACIENCIA Y DEDICACIÓN, TE QUIERO MUCHO.

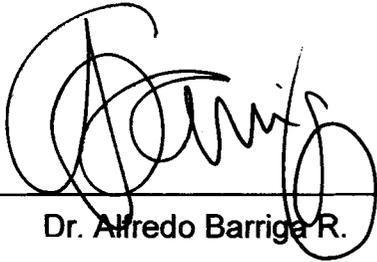
A MI PADRE, POR DARME UN BUEN EJEMPLO DE VIDA, DE HONESTIDAD, DE TRABAJO, DE DEDICACIÓN Y AMOR A SU FAMILIA. A MI HERMANA KARLA, A LUIS EDUARDO.

A TODA MI FAMILIA, A MIS ÑAÑAS

A TODOS LOS QUE CREIAN QUE NO LO PODIA LOGRAR.

Y MUY ESPECIALMENTE PARA MI ÑAÑO ALFONSO (EL ÚNICO HÉROE QUE HE CONOCIDO).....TE EXTRAÑO MUCHO.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Dr. Alfredo Barriga R.

DELEGADO DEL DECANO FIMC

PRESIDENTE



Ing. Jorge Duque R.

DIRECTOR DE TESIS



CIB-ESPOL



Ing. Rodolfo Paz M.

VOCAL



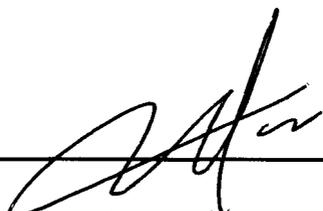
Ing. Priscila Castillo S.

VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Miguel Antonio Cabrera Macias

RESUMEN



CIB-ESPOL

La producción del mango en el Ecuador tiene más de una década, desde entonces esta fruta tropical se ha convertido en uno de los productos no tradicionales más importantes del país a tal punto que las exportaciones han incrementado año tras año de una manera exorbitante.

El siguiente trabajo de investigación se realizó con el fin de evaluar el desempeño medioambiental de una planta empacadora de mango para exportación, ya que no ha existido conciencia, en la industria alimenticia, del riesgo de impacto ambiental que existe en cada una de las etapas del mapa de proceso de un determinado producto, aliando dos conceptos que en nuestro país no han ido de la mano durante mucho tiempo: Inocuidad Alimenticia y Factores Medioambientales. Para tal propósito se desarrollo un modelo de calificación que sirvió para evaluar el desempeño medioambiental de una planta empacadora previamente seleccionada y que posteriormente será implementado en la misma con las respectivas recomendaciones.

El modelo de calificación medioambiental consistió en la identificación de los Puntos Críticos de Control involucrados en el manejo poscosecha del mango para exportación, posteriormente se realizó una evaluación medioambiental multicriterio de los Puntos Críticos de Control mediante un esquema de pesado para identificar él o los Puntos Críticos que producen mayor impacto ambiental, después se efectuó una nueva evaluación medioambiental multicriterio que evaluó todo el mapa de proceso de la fruta, finalmente se aplicó el "Sistema de calificación de riesgos de salud y seguridad del operador" (HHS). Con los resultados que se obtuvieron se darán recomendaciones que conllevaran a la debida implementación en la planta empacadora.

Se trataron diversos tópicos tales como: la producción y mercado de exportación del mango, las diversas labores que se efectúan en una planta empacadora; y luego nos centramos en el desarrollo del modelo de calificación, incluyendo en esta parte todos los puntos expuestos anteriormente.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1



CIB-ESPOL

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	2
1.1. Producción del Mango.....	2
1.2. Mercado de Exportación del Mango.....	6
1.3. Evolución de las Exportaciones de mango en el Ecuador.....	8
1.4. Características y Condiciones para la Exportación.....	9

CAPITULO 2

2. PROPIEDADES DEL MANGO.....	20
2.1. Generalidades.....	20
2.2. Variedades y Tamaños.....	23



CIB-ESPOL

2.3. Propiedades Termodinámicas de la Fruta.....	25
--	----

CAPITULO 3

3. PLANTA EMPACADORA.....	27
3.1. Descripción General de la Planta Empacadora.....	27
3.2. Diagrama de Flujo del procesamiento de la fruta.....	28

CAPITULO 4

4. DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO MEDIOAMBIENTAL DE UNA PLANTA EMPACADORA DE MANGO PARA EXPORTACIÓN.....	48
4.1. Definición de parámetros para el modelo de calificación a implementarse en la planta empacadora.....	48
4.2. Generalidades del HACCP.....	54
4.3. Examen de los peligros identificados e identificación de los puntos críticos de control.....	56
4.4. Evaluación medioambiental multicriterio de puntos críticos de control.....	57
4.5. Sistema de calificación de riesgos de salud y seguridad del operador.....	58



CIB-ESPOL

CAPITULO 5

5. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL MANEJO POSTCOSECHA DEL MANGO PARA EXPORTACIÓN.....	59
5.1. Términos de Referencia.....	59
5.2. Examen de los peligros identificados, evaluación de riesgos e identificación de Puntos Críticos de Control en el manejo postcosecha del mango para exportación.....	61

CAPITULO 6

6. EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL MULTICRITERIO EN EL MANEJO POSTCOSECHA DEL MANGO PARA EXPORTACIÓN.....	66
6.1. El Proceso Jerárquico Analítico (AHP).....	66
6.2. Evaluación Medioambiental Multicriterio de Puntos Críticos de Control mediante el Proceso Jerárquico Analítico (AHP).....	77
6.3. Evaluación Medioambiental Multicriterio para el mapa de proceso del manejo postcosecha del mango de exportación mediante el Proceso Jerárquico Analítico (AHP).....	81
6.4. Análisis de resultados obtenidos.....	94



CAPITULO 7

7. SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE RIESGOS DE SALUD Y SEGURIDAD DEL OPERADOR EN UNA EMPACADORA DE MANGO PARA EXPORTACIÓN.....	96
7.1. Generalidades.....	96
7.2. Estructura de un Modelo de Decisión Medioambiental.....	97
7.3. Requisitos de los Datos.....	100
7.4. Determinación del Índice de Riesgo de Salud (HHS).....	104
7.5. Análisis de resultados obtenidos.....	121

CAPITULO 8

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
8.1. Conclusiones.....	129
8.2. Recomendaciones.....	134

APENDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

AHP	Proceso Jerárquico Analítico
A. IND.	Aguas industriales
ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración
ALM. CAM.	Almacenamiento en la cámara de frío
APHIS	Animal Plant and Health Inspection Service
A. RES.	Aguas residuales
BPF	Buenas practicas de fabricación
BTU	Unidad térmica británica
C	Carcinogenicidad
°C	Grados Celsius
CAJ. RECH.	Cajas rechazadas
CALIBRAC.	Calibración y pesado
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CI	Índice de consistencia
CINT. PLAST.	Cintas plásticas rechazadas.
cm.	Centímetros
C.R.	Calor de respiración
CR	Proporción de consistencia
D	Irritación de la piel
E	Irritación de los ojos
E1	Emisiones al Aire
E2	Emisiones Agua-Suelo
E3	Emisiones Sólidas
E4	Emisiones Sonoras
E. C. Y SEC.	Encerado, cepillado y secado
EMP. Y ET.	Empacado, etiquetado y sellado
ENFRIAM.	Enfriamiento
EPI	Índice de desempeño medioambiental
ETI. RECH.	Etiquetas rechazadas
F	Vector de sitio específico
F	Flamabilidad
°F	Grados Fahrenheit
FOB	Valor de la mercancía a bordo excluyendo seguro y flete
GAV. DEF.	Gavetas defectuosas
GCT	Sistemas de gestión de la calidad total
gr.	Gramos
HACCP	Análisis de riesgos y control de puntos críticos



CIB-ESPOL

HHS	Calificación de riesgos de salud
HP	Vector de perfil de riesgo
I	Toxicidad de inhalación
ISO	Organización Internacional de Normalización
Kg.	Kilogramos
LAV. Y DES.	Lavado y desinfección
LPAA	Ley de Preferencias Arancelarias Andinas.
lb	Libras
LEL	Límite de explosión inferior
MANG. RECH.	Mangos rechazados
MCDM	Toma de decisiones multicriterio
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
mg.	Miligramo
ml	Mililitro
mm	Milímetro
mm ³	Milímetro cúbico
msnm	Metros sobre el nivel del mar
O	Toxicidad oral
PALL. DEF.	Pallets defectuosos
PB ,	Peligro biológico
PCC-01	Primer punto crítico de control
PCC-02	Segundo punto crítico de control
PCC-03	Tercer punto crítico de control
PCC-04	Cuarto punto crítico de control
ppm	Partes por millón
PQ	Peligro químico
PRENFRIAM.	Preenfriamiento
R	Reactividad química
RCI	Índice de consistencia aleatorio
REST. CULT.	Restos de cultivos
S.E.S.A.	Sociedad Ecuatoriana de Sanidad Agropecuaria
SGM	Sistemas de Gestión Medioambiental
SGP	Sistema Generalizado de Preferencias
RES. MANG	Residuos de mango
RUID MAQ. GIR.	Ruido de maquinaria giratoria
RUID MAQ. NO GIR.	Ruido de maquinaria no giratoria
TLC	Tratado de Libre Comercio
TRAT. HID.	Tratamiento Hidrotérmico
TUNEL PRE.	Túnel de preenfriamiento
V.P.	Vector de prioridades
VPG	Vector de prioridades global
UEL	Límite de explosión superior
US-EPA	Agencia Americana de Protección Medioambiental

SIMBOLOGIA

A_{AHP}^i	Matriz de decisión
C_j	Criterio j-esimo
λ_{max}	Máximo eigenvalor
$E > I.A.$	Efecto que produce mayor impacto ambiental
F_i	Vector columna de transporte y destino
HHS_1	Índice HHS de Recepción e Inspección
HHS_2	Índice HHS de Lavado y desinfección
HHS_3	Índice HHS de Calibración y pesado
HHS_4	Índice HHS de Tratamiento Hidrotérmico
HHS_6	Índice HHS de Enfriamiento
HHS_7	Índice HHS de Reposo
HHS_8	Índice HHS de Encerado, cepillado y secado
HHS_{12}	Índice HHS de Almacenamiento en cámara de frío
$HHS_{\text{Agua-Suelo}}$	Índice HHS de la emisión agua-suelo
HHS_{Aire}	Índice HHS de la emisión al aire
HHS_{Solidos}	Índice HHS de las emisiones sólidas
HHS_{Sonoras}	Índice HHS de las emisiones sonoras
HHS_{Total}	Índice HHS total
I_1	Índice HACCP
I_2	Índice de Fase Crítica
I_3	Índice HHS_{Total}
$PCC > I.A.$	Punto critico de control que produce mayor impacto ambiental
X	Matriz de jerarquizacion
X_{ij}	Elemento de la matriz de jerarquizacion X



CIB-ESPOL

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Mangos de distintas variedades..... 3
Figura 1.2	Exportaciones de mango ecuatoriano (Valor FOB en miles de dólares)..... 8
Figura 1.3	Principales mercados de destino del mango ecuatoriano (Enero a diciembre 2004).....9
Figura 1.4	Cajas de mangos con destino a USA..... 13
Figura 1.5	Caja típica multidestino..... 15
Figura 2.1	Mangos de diversos tamaños.....21
Figura 3.1	Flujograma de planta empacadora (USA)..... 29
Figura 3.2	Flujograma de planta empacadora (Europa)..... 30
Figura 3.3	Recepción de la fruta..... 31
Figura 3.4	Maquina para el lavado de la fruta..... 33
Figura 3.5	Calibrador electrónico por peso..... 34
Figura 3.6	Selección de calibres de la fruta..... 34
Figura 3.7	Tanque lleno de mangos rechazados..... 35
Figura 3.8	Tanques para Tratamiento Hidrotérmico..... 36
Figura 3.9	Gavetas listas para ser sumergidas en tanques..... 37
Figura 3.10	Gavetas siendo inmersas en tanque..... 38
Figura 3.11	Gavetas en tanque hidrotérmico..... 38
Figura 3.12	Gavetas en área de reposo..... 39
Figura 3.13	Mangos en aspersión con cera funguicida..... 40
Figura 3.14	Recepción de cajas desde área de armado..... 41
Figura 3.15	Área de empaque. 42
Figura 3.16	Caja para exportación de mango..... 43
Figura 3.17	Caja para exportación con mangos..... 43
Figura 3.18	Pallet con mangos..... 44
Figura 3.19	Pallet típico con esquineros de plástico..... 45
Figura 3.20	Pallet ubicados en cámara de conservación..... 47
Figura 4.1	Principales componentes de la Serie ISO 14000..... 51
Figura 4.2	Esquema del modelo de calificación a desarrollarse..... 53
Figura 5.1	Árbol de decisiones para identificar un PCC 63
Figura 5.2	Flujograma con los 4 PCC identificados..... 65
Figura 6.1	Matriz de Decisión..... 70

Figura 6.2	Jerarquía para identificar el PCC que produce mayor impacto ambiental.....	78
Figura 6.3	Jerarquía para identificar la fase o etapa que produce mayor impacto ambiental.....	85
Figura 7.1	Modelo de decisión para evaluar impacto de emisiones sobre la salud del operador.....	97
Figura 7.2.	Curva de respuesta a la dosis.....	101
Figura 7.3.	Vapores en tanque hidrotérmico.....	122
Figura 7.4.	Ventiladores de alta velocidad.....	124
Figura 7.5.	Operador empujando jaula con gavetas.....	125
Figura 7.6.	Operador guiando jaulas hasta tanque hidrotérmico.....	125

ÍNDICE DE TABLAS



CIB-ESPOL

Pág.

Tabla 1	Países productores y periodos de cosecha.....	4
Tabla 2	Características de maduración de variedades de mango mas comerciales.....	10
Tabla 3	Clasificación del mango según su peso.....	12
Tabla 4	Dimensiones de la caja para exportación (Destino USA)...	16
Tabla 5	Numero de frutos por caja según calibres.....	17
Tabla 6	Datos técnicos recomendados para el cultivo.....	22
Tabla 7	Información nutricional.....	22
Tabla 8	Características de las principales variedades de mango....	23
Tabla 9	Clasificación del tamaño en base a la masa unitaria.....	24
Tabla 10	Índice de producción de respiración.....	25
Tabla 11	Tasas de perdida de humedad de diferentes productos de origen frutícolas y hortícola.....	26
Tabla 12	Principales propiedades del Mango.....	26
Tabla 13	Índices de madurez de 3 variedades.....	35
Tabla 14	Datos del paletizado.....	46
Tabla 15	Puntos críticos de control identificados.....	64
Tabla 16	Valores RCI para diferentes valores de n.....	73
Tabla 17	Escala para comparaciones PAR/PAR.....	74
Tabla 18	Elementos de la jerarquía para la evaluación multicriterio de los PCC.....	77
Tabla 19	Elementos de la jerarquía para la evaluación multicriterio del mapa de proceso del manejo postcosecha del mango.....	82
Tabla 20	Emisiones presentes en el mapa de proceso del mango para exportación.....	83
Tabla 21	Clasificación de fases del mapa de proceso por emisiones.....	86
Tabla 22	Efecto y dosis de Toxicidad Oral	105
Tabla 23	Efecto y dosis de Toxicidad de inhalación	106
Tabla 24	Efecto y dosis de Irritación de los ojos	106
Tabla 25	Efecto y dosis de Irritación de la piel	106
Tabla 26	Efecto y dosis de Carcinogenicidad	107
Tabla 27	Efecto y dosis de Reactividad Química.....	108
Tabla 28	Efecto y dosis de Flamabilidad	108
Tabla 29	Efectos mas ranqueados.....	111

	Pág.
Tabla 30	Tabla de subpuntajes de efectos y tiempo de exposición 113
Tabla 31	Tiempos de exposición del operador en el mapa de proceso..... 113
Tabla 32	Índices HHS calculados para cada emisión..... 120
Tabla 33	Índices parciales para el cálculo del E.P.I DUREXPORTA..... 127

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Localización del cultivo de mango en el Ecuador
Plano 2	Esquema de Planta Empacadora DUREXPORTA

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolló con el propósito de evaluar el desempeño medioambiental de una planta empacadora de mango para exportación, previamente seleccionada, mediante la aplicación y uso de un índice de desempeño medioambiental (E.P.I), para que así la fruta sea aceptada en mercados internacionales exigentes, tales como Estados Unidos y los países de la Unión Europea, en las mejores condiciones ambientales, relacionando dos conceptos: Inocuidad Alimenticia y Factores Medioambientales.

Se investigo todo lo concerniente a: la fruta y sus propiedades, labores en la planta empacadora, la serie ISO 14000, en lo que se refiere a las normas ISO 14001 y los Sistemas de Gestión Ambiental, análisis de riesgos e identificación de los Puntos Críticos de Control involucrados en el manejo poscosecha del mango para exportación, el Proceso Jerárquico Analítico (AHP) y los Sistemas de calificación de riesgos de salud y seguridad del operador (HHS).

Presento este trabajo como un aporte técnico a consideración de estudiantes, profesores y demás lectores que requieran alguna información relacionada con este tema.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.



CIB-ESPOL

1.1. Producción del Mango.

El cultivo y exportación de mango en el Ecuador se inició hace una década, con un gran éxito en el mercado internacional, reflejado en las cifras de exportación durante el período 1990-2000. Así, el mango se ha convertido en uno de los productos más importantes dentro de las exportaciones no tradicionales del país. Entre las ventajas competitivas de este sector ecuatoriano se pueden citar las condiciones agroambientales de las zonas de producción, utilización de tecnología adecuada, experiencia y mano de obra capacitada, entre otras. La superficie sembrada de mango en el país bordea las 9000 hectáreas, de las cuales apenas el 40% han alcanzado su capacidad productiva, señalando una importante tendencia hacia el incremento en la producción, la capacidad de las empacadoras nacionales de mango bordea el millón de kilos diarios (13).



CIB-ESPOL

Las variedades de exportación están concentradas en un 90% en la provincia del Guayas y el restante 10% entre Los Ríos, Manabí y El Oro. Debido al manejo adecuado del cultivo, la producción de mango presenta una tendencia creciente, razón por la cual las exportaciones de mango han crecido en un 1.039% en los últimos 8 años. Las variedades de exportación introducidas al país han sido escogidas en función al sabor y tamaño para satisfacer la demanda de sofisticados clientes internacionales. Las principales variedades exportables son Tommy Atkins (65%), Haden, Kent, Keitt y en una pequeña proporción, Van Dyke e Irwin (2).

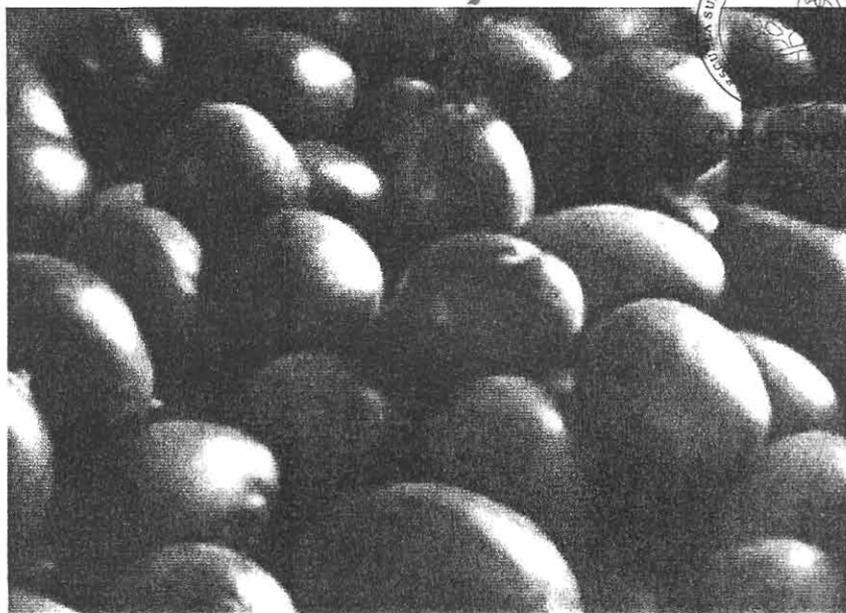


FIGURA 1.1. MANGOS DE DISTINTAS VARIEDADES

Los periodos de cosecha varían a nivel mundial, es así que los países del Hemisferio Norte tendrán su producción de mayo a agosto en cambio los del Hemisferio Sur de octubre a enero. La temporada de cosecha en nuestro país comprende los meses de octubre a enero (2).

TABLA 1

PAÍSES PRODUCTORES Y PERIODOS DE COSECHA (2)

PAIS	PERIODO DE COSECHA
Puerto Rico	Febrero - Septiembre
Haití	Mayo - Septiembre
Republica Dominicana	Mayo - Septiembre
Antillas	Febrero - Septiembre
Estados Unidos	Abril - Agosto
Pakistán	Abril - Julio
Chile	Febrero - Septiembre
Mali	Marzo - Julio
Burkina Faso	Marzo - Julio
Guinea	Marzo - Julio
Guinea Bissau	Marzo - Julio
Senegal	Mayo - Agosto
India	Abril - Julio
México	Junio - Agosto
Perú	Diciembre - Abril
Ecuador	Diciembre - Abril

Las características físicas del mango dependen básicamente de su variedad, siendo normalmente de forma ovalada de color amarillo, rojo o verde; es consumido como fruta fresca o en jugos enlatados, además de abastecer al mercado mundial de elaborados de mango, tales como: puré, concentrado, jaleas, conservas, mermeladas, rodajas y pulpa. La mayor producción de esta fruta se encuentra en Guayas y Manabí, comenzando el periodo de cosecha en el litoral en octubre y termina en marzo-abril (2).

La producción tiene las siguientes etapas:

Esta comenzara con la adquisición de la semilla calificada: El mango será sembrado en bolsas para que la semilla se desarrolle, luego de 6 a 7 meses es injertada con la yema de la variedad que el productor escoja. Transcurridos dos meses la planta prendera en el vivero y será trasladada al campo y se iniciara la producción. Después de tres o cuatro años, dependiendo del tratamiento dado a la planta podrá darse la primera producción llamada "pepiteo", en esta se obtendrán pocos mangos, por lo cual es recomendable reducir esta producción al máximo cortando las flores; el propósito de esto es que la planta se fortalezca para el siguiente año y las ramas pueden sostener la fruta (2).

Para cumplir con requisitos fitosanitarios internacionales, Ecuador dispone de cuatro plantas de tratamiento hidrotérmico que garantizan la calidad y e impiden cualquier posible presencia de la mosca de la fruta. Con una capacidad de procesamiento global de 250.000 kilos diarios, las plantas cumplen con los requisitos establecidos por el Servicio de inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS) de los Estados Unidos (12).

Ecuador cumple con normas sanitarias y ofrece calidad en las variedades que produce, además los suelos son aptos para el cultivo y se aplica tecnología para incrementar la producción (2).



CIB-ESPOL

1.2. Mercado de Exportación del Mango.

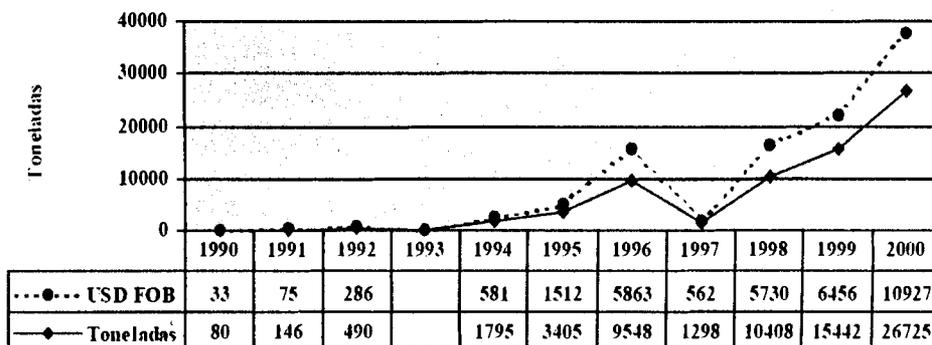
El mango ecuatoriano ha conquistado mercados muy exigentes siendo los principales destinos de la fruta Estados Unidos y Europa que desde el inicio de las exportaciones ecuatorianas han comprado la fruta. En Europa, Bélgica, Holanda, España, Alemania y Reino Unido son los principales compradores. En el 2003; Estados Unidos, Canadá, Alemania y Colombia compraron USD 1.6 millones del mango ecuatoriano. La demanda de mango a nivel mundial se ha incrementado considerablemente en los últimos años, llegando a superar la demanda de otras frutas tropicales (13).

Colombia se suma a los destinos ecuatorianos de mango en 1992 y Chile en 1999. A partir de 1992 (con una participación del 91.22% del volumen exportado) Estados Unidos se convierte definitivamente en el importador más representativo de la fruta ecuatoriana, con una participación del 67% del volumen total exportado en 1998, seguido por Bélgica con el 11%. En 1999 Estados Unidos incrementó su participación, comprando el 70% del volumen exportado, seguido por España con el 9% y Colombia con el 7.7%. En el 2000, la participación de Estados Unidos baja al 61.1% del volumen total, mientras que Colombia ocupa el segundo lugar como el mercado más representativo para el mango ecuatoriano con el 12.1% de las ventas totales, seguido por España con el 5.6% y Bélgica, que quedaría relegado al cuarto lugar con el 5.5% del rubro exportado en el 2000 (13).

En total, el país registró en 2003 un ingreso de 1.9 millones de dólares en exportaciones, según cifras del Banco Central del Ecuador. El precio de venta al público por caja oscila entre los 3,50 y 4,50 dólares en Estados Unidos. Los precios varían de acuerdo a la procedencia, destino, calidad y canales de comercialización utilizados.

1.3. Evolución de las Exportaciones de mango en el Ecuador.

Las cifras evidencian un crecimiento sostenido en el volumen de ventas internacionales del sector, experimentando incrementos anuales, excepto en 1997, cuando se registró una caída del 86.4% en el volumen de exportaciones (90% en valor FOB) a causa del fenómeno de El Niño. Sin embargo, la recuperación en 1998 fue importante, con un 701% de crecimiento frente al volumen exportado el año anterior (919% en valor FOB). Los dos últimos años muestran tendencia creciente de uso variable. En la figura 1.2 se presentan las cifras de exportación ecuatorianas durante la década de los 90, en su mayoría de las variedades Tommy Atkins y Kent (2).



**FIGURA 1.2. EXPORTACIONES DE MANGO ECUATORIANO
(VALOR FOB EN MILES DE DÓLARES) (13)**



CIB-ESPOL

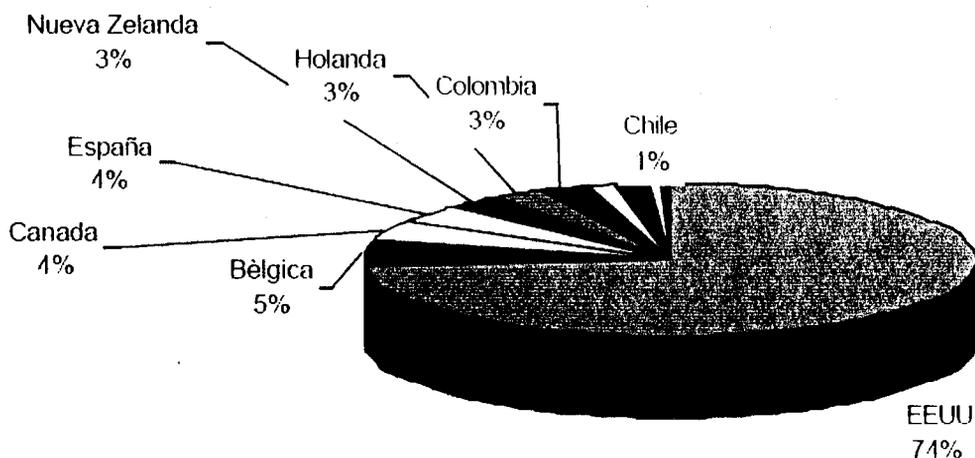


FIGURA 1.3. PRINCIPALES MERCADOS DE DESTINO DEL MANGO ECUATORIANO (Enero a Diciembre 2004) (10)

1.4. Características y Condiciones para la Exportación.

- **Presentación.**

El mango generalmente tiene forma de riñón, puede ser también ovalado y ocasionalmente redondo. Su aterciopelada y cerácea piel es lisa, y cuando la fruta está madura tiene un color completamente verde o amarillo con rojo según la variedad. La determinación de calidad del mango se basa en la ausencia de fibras y en que el sabor a trementina sea mínimo. Las frutas que presenten rasgos de golpes, daños mecánicos, marchitamiento, picaduras o decoloración grisácea serán desechados por el comprador o recibirán castigos en el precio. El consumidor europeo prefiere una fruta ligeramente ovalada, alargada y roja (13).

- **Estado de madurez.**

Depende de la variedad requerido por el consumidor final, tradicionalmente esta fruta tropical ha sido consumida en diferentes etapas de madurez. Las culturas orientales, por ejemplo, demandan mango verde mayoritariamente. Sin embargo, estudios de mercado demuestran que los mayores niveles de ventas son los de mango maduro (color amarillo o rojo intensos según la variedad). A continuación, se especifican las características de color de la fruta madura de 6 variedades más comerciales (13).

TABLA 2
CARACTERÍSTICAS DE MADURACIÓN DE
VARIETADES DE MANGO MÁS COMERCIALES (13)

VARIEDAD	CARACTERÍSTICAS DE COLOR - MADUREZ
Tommy Atkins	Amarillo y naranja, con visos rojos que pueden cubrir toda la fruta, similar a Haden
Haden	Amarillo, con visos rojos
Kent	Verde y amarillo, con visos de rojo oscuro
Keitt	Verde, con visos amarillos
Irwin	Rojo
Van Dyke	Amarillo, con visos rojos.

El tratamiento de mangos con etileno en cuartos para banano ha generado buenos resultados en cuanto al aumento de color en todas las variedades, excepto Keitt. Esta se mantiene verde aun cuando está madura, y puede obtener visos de color amarillo. Después del florecimiento, el mango madura entre 100 y 150 días. Con el proceso de maduración la fruta gana el color característico de cada variedad, suavidad al tacto y sabor. La comercialización de la fruta requiere de una disolución de sólidos (azúcares) del 13% mínimo. Cuando el mango empieza a mostrar color en el árbol, todas las frutas de ese tamaño o más grandes se pueden cosechar (13).

El primer indicio de maduración es la aparición de color amarillo en la punta que cuelga de la rama. Otro indicador es el cambio en el color de la carne alrededor de la semilla, de blanco a amarillo. Las mejores condiciones para maduración post cosecha se dan colocando los mangos con la punta (ápex) hacia abajo en charoles, a temperatura ambiente y cubiertos con tela húmeda para evitar que las frutas se marchiten, encojan o arruguen. En el caso de la variedad Haden, los importadores europeos prefieren recibir la fruta con un 50% de amarillamiento. Los tallos deben medir un máximo de 5 centímetros (13).



CIB-ESPOL

- **Tamaño y peso por unidad.**

Dependiendo de la variedad y el mercado, el rango de peso ideal está entre 250 y 750 gramos. En tamaño, se habla generalmente de mangos que miden entre 12 a 18 centímetros. Los importadores europeos de mango para el segmento de mercado étnico buscan frutas del tamaño de un huevo, que están importando desde Venezuela. A continuación se presenta la clasificación de mangos según el peso en gramos, utilizada en Estados Unidos y Europa. Se recomienda colocar mangos de una sola clase en cada caja (13).

TABLA 3
CLASIFICACIÓN DEL MANGO SEGÚN SU PESO (13)

Clases por tamaño en gramos	Peso de cada Fruta
A	200 - 350 gr.
B	351 - 550 gr.
C	551 - 800 gr.

- **Número de frutas por caja.**

Entre 6 y 16, de acuerdo al tamaño seleccionado. Existen fuentes que señalan un rango de 10 a 20 frutas por caja. Los exportadores brasileños utilizan cajas de 10 unidades para la mayoría de mercados europeos, excepto para Suecia, que importa cajas de 5

a 12 frutas. Las cajas provenientes de Israel generalmente contienen entre 7 a 10 frutas y entre 10 a 12 para algunos clientes franceses. Puerto Rico empaca de 6 a 8 frutas por caja para envíos a Alemania, y 5 frutas por caja para Holanda. Los importadores estadounidenses prefieren cuentas de 8 – 9 – 10 – 12 frutas por caja (13).

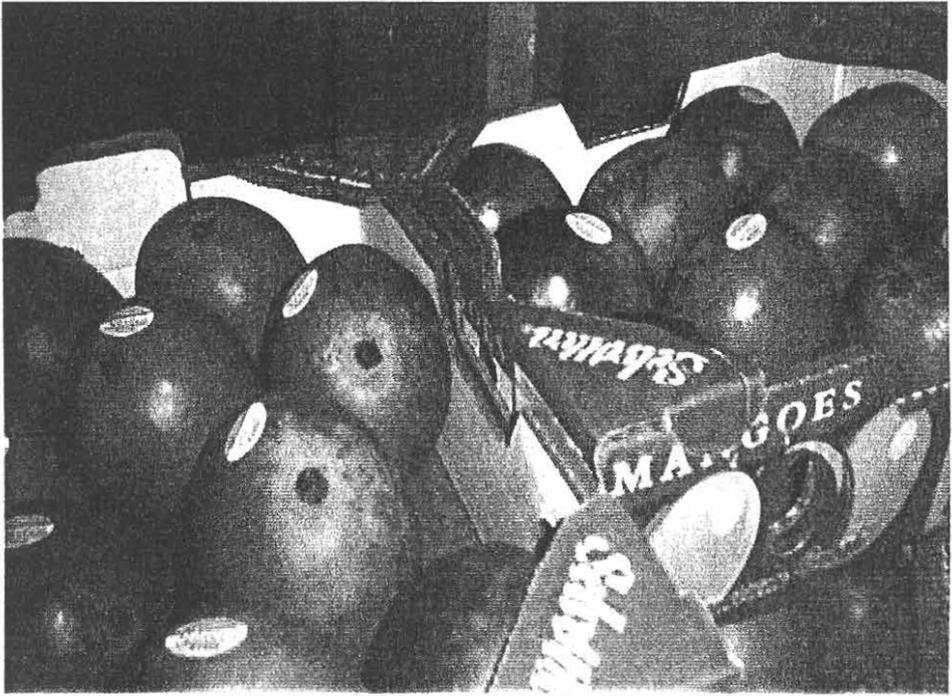


FIGURA 1.4. CAJAS DE MANGOS CON DESTINO A USA

- **Peso total de la caja.**

El peso de la caja no deberá sobrepasar el 10% del contenido neto de la fruta, por razones obvias al costo del transporte y su peso varia entre 4 y 5 Kg. netos según el número de frutas, tipo de cartón y mercado de destino. Europa prefiere cajas de 4 kilos.

Los importadores estadounidenses prefieren cajas de 4.5 Kg. sin perjuicio de que en ese país y a nivel mundial el mango se comercializa también en cajas de 16 Kg., y cajas de 6 Kg. con una sola fila de frutas ("flats-one layer"). No se debe sobrellenar las cajas (13).

- **Características del empaque.**

El material del cual esta construido el empaque deberá soportar el agua de manera que no se produzcan daños en la atmósfera húmeda en la cual es transportado, así como el agua producida por la respiración de la fruta. El material usado es el cartón, fabricado principalmente de papel reciclado. Además contara con un diseño grafico, que deberá tener la siguiente información: naturaleza del producto, identificación del exportador, origen del producto, descripción comercial y marca del producto (2).



CIB-ESPOL

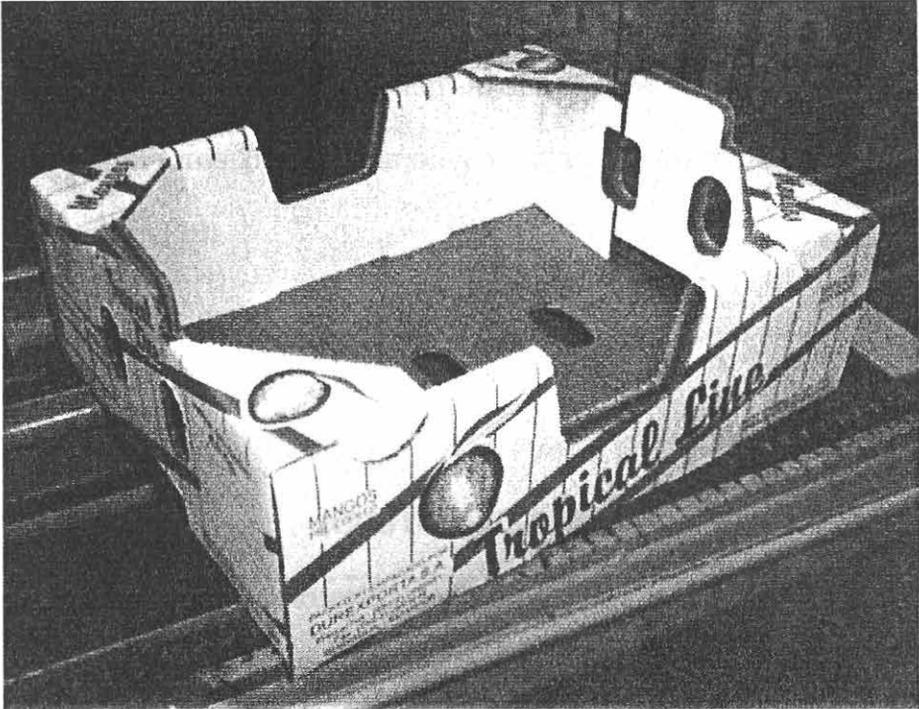


FIGURA 1.5. CAJA TÍPICA MULTIDESTINO

Dentro de cada caja las frutas se deben clasificar según tamaño, variedad y nivel de madurez. Todas las frutas dentro de la caja deben tener niveles similares de maduración. Es recomendable que las cajas tengan seguros de cierre, una resistencia contra golpes de 150-275 libras, hoyos de respiración y para manejo. Se utilizan cajas de cartón ondulado para asegurar una mayor estabilidad y protección contra la humedad. Las dimensiones internas de la caja deben ser: 10.9 x 34 x 26.9 cm ó 10.2 x 43.2 x 27.9 centímetros (13).



CIB-ESPOL

Europa prefiere cajas de 30 x 40 cm y 10 – 12 cm de altura con 10 mm de espacio para ventilación, mientras que en Estados Unidos los importadores prefieren manejar cajas de 40 x 50 x 10 – 12 centímetros (13).

TABLA 4
DIMENSIONES DE LA CAJA PARA EXPORTACIÓN
(DESTINO USA) (2)

Dimensión interior de la caja	320 x 252 x 111 mm.
Dimensión exterior de la caja	336 x 275 x 117 mm.
Volumen interior de la caja	0.008951 m ³
Tara de la caja sin fruta	0.314 Kg.

Además debemos tener en cuenta que las frutas deben ser inmobilizadas en la caja, protegida contra impactos y contra la compresión al colocar varias cajas una sobre otra, no mezclar mangos de variedades diferentes, el grado de madurez de las frutas debe ser el mismo, el numero de frutos por caja esta determinado por su variedad y calibre que se indican a continuación en la siguiente tabla (2).

TABLA 5
NUMERO DE FRUTOS POR CAJA SEGÚN CALIBRES (2)

Calibre	Numero de Unidades	Peso aproximado (gr.)
6	6	830
8	8	630
10	10	500
12	12	415
14	14	350
16	16	315



CIB-ESPOL

- **Requisitos Fitosanitarios.**

El Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal de Estados Unidos-APHIS (Animal Plant and Health Inspection Service), exige que el mango ecuatoriano sea sometido a un tratamiento hidrotérmico para erradicar la presencia de moscas de la fruta (o moscas del mediterráneo - *Ceratitís capitata*, complejo *anastrephas*, etc.). Las plantas que efectúan este tratamiento deben cumplir con los requerimientos impuestos por APHIS. El Ministerio de Salud en Japón también exige el tratamiento hidrotérmico. En Europa no se ha impuesto el requerimiento de éste tratamiento (13).

- **Requisitos Arancelarios.**

El mango ecuatoriano no está sujeto a cuotas ni aranceles en los principales mercados de destino, amparado bajo acuerdos regionales de tratamiento preferencial. Por aplicación del Sistema Generalizado de Preferencias para los Países Andinos (SGP) Europa no aplica arancel en las exportaciones ecuatorianas a estos mercados. En el mismo orden, Estados Unidos no impone aranceles al producto ecuatoriano bajo el amparo de la Ley de Preferencias Arancelarias Andinas (LPAA). Las exportaciones a los países de la Comunidad Andina de Naciones (CAN) están libres de gravámenes, según los acuerdos suscritos (13).



CIB-ESPOL

- **Requisitos Especiales.**

Cuando la exportación se efectúa por vía marítima se realiza en contenedores refrigerados a 12°C. En el caso de transporte aéreo, es preferible utilizar pallets en lugar de contenedores, puesto que al acumularse calor y etileno dentro del contenedor, se acelera el proceso de maduración. En contraste, el transporte marítimo implica contenedores "reefer", a diferencia de cajas sueltas. El sistema de apilamiento de cajas dentro del contenedor debe permitir suficiente ventilación para que la temperatura se mantenga (13).

El sector ecuatoriano exportador de mango fresco se ha beneficiado de la infraestructura logística existente para la industria de banano, cuya integración vertical facilita el transporte internacional del mango utilizando frecuencias y rutas establecidas, bajo excelentes condiciones (13).

En el caso de transporte aéreo, el 30% del área alrededor del tallo debe estar amarilla. Para transporte marítimo los mangos deben tener un estado de desarrollo pre climatérico; un contenedor con atmósfera controlada puede disminuir el proceso de madurez de la fruta en un 50 % y se puede duplicar el tiempo de almacenamiento. Se debe pre enfriar la fruta a una temperatura de 10° C a 12° C antes de embarcarla en el contenedor, puesto que la capacidad de enfriamiento de los contenedores no es lo suficientemente rápida. Un enfriamiento rápido retarda el proceso metabólico en las frutas y evita que disminuya su peso (13).



CIB-ESPOL

CAPITULO 2

2. PROPIEDADES DEL MANGO.

2.1. Generalidades.

El mango es una fruta tropical exótica cuyo nombre científico es "Manguifera Indica", es originaria de la India aunque también es originario del Sudeste Asiático, lugares en los que ha sido cultivado por más de 4000 años. Alrededor del siglo XVIII los portugueses lo introdujeron a América donde se adoptó a los climas tropicales, comprende 65 géneros y cerca de 400 especies. Los frutos son de forma redonda, ovalada y acorazonada; su color oscila entre el amarillo verdoso hasta el anaranjado; su piel lisa, fina y cariácea; su peso y tamaño son variables (2).

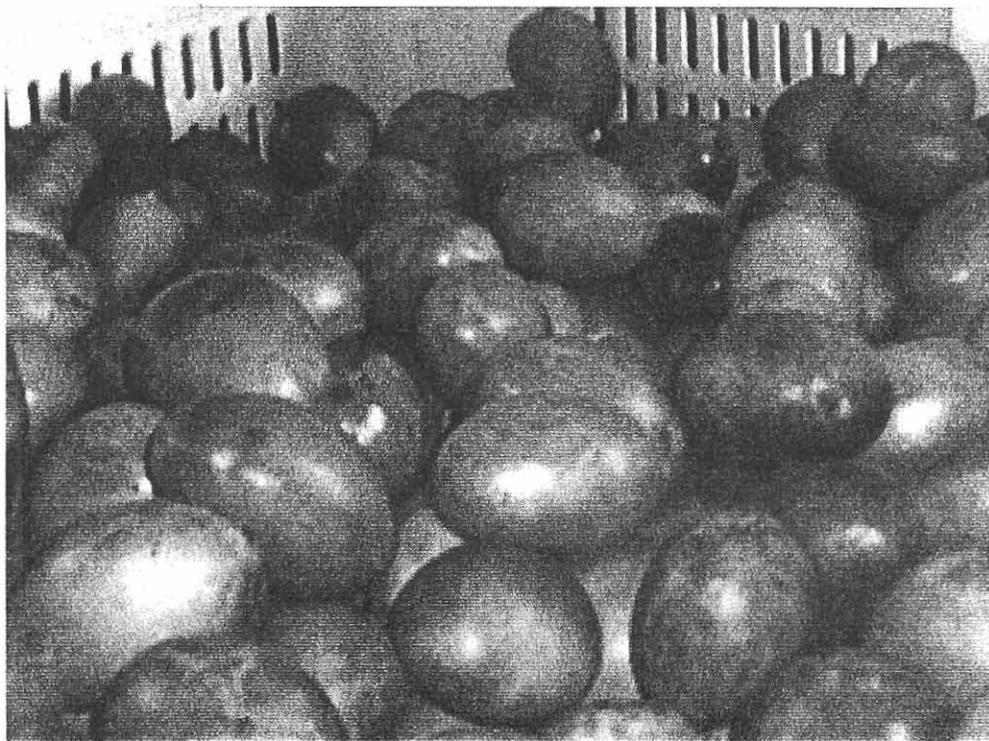


FIGURA 2.1. MANGOS DE DIVERSOS TAMAÑOS

Al igual que en otras frutas y vegetales el clima es de vital importancia en la planta de mango, es de vital importancia en la planta de mango, es decir los árboles localizados en lugares que tengan clima caliente y seco producirán más rápido que en aquellos que tengan un clima templado y húmedo. El tiempo necesario para el desarrollo completo del fruto varia entre 4 y 5 meses, esta diferencia de tiempo depende de tiempo depende tanto de la variedad de mango como del clima (1).



CIB-ESPOL

TABLA 6

DATOS TÉCNICOS RECOMENDADOS PARA EL CULTIVO (1)

Temperatura de cultivo	28 – 32 °C
Altitud	0 msnm – 600 msnm
Precipitaciones	130 – 250 mm ³ por año
Suelos	Francos, profundos, buen drenaje y abundante materia

La información nutricional del mango la encontramos en la siguiente tabla (1):

TABLA 7

INFORMACIÓN NUTRICIONAL (1)

COMPONENTE	Por cada 100 gr. de porción comestible
Energía	69 calorías
Humedad	82.5 g
Proteína	2.1 g
Grasa	0.5 g
Carbohidratos	14.1 g
Fibra	0.4 g
Calcio	19.0 g
Fósforo	15.0 g
Hierro	0.2 mg
Sodio	7.0 mg
Potasio	45.0 mg
Vitamina B1	0.1 mg
Ácido Nicótico	0.2 mg
Vitamina C	20.5 mg

2.2. Variedades y Tamaños.

Existen mas de 1000 variedades de mango entre las de exportación introducidas al país han sido escogidas en función al sabor y tamaño para satisfacer la demanda de sofisticados clientes internacionales, las principales variedades son Tommy Atkins, Haden, Kent, Keitt y en una pequeña proporción, Van Dyke e Irwin (2).



TABLA 8
CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES
VARIEDADES DE MANGO (2)

Variedad	Peso fruta (gr.)	Color fruta madura	Fibra	Grosor de Cáscara	Producción
IRWIN	340	Rojo y amarillo	Muy Poca	Medio	Buena
TOMMY ATKINS	550	Rojo y naranja	Alguna	Grueso	Muy Buena
KEITT	850	Rosado y naranja	Muy Poca	Medio	Muy Buena
KENT	680	Rosado y amarillo	Muy Poca	Grueso	Muy Buena
HADEN	615	Rojo y amarillo	Alguna	Grueso	Regular
VAN DYKE	350	Rojo y amarillo	Poca	Medio	Buena

En lo que se refiere a la forma de la fruta esta es una característica propia de cada variedad. El tamaño es determinado por la masa unitaria de la fruta, los mangos son clasificados de acuerdo a la siguiente tabla (2).

TABLA 9
CLASIFICACIÓN DEL TAMAÑO EN BASE
A LA MASA UNITARIA (2)

Letra de preferencia	Nº de unidades por envase (5 Kg.)	Escala de masas (g.)	Masa promedio (g.)
A	7	687 – 741	714
B	8	564 – 686	625
C	9	547 – 563	555
D	10	454 – 546	550
E	12	379 – 453	415
F	14	336 – 378	357
G	16	291 – 335	313
H	18	264 – 290	277
I	20	237 – 263	250

2.3. Propiedades Termodinámicas de la Fruta.

- **Calor de Respiración.**

Las frutas y las verduras, a las temperaturas que son transportadas desprenden calor, el mismo que es generado por los procesos fisiológicos que todavía tienen efecto en ellas (2).

TABLA 10

ÍNDICE DE PRODUCCIÓN DE RESPIRACIÓN (2)

Temperatura	Ml. CO₂/kg-Hr
10°C (50°F)	12 – 16
13°C (55°F)	15 – 22
15°C (59°F)	19 – 28
20°C(68°F)	35 – 80



CIB-ESPOL

- **Temperatura de Almacenamiento.**

De la selección de la temperatura de almacenamiento dependerá la "duración" de la fruta y a su vez esta tiene pequeñas variaciones dependiendo de la variedad de mango. La temperatura de almacenamiento varía de 11°C a 13°C. La humedad relativa a la que se debe conservar la fruta fluctúa entre 85 – 95% (2).

TABLA 11

**TASAS DE PERDIDA DE HUMEDAD DE DIFERENTES
PRODUCTOS DE ORIGEN FRUTÍCOLAS Y HORTÍCOLA (2)**

ALTA	MEDIA	BAJA
Acelga	Aguacate	Ajo
Albaricoques	Banano	Cebolla
Brócoli	Coco	Manzana
Guayabas	Lechuga	Melones
Mango	Toronja	Pepinos



CIB-ESPOL

TABLA 12

PRINCIPALES PROPIEDADES DEL MANGO (2)

Punto de Congelación Alto	-0.9 °C – 30.3 °F
Vida de Almacenamiento (aprox.)	2 – 3 semanas
Contenido de Agua	81.7 %
Calor Especifico	0.85 BTU/lb.°F
Temperatura de Almacenamiento	55 °F
H.R. de Almacenamiento	85 – 90%
Calor Especifico sobre el P.C.	0.85 BTU/lb.°F
Calor Especifico bajo el P.C.	0.44 BTU/lb.°F
Calor Latente	117 BTU/lb

CAPITULO 3

3. PLANTA EMPACADORA.

3.1. Descripción General de la Planta Empacadora.

DUREXPORTA S.A. es una industria que procesa y empaqa mango fresco en su estado natural para consumo humano, en consecuencia, su organización interna, tanto en el área técnica y de producción, como en el área administrativa cumple estándares de Calidad adecuadas para este fin. De propiedad de Empresas DUREX S.A, inició sus operaciones en Agosto 7 de 1991. Actualmente la dirección de la empresa está a cargo del Ing. Oscar Orrantia quien es su Gerente General. La planta (edificio o las instalaciones usadas para la fabricación, empaque, etiquetado o comercio de los alimentos para consumo humano) y las oficinas de administración están ubicadas en Guayaquil, Km. 141/2 vía a Daule.

La planta empacadora tiene una capacidad instalada de producción de 200.000 Kg por día considerando el momento de máxima producción en la temporada de campaña o de cosecha que va desde octubre hasta enero del siguiente año. El predio ocupa un área total de aproximadamente 6.430 m², en una zona urbana de la ciudad de Guayaquil, que cuenta por tanto con todos los servicios básicos, como: agua potable, luz eléctrica, drenaje de aguas lluvias y servidas, servicio telefónico, etc. La distribución interna (edificaciones) del predio es como sigue: 5.800 m² corresponden al área de producción; 180 m² ocupan las oficinas administrativas; 450 m² patio de maniobras para carga y descarga de camiones.



3.2. Diagrama de Flujo del procesamiento de la fruta.

CIB-ESPOL

La labor de la planta empacadora varía de acuerdo al manejo, tecnología y el destino de la fruta. Si esta destinada para Estados Unidos hay una restricción para las frutas que son atacadas por las moscas del género *Anastrepha*, razón por la cual a la fruta se le deberá dar un tratamiento térmico especial con el que se garantizara la inexistencia de esta plaga. En la Figura 3.2 se presenta el diagrama de flujo del mango para ser exportado a Estados Unidos; si el destino es Europa u otros mercados, el procedimiento a aplicarse se encuentra en la Figura 3.3.

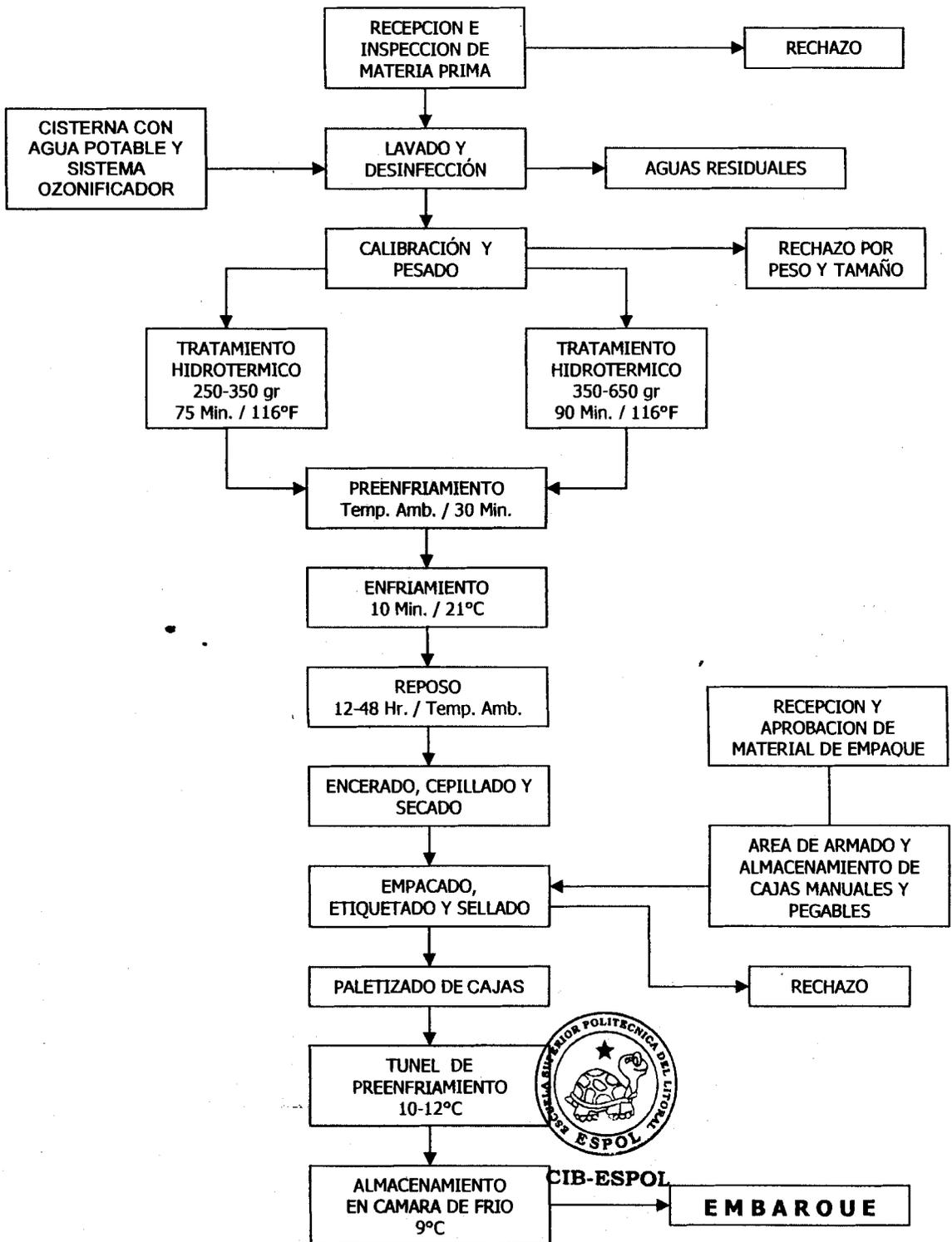


FIGURA 3.1. FLUJOGRAMA DE PLANTA EMPACADORA (USA)

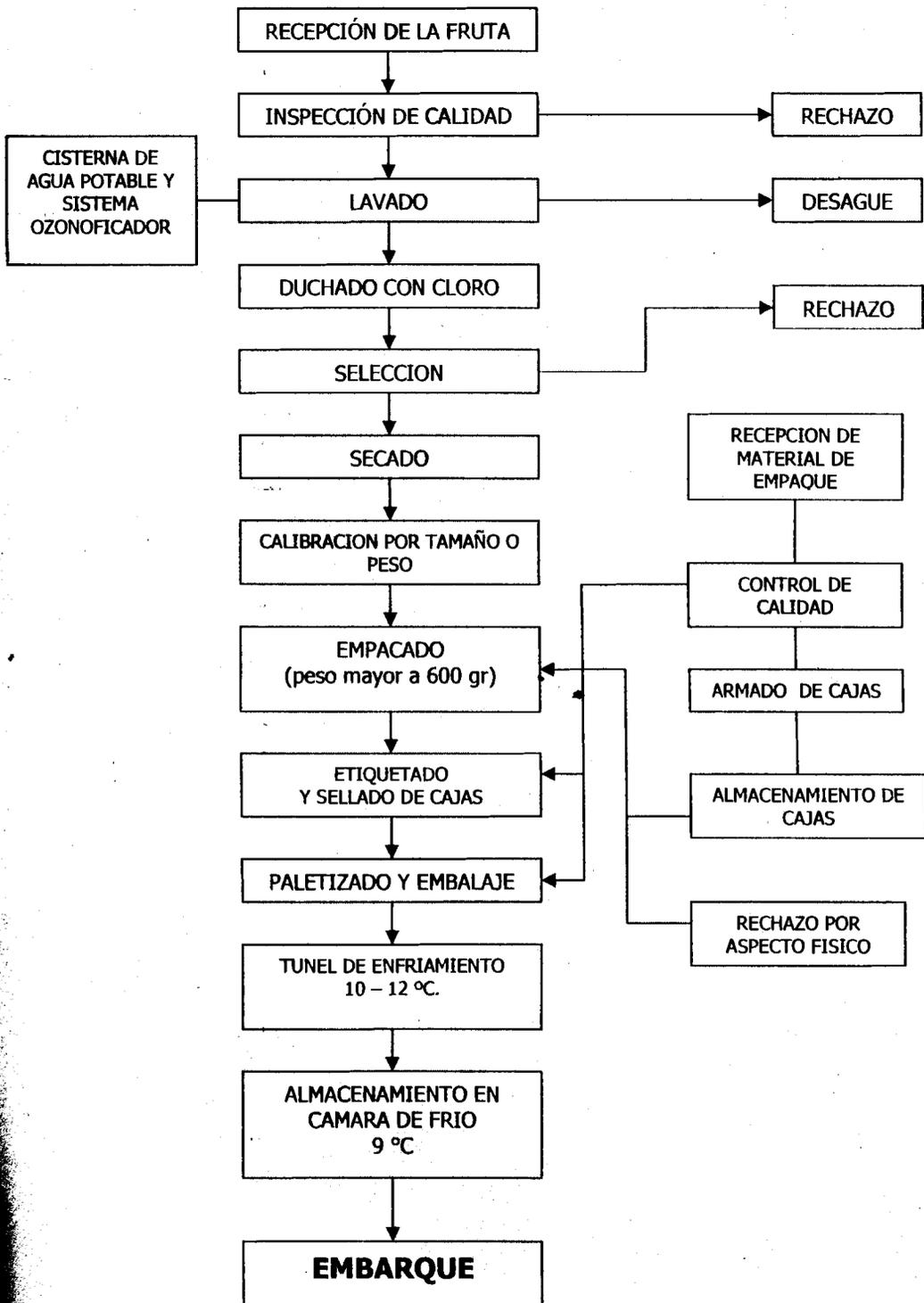


FIGURA 3.2. FLUJOGRAMA DE PLANTA EMPACADORA (EUROPA)

El proceso de empaque de mango, sigue el procedimiento que se describe a continuación:

- **Recepción de la Fruta.**

La fruta procede de las haciendas de la empacadora o se compra si lo amerita a haciendas certificadas por el S.E.S.A., fruta llega es recibida en cajas cosecheras, las cuales deben ser tratadas con mucho cuidado para evitar que pueda sufrir daño alguno y por ende sean rechazadas. No es recomendable dejar por mucho tiempo la fruta en la planta empacadora antes de procesarla, porque esto puede causar su deterioro y su posterior rechazo.

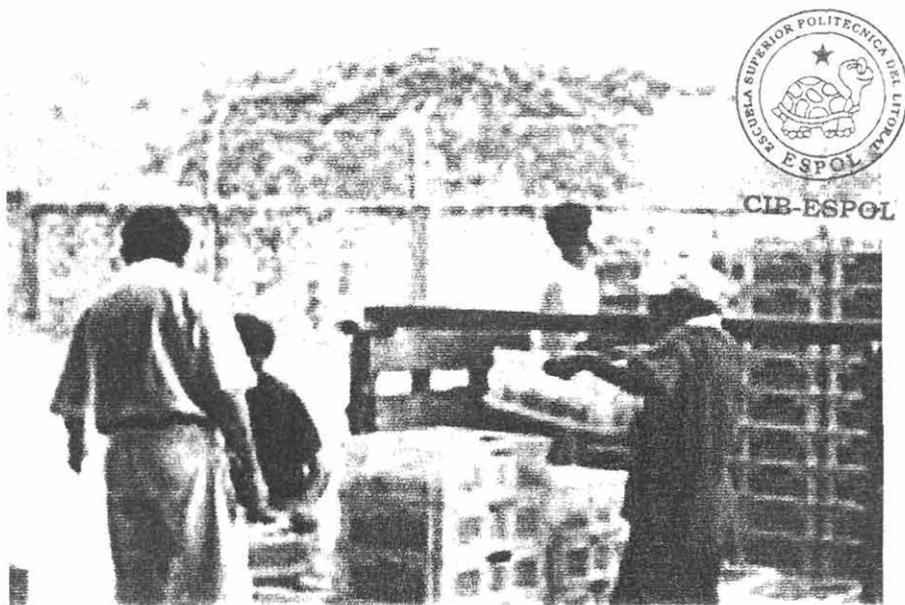


FIGURA 3.3. RECEPCIÓN DE LA FRUTA

Se acepta la fruta previa evaluación y aprobación del Departamento de control de Calidad. El promedio de cajas por camión es de 600 cajas, conteniendo cada una 20 kilos de mango fresco.

- **Lavado de la fruta.**

Para el lavado de la fruta se utiliza una solución de agua con cloro a un nivel de 15 ppm (43 ml de solución de hipoclorito de sodio al 3.5% -cloro líquido comercial por cada 100 litros de agua), esto con el fin de reducir la carga microbiana, y de eliminar cualquier suciedad o mancha de látex, además de actuar como agente desinfectante es decir contrarrestar impurezas y suciedades del fruto.

Se debe tener en cuenta que esta solución deberá permanecer limpia pues, las partículas de materia orgánica desactivan la solución. Después del lavado con agua con cloro se procede a lavar con agua potable para eliminar cualquier residuo de cloro que pudiera haber quedado (5).



CIB-ESPOL

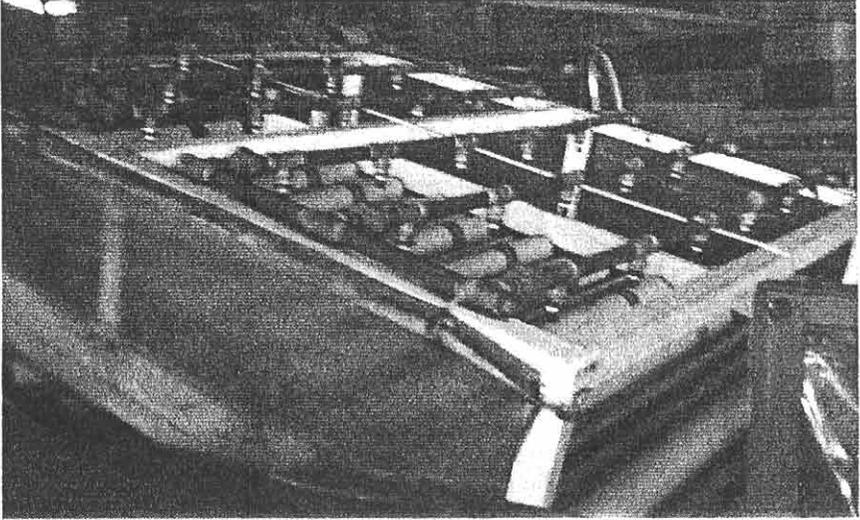


FIGURA 3.4. MAQUINA PARA EL LAVADO DE LA FRUTA

- **Calibración y pesado.**

El pesado de la fruta es un control, con el cual se determinara el volumen que maneja la planta empacadora, o en el caso de que reciba fruta de varios proveedores sirve para determinar el volumen de cada uno de ellos. La selección y calibración de la fruta es de suma importancia pues en ella radica el éxito para cumplir con los estándares y características internacionales para exportación y rechazar alguna fruta que no cumpla estos parámetros; los parámetros a tomar en cuenta para una optima selección son: fruta sana, ausencia de ataques de insectos, ausencia de golpes, roces o manchas, estado de madurez fisiológica, tamaños, color y textura uniformes y característicos del fruto.

Estos calibradores pueden ser mecánicos por tamaño, mecánicos por peso, electrónicos por peso.

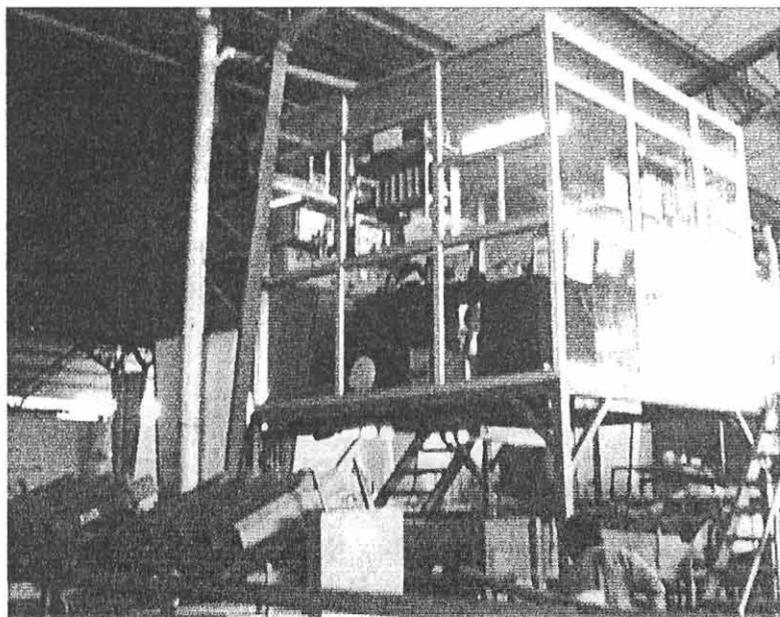
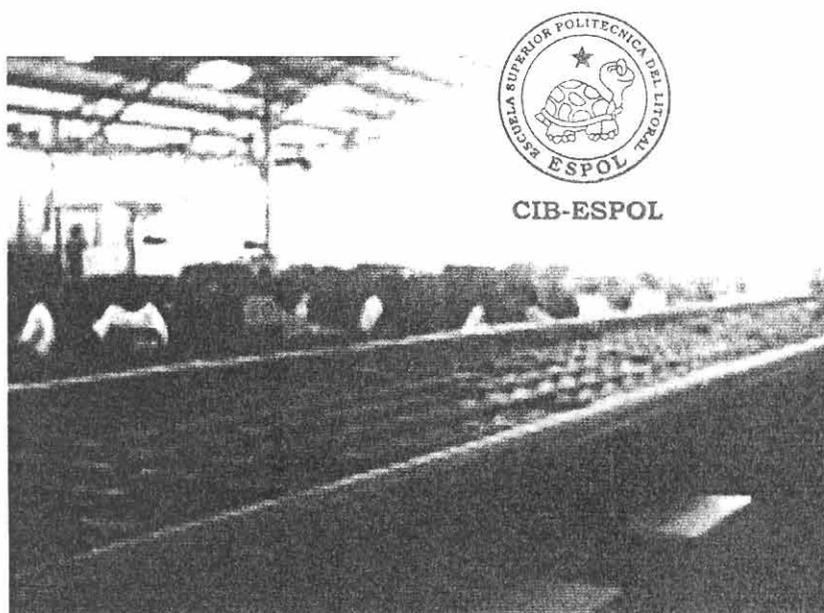


FIGURA 3.5. CALIBRADOR ELECTRÓNICO POR PESO



CIB-ESPOL

FIGURA 3.6. SELECCIÓN DE CALIBRES DE LA FRUTA.

La fruta rechazada es puesta en el mercado local o devuelta al proveedor. La fruta rechazada es vendida a un valor de US \$ 4 por gaveta de 20 kilos.

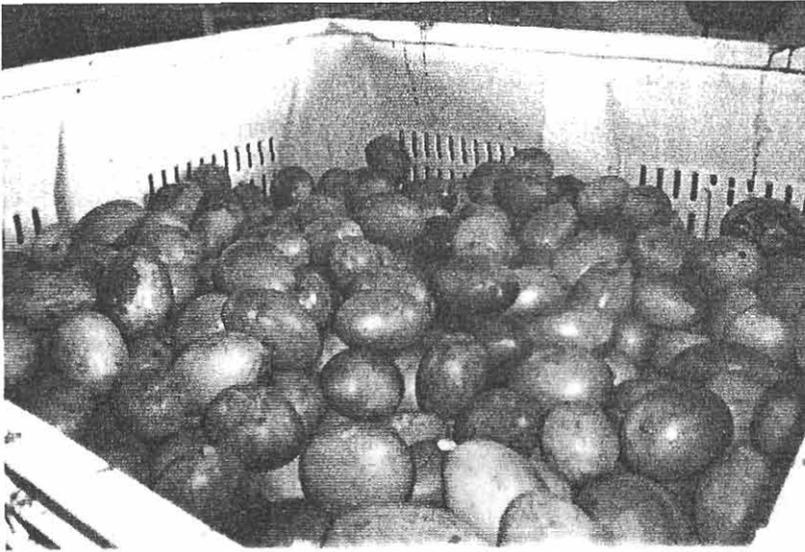


FIGURA 3.7. TANQUE CON MANGOS RECHAZADOS

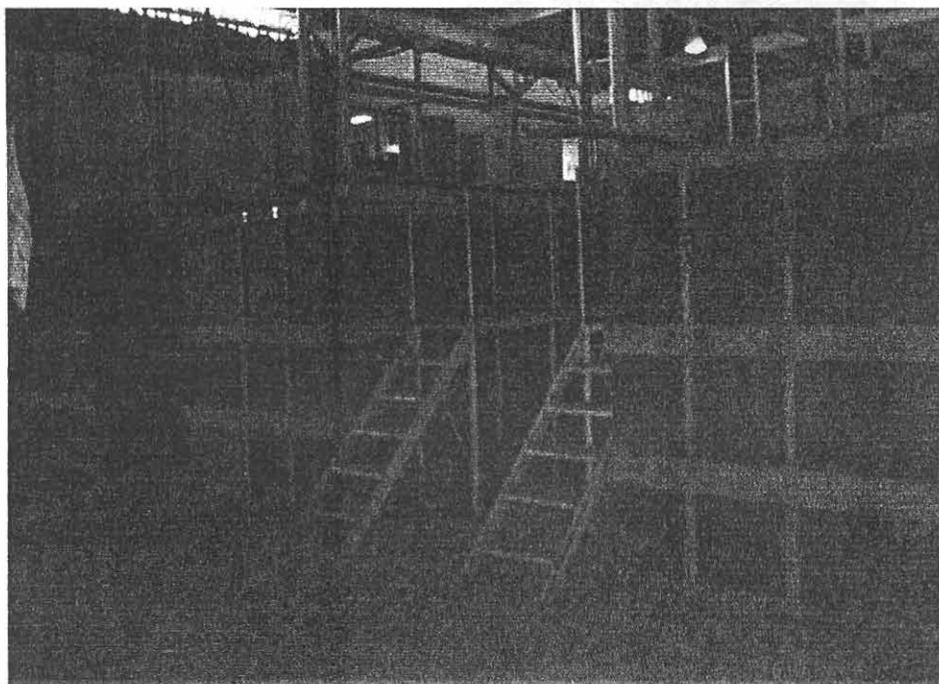
TABLA 13

ÍNDICES DE MADUREZ DE 3 VARIEDADES (2)

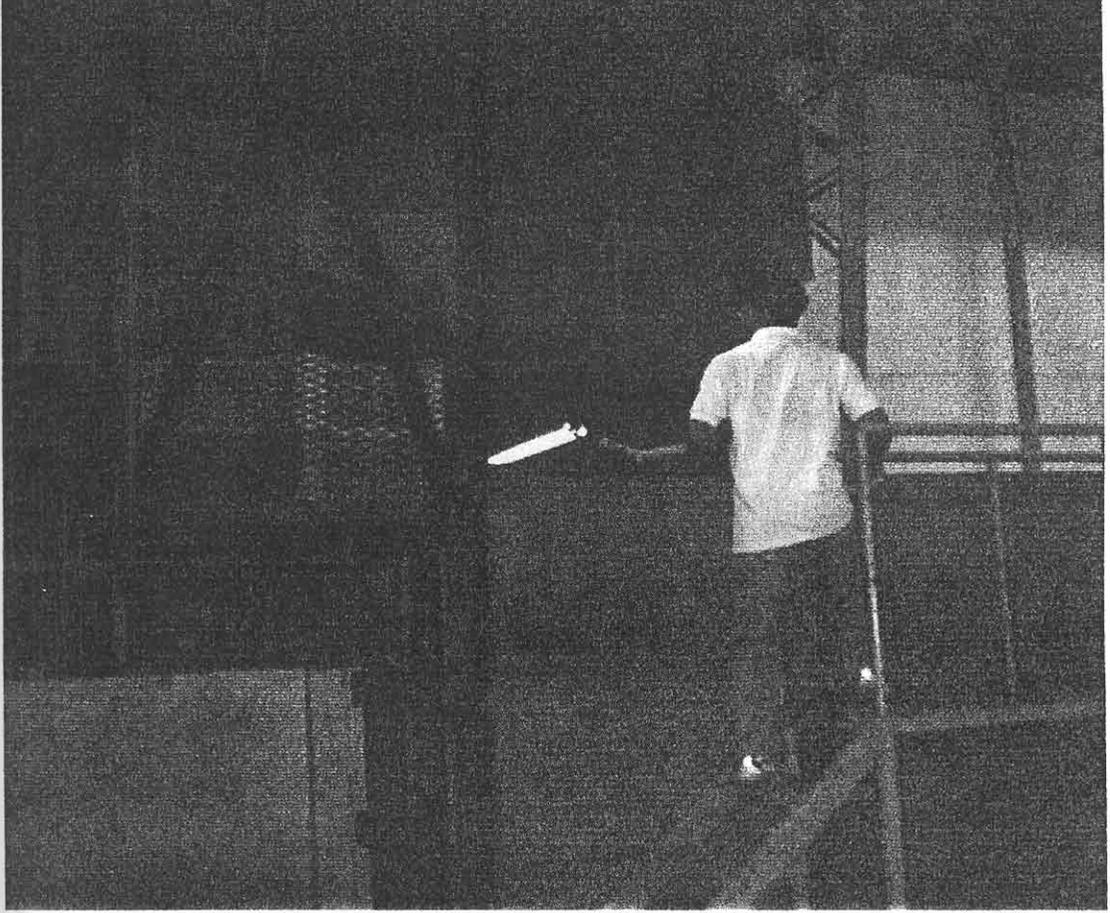
VARIEDAD	INDICE EMPLEADO
Amarillo	Color verde claro en la cáscara, hundimiento del pedúnculo y tamaño de la fruta.
Keith	Hinchamiento general de la fruta y color amarillo pálido alrededor de la semilla y ensanchamiento de los hombros.
Tommy Atkins	Base de la fruta en forma redondeada y grueso de la fruta y presencia de brillo en la cáscara.

- **Tratamiento con agua caliente.**

Una vez separados los mangos por tamaños y calibres, la fruta es sometida al Tratamiento Hidrotérmico, se calienta en agua a 115°F por 75 minutos (calibres pequeños 12, 14,16) y 90 minutos para los grandes (8, 9,10). El propósito de esta fase es controlar térmicamente la antracnosis, que es la enfermedad más común del mango durante el manejo poscosecha. La fruta que se exportará a países que no exigen tratamiento pasa directamente de la seleccionadora a la línea de empaque.



**FIGURA 3.8. TANQUES PARA TRATAMIENTO
HIDROTÉRMICO**



**FIGURA 3.9. GAVETAS LISTAS PARA SER SUMERGIDAS EN TANQUE
HIDROTERMICO**



CIB-ESPOL

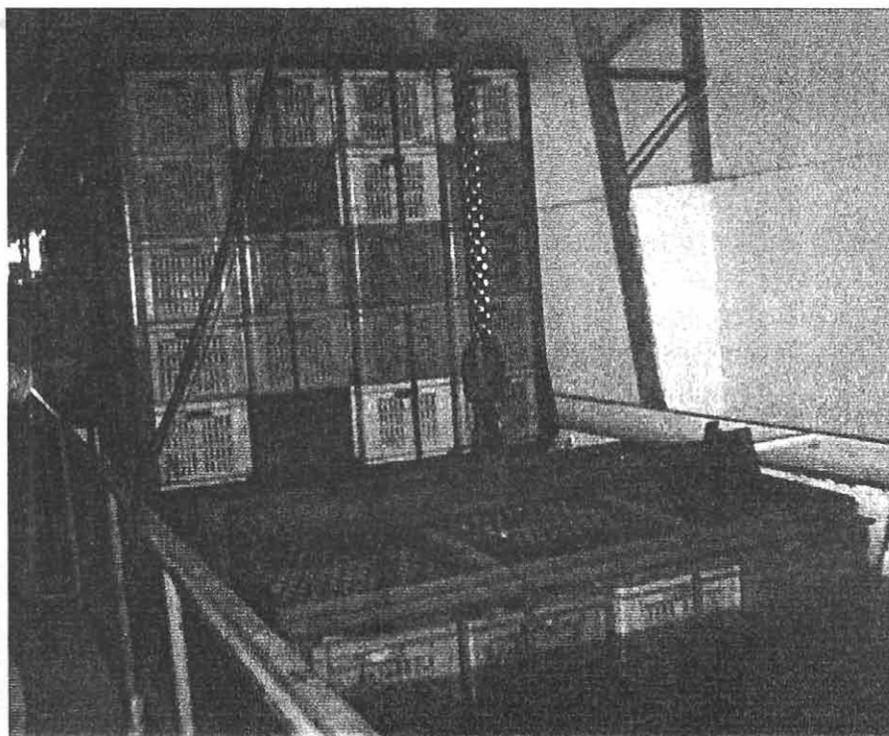


FIGURA 3.10. GAVETAS SIENDO INMERSAS EN TANQUE.

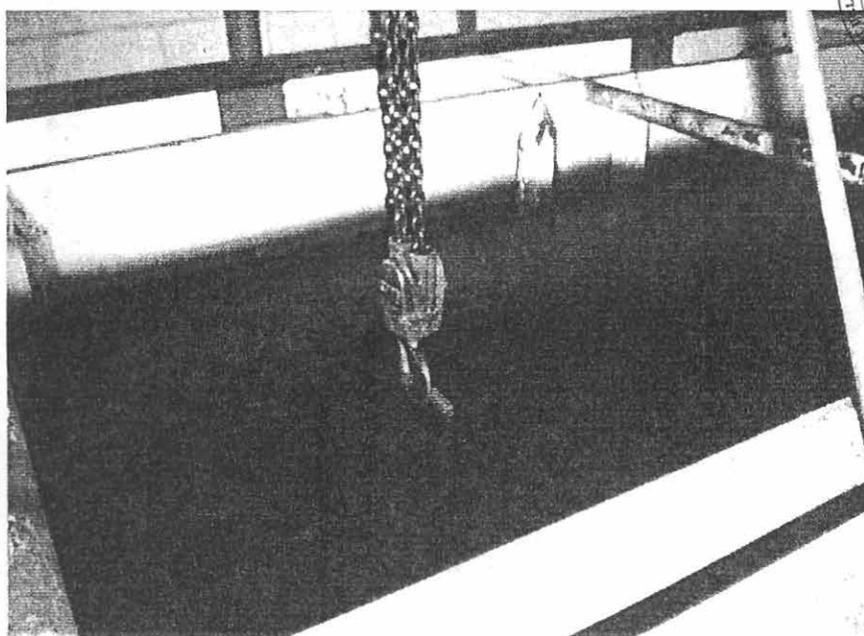


FIGURA 3.11. GAVETAS EN TANQUE HIDROTÉRMICO.



IB-ESPOL

- **Enfriamiento de la fruta.**

El propósito de esta tarea es disminuir la temperatura con la que se sale de la fase anterior, en DUREXPORTA esta fase consta de tres subetapas: un preenfriamiento a temperatura ambiente durante 30 minutos para que la temperatura de la pulpa este en el orden de los 11°C., un enfriamiento durante 10 minutos en un tanque con agua fría a 21°C y un reposo a temperatura ambiente por un mínimo de 12 horas con ayuda de ventiladores de alta velocidad, previo al empaque y paletizado.

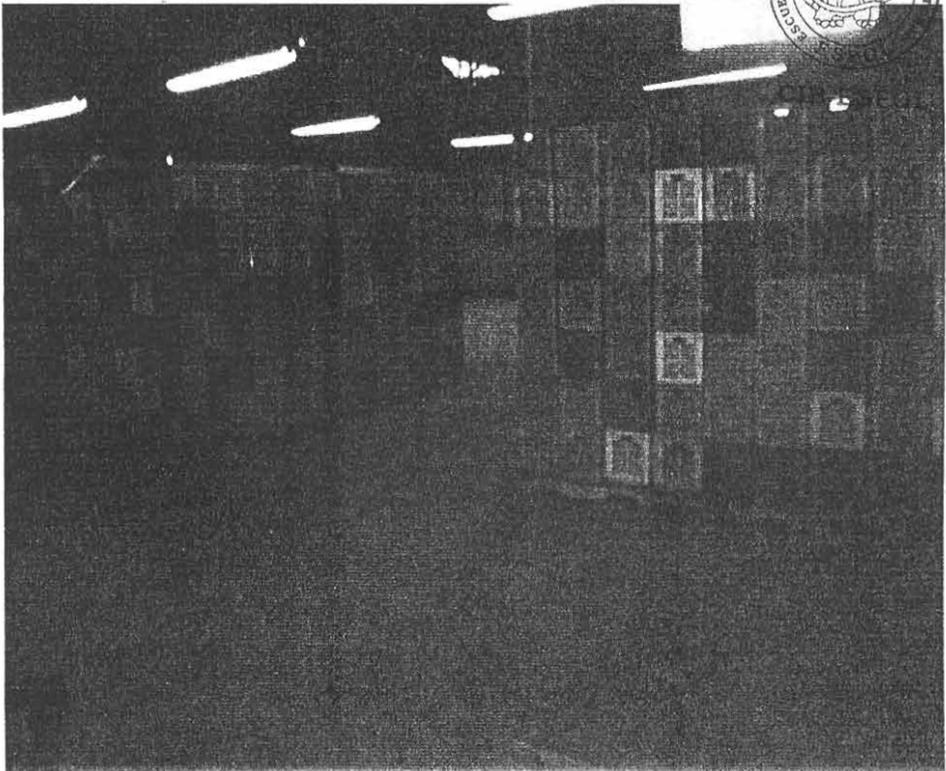


FIGURA 3.12. GAVETAS EN ÁREA DE REPOSO

- **Tratamiento con cera funguicida.**

En esta fase se realiza por aspersión con una cera funguicida (Tiabendazol, Tecto o Mertec) con el fin de tener un control químico de todos los patógenos presentes en el exterior y periferia de la fruta. La acción de esta solución funguicida dura desde el periodo de almacenamiento hasta su consumo.



FIGURA 3.13. MANGOS EN ASPERSIÓN CON CERA FUNGUICIDA

- **Secado.**

Toda fruta antes de ser empacada debe ser secada. Esta labor es realizada a mano o con rodillos mecánicos recubiertos de esponja, teniendo cuidado de no ocasionar daño mecánico a la fruta, después de esta etapa la fruta pasa al área de empaque.

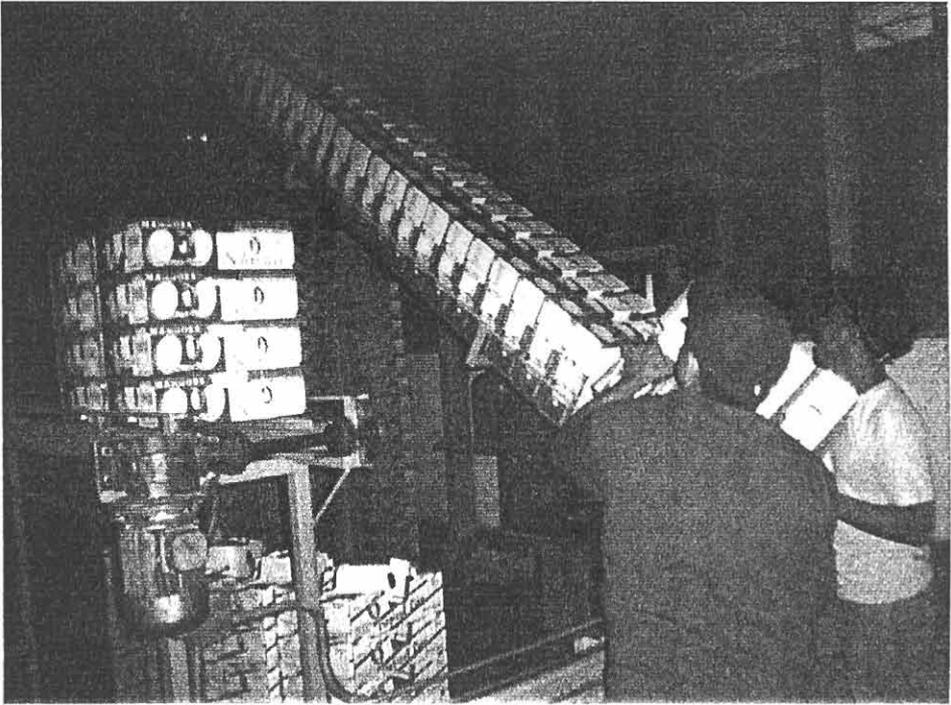


FIGURA 3.14. RECEPCIÓN DE CAJAS DESDE AREA DE ARMADO



CIB-ESPOL

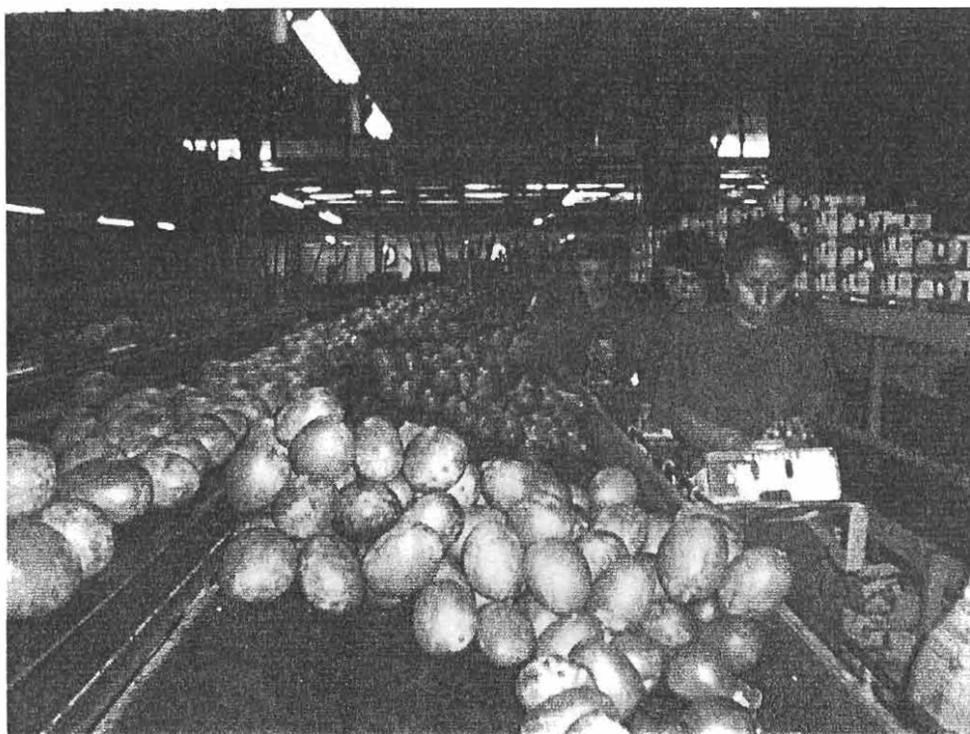


FIGURA 3.15. ÁREA DE EMPAQUE

- **Empaque.**

El mango para que sea apreciado, cuando llegue al consumidor final deberá presentar un buen aspecto, excelente sabor, alta calidad y la caja (empaque) deberá ayudar a mantenerlos. Es por esto que el empaque debe proteger y transportar, por lo que tiene tanta importancia como la misma fruta. Algunas de las diferentes condiciones adversas que debe soportar un empaque son: deterioro, daños mecánicos (golpes), variación de temperatura, variación de humedad, olores, insectos, plagas, roedores.etc.



FIGURA 3.16. CAJA PARA EXPORTACIÓN DE MANGO



B-ESPOL



FIGURA 3.17. CAJA PARA EXPORTACIÓN CON MANGOS

- **Paletizado.**

El pallet es el método más común para transportar varias unidades (cajas), dado que el pallet es la unidad de carga que es igual a la unidad de transporte y la de almacenado; es de suma importancia la estabilidad de las cajas colocadas en los pallets, para conseguir esto las cajas se ubican de forma lineal y no entrelazada, teniendo en cuenta evitar sobresalidas de las mismas, tanto internas como externas. Esto significa que en las esquinas de las cajas (esquineros) tengan apoyos.

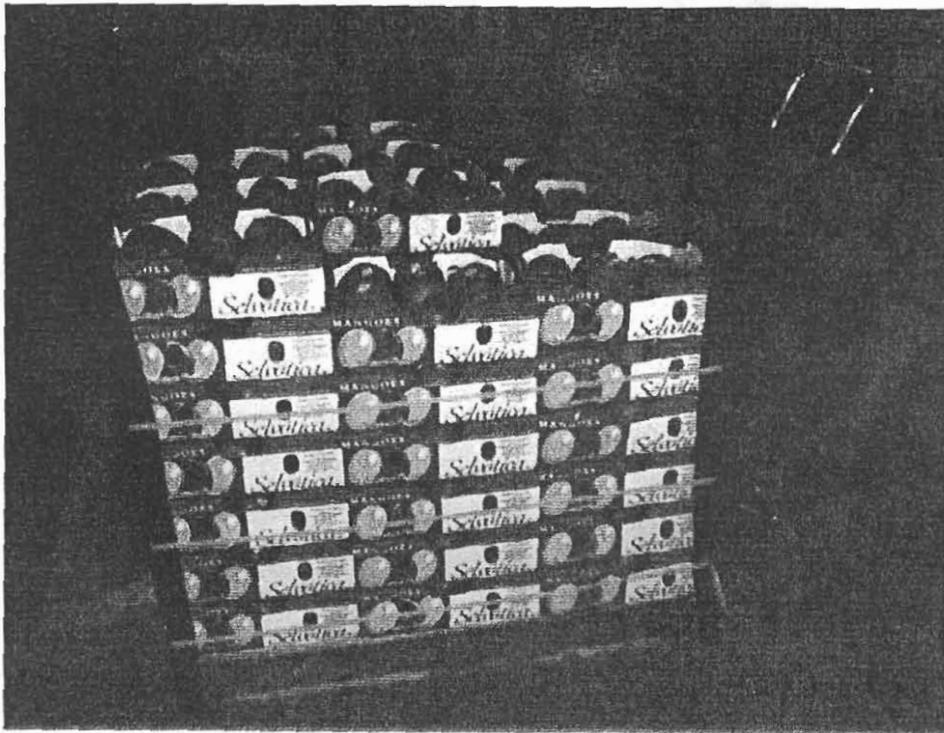


FIGURA 3.18. PALLET CON MANGOS

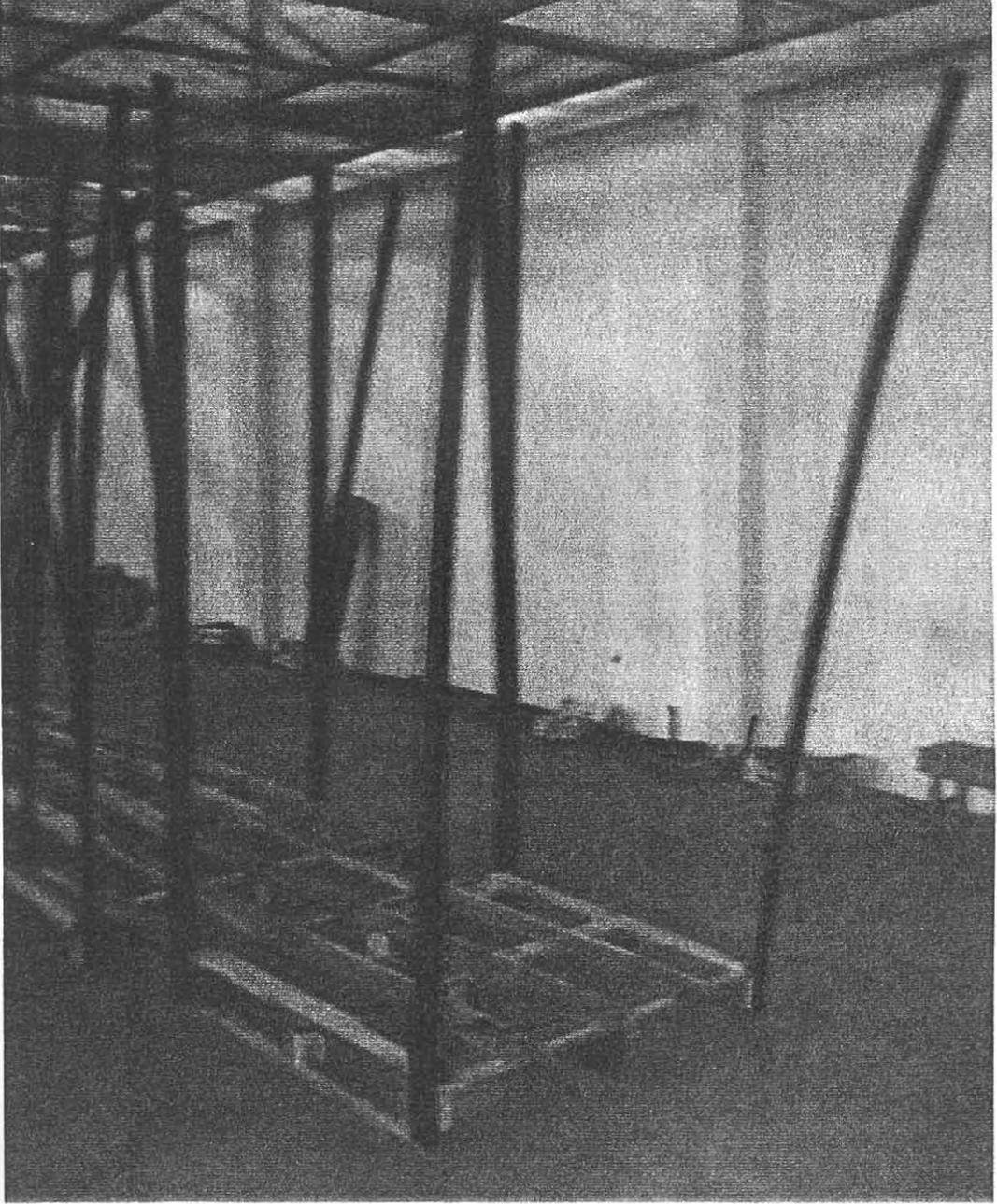


FIGURA 3.19. PALLET TÍPICO CON ESQUINEROS DE PLÁSTICO

Como las cajas de mango son abiertas es necesario usar un "sombbrero", que tiene como propósito el de cubrir el último nivel de cajas; luego el encintado y la colocación de esquineros para asegurar la inmovilización de la totalidad de los niveles en el pallet, si no se siguen estas normas se producirán daños en la fruta o defectos en el paletizado.

TABLA 14
DATOS DEL PALETIZADO (2)

Dimensiones del Pallet	1020 x 1100 x 144 mm
Alto total	2113 mm
Numero de Niveles	17
Numero de cajas por nivel	12
Tare del Pallet (sin carga)	15 Kg.
Numero de cajas	CIB-ESPOL 204

A continuación los pallet con la fruta van al túnel de preenfriamiento con una temperatura de 10-12°C, luego se almacena en la cámara de conservación (almacenamiento) y se embarca en contenedores preenfriados a 9°C con una renovación de aire de hasta un 35%.

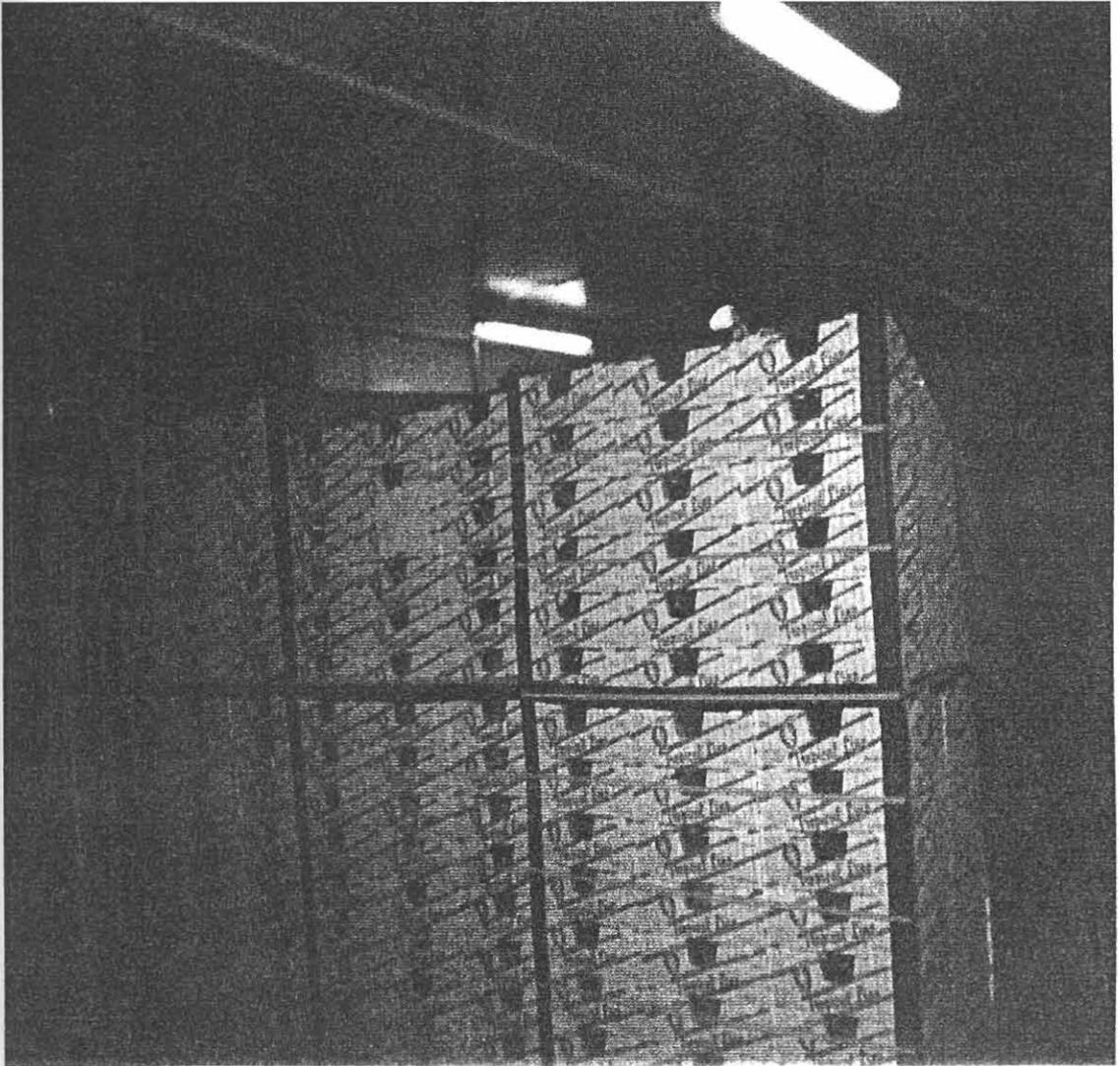


FIGURA 3.20. PALLET UBICADOS EN CÁMARA DE CONSERVACIÓN



CIB-ESPOL

CAPITULO 4

4. DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO MEDIOAMBIENTAL DE UNA PLANTA EMPACADORA DE MANGO PARA EXPORTACIÓN.

4.1. Definición de parámetros para el modelo de calificación a implementarse en la planta empacadora.

Los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente pueden denominarse aspectos ambientales. Cuando estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren connotación de impactos ambientales. El impacto ambiental se define como el cambio neto en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las

actividades humanas con los ecosistemas. Es así como un impacto puede ser positivo o negativo y se considera significativo cuando supera los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio personal, valoración económica o social, entre otros criterios (6).

Por otro lado, la evaluación de impacto medioambiental (EIA) es un proceso empleado para identificar, predecir y contrarrestar los efectos biofísicos, sociales y otros. Los resultados de una EIA pueden ayudar a una determinada organización a diagnosticar la ocurrencia y gravedad de varios impactos medioambientales, que pueden determinar su desempeño. Dentro de las normas ISO 14000 cabe destacar la relevancia que ha tenido la norma ISO 14001, referente a los sistemas de manejo ambiental (EMS), al ser esta la única norma ISO 14000 que es sujeta a procesos de certificación internacional, la cual es necesaria para que la planta empacadora siga operando y para que adquiera una ventaja competitiva en el mercado (6), siendo este uno de los objetivos de esta tesis de grado. Sin embargo, la implementación de dicho sistema requiere un compromiso profundo por parte de la gerencia de la planta empacadora.



La serie ISO 14000 abarca normas en las siguientes siete áreas generales:

- Sistemas de manejo medioambientales
- Auditorias medioambiental
- Evaluación del desempeño medioambiental
- Sello medioambiental
- Evaluación del ciclo de vida
- Aspectos medioambientales en productos
- Términos y Definiciones

Estas normas son divididas en dos categorías generales, la primera comprende el SME, auditorias, y normas de evaluación de desempeño. La norma de SME proporciona la estructura para el sistema de manejo medioambiental. Las auditorias y las evaluaciones de desempeño son herramientas manejadas para la aplicación exitosa de un SME. El sello ambiental, la evaluación del ciclo de vida y los atributos medioambientales en normas de producto dan énfasis a la evaluación y análisis del producto y sus características. La Fig. 4.1 ilustra cómo estas normas actúan recíprocamente entre sí y están incorporadas a la práctica de EIA (7).

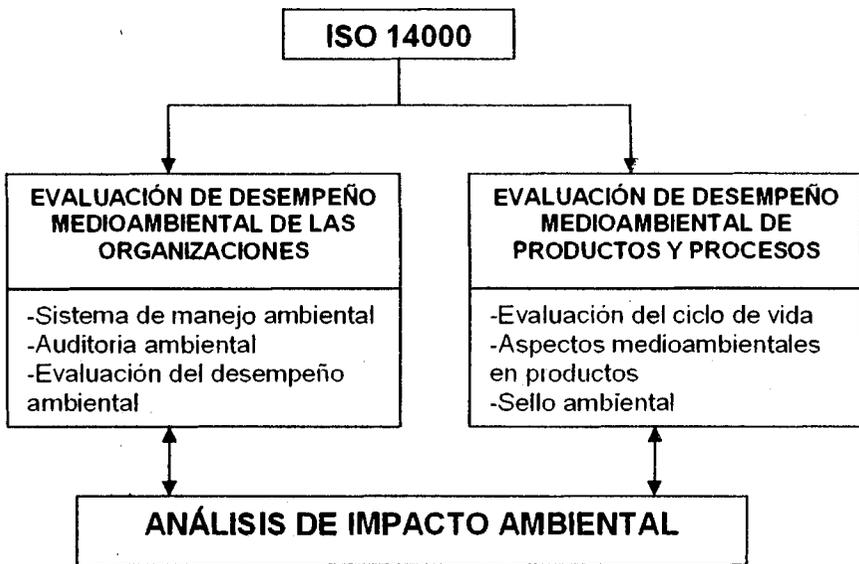


FIGURA 4.1. PRINCIPALES COMPONENTES DE LA SERIE ISO 14000 (7)

Esta tesis ayudara a describir los vínculos existentes entre los sistemas de manejo ambiental (EMS) y la evaluación de impacto medioambiental (EIA), desarrollara un modelo de calificación que será implementado, y propondrá una metodología multicriterio para evaluar los impactos medioambientales del manejo postcosecha del mango para exportación a través de la evaluación de desempeño ambiental y la aplicación de un E.P.I. que consistirá en la obtención de 3 índices. El modelo de calificación que se desarrollara aplicara la fase 1 (diagnostico inicial) y la fase 4 (implementación) de la norma ISO 14001 en lo que concierne a "Sistemas de Gestión Ambiental", dicho modelo

evaluara el desempeño medioambiental en una planta empacadora de mango para exportación previamente seleccionada , adaptando las condiciones de interacción entre las actividades de los procesos industriales involucrados en la planta empacadora y los factores medioambientales, permitiendo identificar y ponderar los impactos de la actividad generados por el proceso sobre su entorno. El modelo de calificación se basa en la aplicación de tres principios:

- El HACCP que incluirá un Examen de los peligros identificados y la identificación de los puntos críticos de control involucrados en el manejo poscosecha del mango para exportación (ISO 9000).
- Una evaluación medioambiental de los puntos críticos de control, previamente identificados, utilizando para tal efecto un esquema de pesado mediante el Proceso Jerárquico Analítico (AHP), después se realizara una nueva evaluación medioambiental multicriterio pero esta vez evaluaremos todo el mapa de proceso de la fruta.

- Un sistema de calificación de riesgos de salud y seguridad del operador (HHS), para esto también usaremos el Proceso Jerárquico Analítico (AHP), para luego realizar una comparación de resultados.

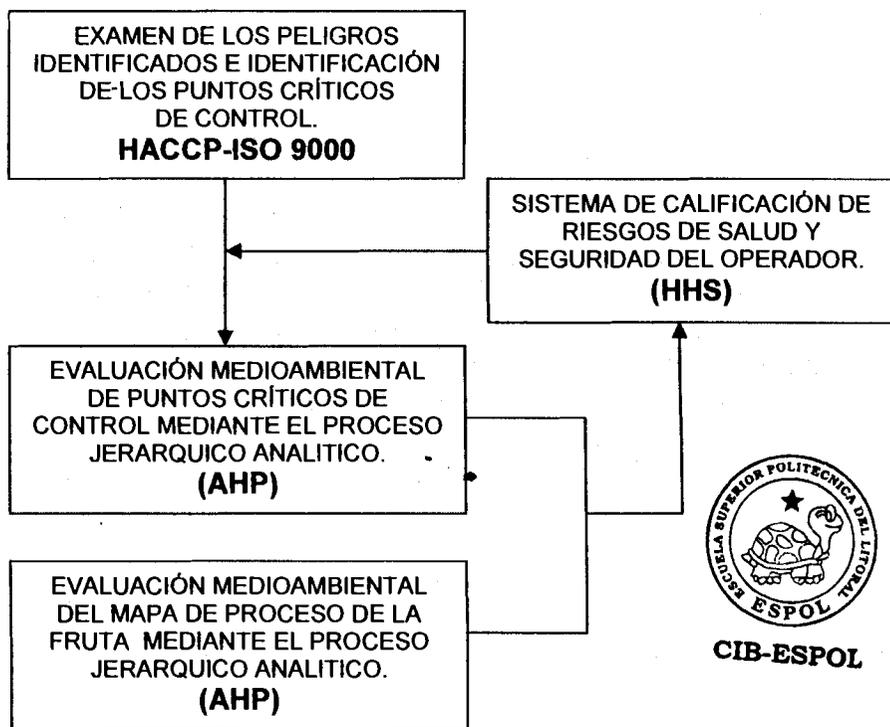


FIGURA 4.2. ESQUEMA DEL MODELO DE CALIFICACIÓN A DESARROLLARSE

4.2. Generalidades del HACCP.

Desde hace ya varios años la industria de alimentos ha reconocido el Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos, mejor conocido por su sigla en Inglés: HACCP, como un medio efectivo y racional de asegurar la inocuidad alimenticia desde la cosecha hasta el consumo; abordando los peligros biológicos, químicos y físicos mediante la previsión y la prevención, en vez de mediante la inspección y comprobación de los productos finales. La Inocuidad Alimenticia es la garantía que tiene el producto de no causar daño al consumidor cuando se lo prepara o ingiere, de acuerdo con el uso previsto, es una herramienta indispensable para la calidad en los alimentos y para la competitividad (9).

El HACCP se apoya en siete principios que incluyen: el análisis de los riesgos, la identificación de los puntos críticos, establecimiento de límites críticos, el establecimiento de procedimientos de monitoreo, de medidas correctivas en caso de desviación, y de formas de documentar y de verificar todas estas acciones; pudiéndose aplicar en toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor (9).



CIB-ESPOL

Este sistema es un instrumento útil en las inspecciones que realizan las autoridades reguladoras ambientales y contribuye a promover el comercio internacional ya que mejora la confianza de los compradores. Utiliza la metodología de controlar los puntos críticos en la manipulación de alimentos, para impedir que se produzcan problemas relativos a la inocuidad. La aplicación de este sistema no significa dismantelar los procedimientos de aseguramiento de la calidad o de las buenas prácticas de fabricación (BPF) ya establecidos; pero, sin embargo, exige la revisión de tales procedimientos como parte de la metodología sistemática y para incorporarlos debidamente al plan HACCP (9).

La utilización de este sistema es compatible con la aplicación de los sistemas de gestión de la calidad total (GCT), como los de la serie ISO 9000. Sin embargo, el HACCP es el sistema preferido en estos sistemas para la gestión de la inocuidad de los alimentos. Para obtener buenos resultados con el HACCP se requiere una metodología multidisciplinaria que debe incluir la participación de especialistas en: agronomía veterinaria, microbiología, salud pública y salud ambiental tecnología de alimentos, química e ingeniería (9).

4.3. Examen de los peligros identificados e identificación de los puntos críticos de control.

Un examen de peligros identificados no es otra cosa que un proceso de recopilación y evaluación de información sobre los peligros y las condiciones que los originan para decidir cuáles son importantes con la inocuidad de los alimentos y, por tanto, planteados en el plan del sistema HACCP. En otras palabras consiste en identificar los peligros potenciales asociados a la producción de alimentos en todas las fases, desde la producción primaria, la elaboración, fabricación y distribución hasta el lugar de consumo. Evaluar la posibilidad de que surjan uno o más peligros e identificar las medidas para controlarlos. Determinar los puntos, procedimientos o fases del proceso que pueden controlarse con el fin de eliminar el o los peligros o, en su defecto, reducir al mínimo la posibilidad de que ocurra (n). El término "fase" se emplea aquí con el significado de cualquier etapa en el proceso de producción o fabricación de alimentos, incluidos la recepción y/o producción de materias primas, recolección, transporte, preparación de fórmulas, elaboración, almacenamiento, etc. (5).



CIB-ESPOL

4.4. Evaluación medioambiental multicriterio de puntos críticos de control.

Una evaluación medioambiental multicriterio no es otra cosa que la aplicación de un proceso de evaluación de impactos ambientales, en este caso el análisis matricial, y el AHP para pesar y jerarquizar alternativas. Como se definió anteriormente, una vez identificados los puntos críticos de control involucrados en el manejo postcosecha del mango se procederá a aplicar la evaluación medioambiental multicriterio con el fin de realizar un esquema de pesado que identificara el punto crítico de control que produce mayor impacto ambiental (Índice HACCP).

Pero seguramente esta primera evaluación medioambiental multicriterio resultara incompleta e inconsistente para el cumplimiento de nuestro objetivo principal , por esta razón se efectuara un nuevo esquema de pesado que incluirá todo el mapa de proceso (13 etapas o fases) dividido en cuatro grupos, para obtener de cada grupo la fase mas ranqueada, de las cuatro fases identificadas se efectuara una tercera y ultima evaluación medioambiental multicriterio para así identificar la fase que produce mayor impacto ambiental (Índice de fase critica).

4.5. Sistema de calificación de riesgos de salud y seguridad del operador.

El sistema de calificación de riesgos de salud (HHS), por sus siglas en ingles, es un método de análisis de impactos cuya meta es reducir los riesgos de trabajo enfocándose en la salud profesional y riesgos de accidentes por parte de los operadores de la planta empacadora. Para esto se efectuara el cálculo del índice HHS que nos ayudara a identificar la emisión mas critica, en lo que se refiere a riesgos de salud para el operador, para así tratar de controlarla.

Una vez calculado el índice HHS y habiendo identificado el punto critico de control y la fase del mapa del proceso que producen mayor impacto ambiental, se compararan los resultados obtenidos y se darán las recomendaciones correspondientes para mejorar el desempeño medioambiental de la planta empacadora.



CIB-ESPOL

CAPITULO 5

5. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN EL MANEJO POSTCOSECHA DEL MANGO PARA EXPORTACIÓN.

5.1. Términos de Referencia.

El estudio HACCP se lleva a cabo para el procesamiento y empaque de mango frescos para Estados Unidos y Nueva Zelanda. El alcance del estudio comienza con recepción del mango en la planta y termina con la carga y el despacho en contenedores con el producto terminado. El grupo HACCP considera los siguientes peligros asociados tanto al momento de procesamiento y empaque como a las materias primas que entran en el proceso de elaboración (9):

- **Biológicos.-** Peligros microbiológicos como patógenos y otros microorganismos que afecten al mango y cause un deterioro que merme su calidad tales *Colletotrichum gloeosporioides* (*Antracnosis*), *Botryodiplodia theobromae*, *Salmonella sp*, *Coliformes fecales* y larva de la mosca del género *Ariastrepha*.
- **Químicos.-** Residuos de sustancias químicas tales como residuos de pesticidas y demás insumos, lubricantes de la maquinaria, restos de los productos de limpieza y desinfección que contaminen el mango de manera que no sea apto para el consumo humano.
- **Físicos.-** Se consideran aquellos golpes magulladuras y o raspaduras ocasionados por la manipulación del alimento que puedan ocurrir durante el proceso que afecte la apariencia externa e interna del mango lo que ocasiona un deterioro mas rápido del mango (9).

El alcance del estudio comienza con recepción del mango en la planta y termina con la carga y el despacho en contenedores con el producto terminado.



5.2. Examen de los peligros identificados, evaluación de riesgos e identificación de Puntos Críticos de Control en el manejo postcosecha del mango para exportación.

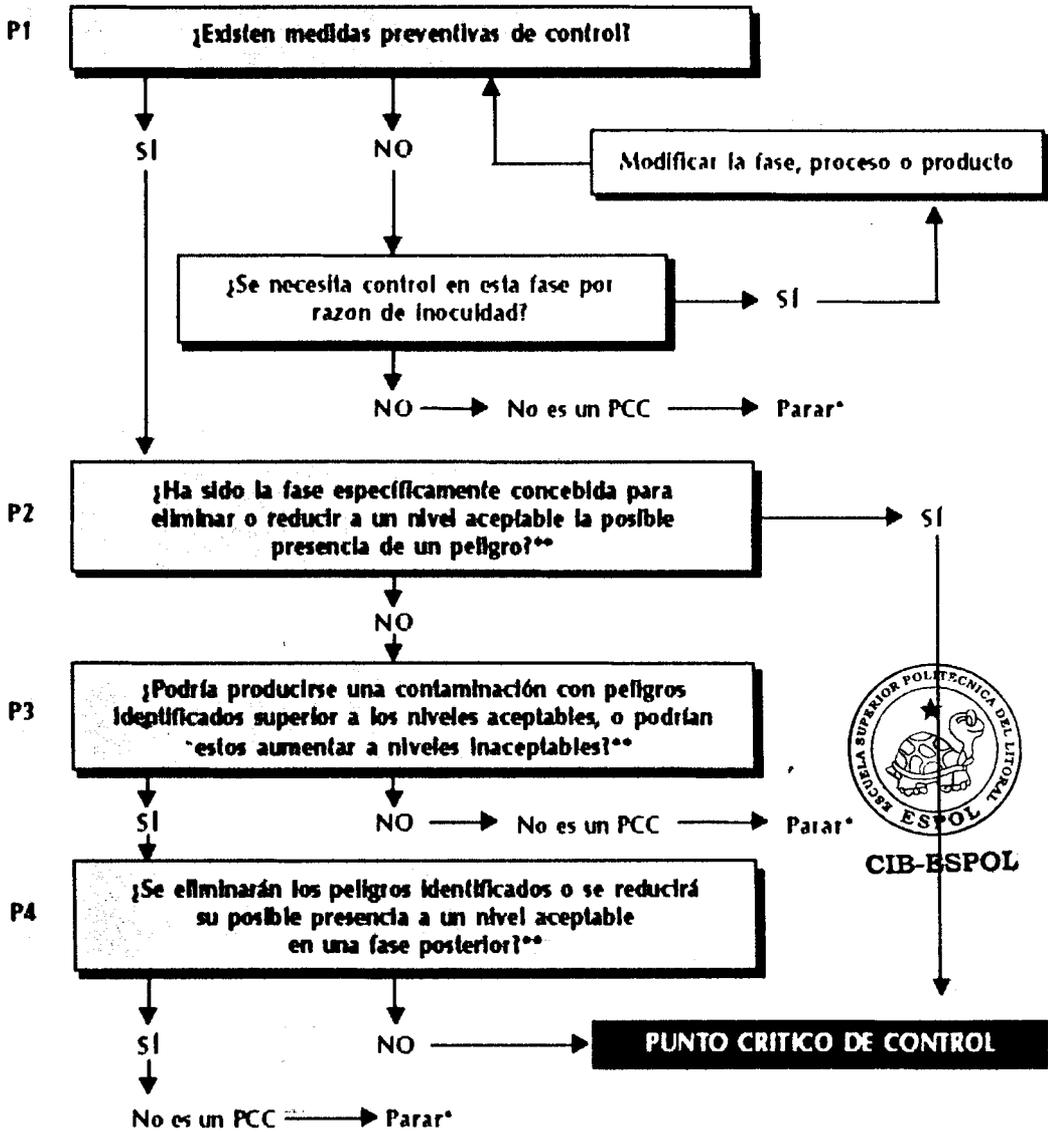
Una vez conocidos los términos de referencias (peligros involucrados en el proceso) se procede a realizar el correspondiente análisis de peligros, evaluación de riesgos y identificación de Puntos Críticos de Control, lo cual corresponde a la aplicación del Principio 1 (Etapa 7) y 2 (Etapa 8) del plan HACCP-DUREXPORTA, el cual se presenta de un manera detallada en el Apéndice C (no se incluyó en esta sección por su basto contenido, lo cual hacía difícil que encajara dentro de los márgenes de la página).

El plan HACCP-DUREXPORTA fue realizado en el año 2003, pero no ha sido implementado por los ejecutivos y dueños de la planta, viéndose en la obligación de ejecutarlo este año, teniendo plazo hasta el mes de octubre, debido a que necesitan recibir la certificación HACCP por parte de una verificadora, para que así puedan seguir operando.

El grupo HACCP formado por DUREXPORTA, para el procesamiento y empaque del mango para USA, fue el encargado de realizar el correspondiente plan HACCP, estuvo integrado por personal de la misma planta y se conformo de la siguiente manera: el jefe de control de calidad (coordinador), el gerente de producción, jefe de empaque, y tuvo el apoyo de las siguientes áreas: control de calidad (3 personas), tratamiento hidrotérmico (2 personas), mantenimiento (3 personas), selección, sistemas (jefe y un asistente).

La identificación de un PCC dentro de un sistema HACCP puede verse facilitado por la aplicación de un árbol de decisiones (Codex Alimentarius), cuya aplicación deberá de ser flexible para ajustarse al tipo de operación del caso (producción, sacrificio de animales, elaboración, almacenamiento, distribución u otros). Es posible que el árbol de decisiones, propuesto por el Codex Alimentarius, no sea aplicable a todas las situaciones y, en tal caso, se pueden aplicar otras metodologías basadas en el análisis de riesgos. Este árbol de decisiones representa una metodología lógica a aplicarse, consiste en una serie sistemática de cuatro preguntas destinadas a determinar objetivamente si el peligro identificado en una operación específica del proceso es un PCC (9).





* Pasar al siguiente peligro identificado del proceso descrito.

** Los niveles aceptables ó inaceptables necesitan ser definidos teniendo en cuenta los objetivos globales cuando se identifican los PCC del plan de APPCC.

FIGURA 5.1. ÁRBOL DE DECISIONES PARA IDENTIFICAR UN PCC (9)

Identificación de los Puntos Críticos de Control.

Se encontraron e identificaron 4 Puntos Críticos de Control en el manejo poscosecha del mango en la planta empacadora objeto de nuestro estudio, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 15

PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL IDENTIFICADOS

PCC	FASE	PELIGRO IDENTIFICADO
01	RECEPCIÓN Y APROBACIÓN DE MATERIA PRIMA	PQ: Presencia de residuos de pesticidas por malas prácticas agrícolas (uso inadecuado de pesticidas y abuso de la misma, etc)
02	LAVADO Y DESINFECCIÓN	PB: No existe reducción de microorganismos patógenos en el agua de la tina de lavado.
03	TRATAMIENTO HIDROTERMICO	PB: Supervivencia de la larva de la mosca en la fruta.
04	ENCERADO, CEPILLADO Y SECADO.	PQ: Contaminación química con el funguicida, cloro y cera por mala aplicación.

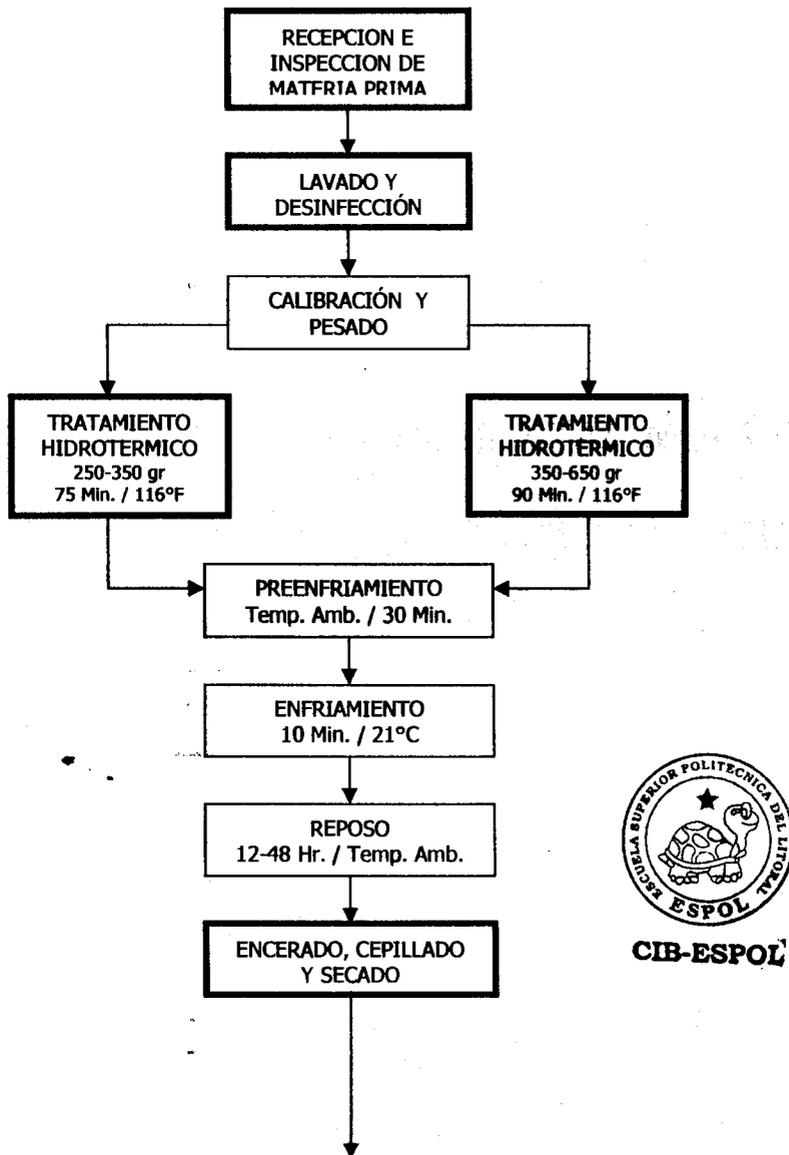


FIGURA 5.2. FLUJOGRAMA CON LOS 4 PCC IDENTIFICADOS

CAPITULO 6

6. EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL MULTICRITERIO EN EL MANEJO POSTCOSECHA DEL MANGO PARA EXPORTACIÓN.

6.1. El Proceso Jerárquico Analítico (AHP).

El Análisis Multicriterio o Toma de Decisiones Multicriterio (MCDM), constituye una forma de modelar los procesos de decisión, en los que entran en juego: una decisión a ser tomada, los eventos desconocidos que pueden afectar el o los resultados, los posibles cursos de acción, y el o los resultados mismos. Mediante los modelos multicriterio, el decidor podrá estimar las posibles implicaciones que puede tomar cada curso de acción, para obtener una mejor comprensión de las vinculaciones entre sus acciones y sus objetivos (3).

El Proceso Jerárquico Analítico es un acercamiento a la "Toma de Decisiones Multicriterio" (MCDM), fue desarrollado por Thomas Saaty en 1977, consiste esencialmente en formalizar nuestra comprensión intuitiva de problemas complejos utilizando una estructura jerárquica. El AHP ha atraído el interés de muchos investigadores debido principalmente a las buenas propiedades matemáticas del método y el hecho que los datos de entrada requeridos son bastante fáciles de obtener. También es una herramienta de apoyo de decisión que puede ser usada para resolver problemas complejos de decisión. Usa una estructura jerárquica multinivel, de objetivos, criterio, sub criterios y alternativas (4).

Los datos pertinentes son derivados usando un juego de comparaciones PAR/PAR, las cuales se usan para obtener los pesos de importancia del criterio de decisión y la actuación relativa de las alternativas en términos de cada criterio de decisión individual. Si las comparaciones no son absolutamente consistentes, entonces se proporciona un mecanismo para consistencia mejorada (4).



CIB-ESPOL

Algunas de las aplicaciones de la ingeniería industrial del AHP incluyen su uso en Manufactura Integrada (Putrus 1990), Evaluación de Decisiones de Inversión de Tecnología (Boucher y McStravic, 1991), Sistemas de Manufacturas Flexibles (Wabalickis, 1988) y también en otros problemas de ingeniería ambiental (Wang y Raz, 1991). Su propósito es permitir que el decidor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, dándole la forma de una jerarquía de atributos o también llamado árbol de jerarquías (4).

El Proceso Jerárquico Analítico (AHP) obliga a estructurar una jerarquía adecuada que contendrá mínimo tres niveles, la cual se la realiza ejecutando los siguientes pasos:

- Identificación del objetivo global.
- Identificación de criterios principales para satisfacer el objetivo global.
- Identificación del lugar adecuado donde existirán subcriterios bajo cada criterio principal.
- Si los subcriterios todavía son muy generales o abstractos, insertar un nivel adicional de subcriterios más operativos en forma secuencial entre el nivel de los criterios y el de las alternativas, así sucesivamente hasta que la importancia del

penúltimo nivel de subcriterios pueda determinarse en términos de los subcriterios terminales. Cuando llegamos a esta condición la jerarquía es determinada, lo que da origen entonces a una jerarquía multinivel, el cual es el caso de los factores medioambientales y muy particularmente el de esta tesis.

- Identificar las alternativas para ser evaluadas en términos de los subcriterios (o criterios) terminales de la jerarquía.
- Ingresar prioridades sobre los elementos (criterios y subcriterios) en cada nivel, en términos del elemento del nivel superior (11).

La estructura del problema de decisión.

La estructura de un problema de decisión típico consiste en un número M de alternativas y un número N de criterios de decisión. Cada alternativa puede ser evaluada en términos del criterio de decisión y de la importancia relativa (o peso) de cada criterio. Denote como a_{ij} (siendo $i=1, 2, 3, \dots, M$, y $N=1, 2, 3, \dots, N$) al valor de desempeño de la i -ésima alternativa (A_i) en términos del j -ésimo criterio (C_j). También denote como W_j al peso del criterio C_j .

Entonces, el centro del problema de la MCDM puede ser representado por la siguiente matriz de decisión (4).



<u>Alt.</u>	<u>Criterion</u>				
	C_1 W_1	C_2 W_2	C_3 W_3	...	C_N W_N
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1N}
A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2N}
A_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3N}
...
A_M	a_{M1}	a_{M2}	a_{M3}	...	a_{MN}

FIGURA 6.1 MATRIZ DE DECISIÓN (4)

Dado la matriz de decisión anterior, el problema de decisión consiste en determinar cual es la mejor alternativa (o la más ranqueada). Un problema ligeramente diferente es determinar la importancia relativa de las M alternativas cuando se evalúan en términos de N criterios de decisión combinados (4). En muchos problemas de MCDM en la vida real, un criterio diferente puede expresarse en dimensiones diferentes. Los ejemplos de tales dimensiones incluyen el impacto medioambiental. Para este estudio en particular determinaremos cual es el punto crítico de control que produce mayor impacto ambiental, conjuntamente con la fase del mapa de proceso que produce mayor impacto ambiental (4).

El uso de comparaciones PAR / PAR.

Uno de los pasos más importantes en muchos métodos de toma de decisiones, es la estimación exacta de los datos pertinentes. Éste es un problema no sólo limitado al método AHP, pero es crucial en muchos otros métodos que necesitan obtener información cualitativa de toma de decisiones. Muy a menudo no pueden conocerse datos cualitativos en términos de valores absolutos, muchos métodos de toma de decisiones intentan determinar la importancia relativa, o peso, de las alternativas en los términos de cada criterio involucrados en un problema dado de toma de decisiones (4).

Una aproximación basada en comparaciones PAR/PAR ha atraído desde hace mucho tiempo el interés de muchos investigadores. Se usan comparaciones PAR/PAR para determinar la importancia relativa de cada alternativa en términos de cada criterio. En esta aproximación la toma de decisiones tiene que expresar su opinión sobre el valor de una sola comparación PAR/PAR en un momento (4). Normalmente, la toma de decisiones tiene que escoger su respuesta entre 10-17 opciones discretas. Cada opción es una frase lingüística.



CIB-ESPOL

Algunos ejemplos de tales frases lingüísticas son: "A es más importante que B", o "A es de la misma importancia que B", o "A es un poco más importante que B", y así sucesivamente. Uno de los problemas mas observados en la metodología AHP es la no-consistencia de la matriz de comparaciones PAR/PAR. Si todas las comparaciones son absolutamente consistentes, entonces la relación siguiente, siempre se debe cumplir para cualquier combinación de comparaciones tomada de la matriz del juicio (4):

$$a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj}$$

Sin embargo, la consistencia perfecta raramente ocurre en la práctica. Las comparaciones PAR/PAR en una matriz de juicio son consideradas consistentes si la correspondiente proporción de consistencia (CR) es menor al 10%. El coeficiente CR, se calcula como sigue: primero se necesita estimar el índice de consistencia (CI), esto se realiza sacando un promedio del vector que resulta de la división de un vector, que es la suma de filas de la matriz original, multiplicando cada uno de los elementos de las columnas por la entrada correspondiente del vector prioridad en esa columna, para el vector prioridad del correspondiente criterio.

Esto nos da una aproximación del máximo eigenvector, denotado por λ_{\max} . Entonces, el valor C.I. es calculado usando la fórmula, donde "n" es el número de elementos en las filas (4):

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Luego la proporción de consistencia (CR) es obtenida dividiendo índice de consistencia (CI) por el índice de consistencia aleatorio (RCI) dado en la siguiente tabla:



TABLA 16

VALORES RCI PARA DIFERENTES VALORES DE N (11)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RCI	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Los valores de las comparaciones PAR/PAR en el AHP, es decir la importancia relativa de un criterio sobre otro, son determinados según la tabla introducida por Saaty (1980), los valores disponibles para las comparaciones PAR/PAR son miembros de este conjunto de números enteros: {9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9} (11).

TABLA 17

ESCALA PARA COMPARACIONES PAR/PAR (11)

NIVEL DE IMPORTANCIA	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual Importancia	Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo
3	Importancia débil de uno sobre otro	Cuando la experiencia y juicio favorezca ligeramente una actividad sobre otra
5	Esencial o fuerte importancia	Cuando la experiencia y juicio favorezca fuertemente una actividad sobre otra
7	Importancia Demostrada	Una actividad es fuertemente favorecida y su dominio es demostrado en práctica
9	Importancia Absoluta	La evidencia que favorece una actividad sobre otra es fuertemente afirmada.
2,4,6,8	Valores intermedios entre los dos juicios adyacentes	Cuando el compromiso se necesita
Recíprocos de los anteriores no-ceros	Si la actividad A tiene uno de los números no-ceros asignados anteriormente, cuando la comparo con otra actividad B , entonces esta tiene el valor recíproco cuando la comparo con A .	Una comparación es asignada escogiendo el elemento más pequeño como la unidad para estimar el más grande como varios de esa unidad

Descripción del Modo Ideal AHP.

Saaty demostró matemáticamente que la mejor opción para obtener un ranking para un número finito de alternativas es el autovector (Eigenvector Principal) el cual es la base del proceso jerárquico analítico. Se denomina Modo Ideal, y se lo calcula de la siguiente manera (4):

- Elevar al cuadrado la matriz de comparación PAR/PAR, para luego sumar las filas y se sumar los totales de las filas.
- Se normaliza dividiendo la fila de las sumas entre la suma de totales filas, la suma de estos elementos normalizados siempre dará como resultado la unidad, el resultado será el primer autovector.
- Este proceso deberá ser repetido n-veces (donde "n" es el número de elementos en las filas), es decir hasta que la solución del i-esimo autovector, no cambie de la solución de la iteración previa.
- El último autovector calculado nos dará el ranking de nuestros criterios evaluados (4).

En términos de un determinado criterio, las comparaciones PAR/PAR determinan la preferencia de cada alternativa sobre otra.



Después de que las alternativas se comparan entre sí en términos de cada uno de los criterios de decisión y de que los vectores prioridad (autovector) son obtenidos, se procede a armar una matriz que comprende todos los vectores prioridad, luego cada uno de sus columnas son multiplicadas por el vector de prioridades de la matriz de juicio (comparación) de los criterios, donde se compara la importancia de los mismos. Aquí los pesos de importancia de los criterios también son determinados usando comparaciones PAR/PAR; después se hace una sumatoria horizontal de todos los valores de este producto (4).

Por consiguiente, si un problema tiene M alternativas y N criterios, la toma de decisiones exige que se construya N matrices de juicio (uno para cada criterio) de orden MxM y una matriz de juicio de orden NxN (para N criterios). Finalmente, dadas las prioridades finales, la matriz de decisión, denotada A_{AHP}^i , es una matriz que esta en función de todos los criterios combinados y se determina según la siguiente fórmula (para valores de $i = 1, 2, 3 \dots M$) (4):

$$A_{AHP}^i = \sum_{j=1}^N a_{ij} w_j$$

6.2. Evaluación Medioambiental Multicriterio de Puntos Críticos de Control mediante el Proceso Jerárquico Analítico (AHP).

Para realizar esta primera evaluación medioambiental multicriterio de los puntos críticos de control (PCC) identificados en el capítulo anterior, estableceremos la jerarquía correspondiente con cada uno de sus elementos. Siguiendo cada uno de los pasos descritos en la sección anterior:

TABLA 18

ELEMENTOS DE LA JERARQUÍA PARA LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO DE LOS PCC

OBJETIVO GLOBAL (Nivel 1)	Punto Crítico de Control con Mayor Impacto Ambiental
CRITERIOS PRINCIPALES (Nivel 2)	<ul style="list-style-type: none"> -Emisiones al Aire (E1) -Emisiones Líquidas (E2) -Emisiones Sólidas (E3) -Emisiones Sonoras (E4)
ALTERNATIVAS (Nivel 3)	<ul style="list-style-type: none"> -Recepción y Aprobación -Lavado y Desinfección -Tratamiento Hidrotermico -Encerado, Cepillado y Secado

Ordenamos toda esta información en el árbol jerárquico

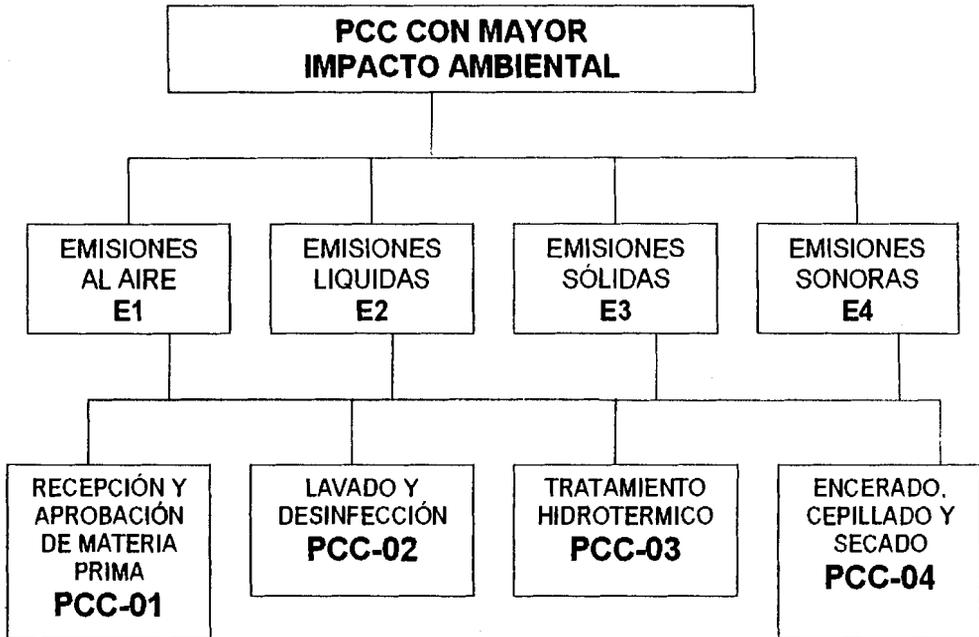


FIGURA 6.2 JERÁRQUICA PARA IDENTIFICAR EL PCC QUE PRODUCE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL

Teniendo una jerarquía entera, como la que se mostró en la figura 6.2, consideremos el problema estudio de esta sección (el cual es identificar el punto crítico de control que produce mayor impacto ambiental). El árbol jerárquico muestra como se estructuro los elementos del problema, ahora, la jerarquía es completa si cada elemento en un nivel es evaluado en términos de todos los elementos del siguiente nivel mas alto (11). Empecemos por comparar los elementos del nivel 2 (criterios principales) en pares con respecto al nivel 1 (objetivo global) y juzgar la importancia relativa de cada criterio.

La siguiente matriz es la matriz de comparaciones PAR/PAR de los criterios con respecto al objetivo global. La última columna son los valores de prioridad de cada criterio.

PCC > I.A.	E1	E2	E3	E4	V.P.
E1	1,0000	0,5000	2,0000	3,0000	0.2609
E2	2,0000	1,0000	4,0000	6,0000	0.5217
E3	0,5000	0,2500	1,0000	1,5000	0.1304
E4	0,3333	0,1667	0,6667	1,0000	0.0870

Ahora cada elemento del nivel 2 (las 4 emisiones) es evaluado en términos de todos los elementos del nivel 3 (los 4 PCC), que son las siguientes 4 matrices de comparación, que comparan los 4 PCC con respecto a cada emisión; obteniendo para cada una de ellas una columna de prioridades (obtenida de la matriz normalizada) que nos indica el impacto de un determinado PCC con respecto a una determinada emisión.

EMISION 1	PCC 1	PCC 2	PCC 3	PCC 4	V.P.
PCC 1	1,0000	1,6667	0,3333	2,3333	0,1989
PCC 2	0,6000	1,0000	0,2000	1,4000	0,1193
PCC 3	3,0000	5,0000	1,0000	7,0000	0,5966
PCC 4	0,4286	0,7143	0,1429	1,0000	0,8520

EMISION 2	PCC 1	PCC 2	PCC 3	PCC 4	V.P.
PCC 1	1,0000	0,3333	0,1666	0,5000	0,0833
PCC 2	3,0000	1,0000	0,5000	1,5000	0,2500
PCC 3	6,0000	2,0000	1,0000	3,0000	0,5000
PCC 4	2,0000	0,6666	0,3333	1,0000	0,1667



EMISION 3	PCC 1	PCC 2	PCC 3	PCC 4	V.P.
PCC 1	1,0000	5,0000	7,0000	9,0000	0,6878
PCC 2	0,2000	1,0000	1,4000	1,8000	0,1376
PCC 3	0,1429	0,7143	1,0000	1,2857	0,0983
PCC 4	0,1111	0,5555	0,7777	1,0000	0,0764

EMISION 4	PCC 1	PCC 2	PCC 3	PCC 4	V.P.
PCC 1	1,0000	0,5000	0,7500	0,2500	0,1200
PCC 2	2,0000	1,0000	1,5000	0,5000	0,2400
PCC 3	1,3333	0,6667	1,0000	0,3333	0,1600
PCC 4	4,0000	2,0000	3,0000	1,0000	0,4800

Todos los cuatro valores del vector de prioridades obtenido en cada una de los cuatro matrices se colocan en una sola matriz (A_{AHP}^i) después se multiplica cada entrada del vector prioridad, de las 4 emisiones, por las prioridades del criterio correspondiente (los valores calculados en la primera matriz). Siendo la última columna la sumatoria horizontal de cada multiplicación, es en este momento cuando obtenemos el vector de prioridades global (VPG) para los 4 PCC, el valor mayor nos indicara cual es el punto crítico de control que produce mayor impacto ambiental.



CIB-ESPOL

MATRIZ A_{AHP}^i

	EMISION 1	EMISION 2	EMISION 3	EMISION 4
	(0,2609)	(0,5217)	(0,1304)	(0,0870)
PCC 1	0,1989	0,0833	0,6878	0,1200
PCC 2	0,1193	0,2500	0,1376	0,2400
PCC 3	0,5966	0,5000	0,0983	0,1600
PCC 4	0,8520	0,1667	0,0764	0,4800

0,0519	0,0435	0,0897	0,0104
0,0311	0,1304	0,0179	0,0209
0,1557	0,2609	0,0128	0,0139
0,2223	0,0870	0,0100	0,0418

VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL (V.P.G.)

PCC	V.P.G
PCC 1	0.1955
PCC 2	0.2004
PCC 3	0.4432
PCC 4	0.3610

6.3. Evaluación Medioambiental Multicriterio para el mapa de proceso del manejo postcosecha del mango de exportación mediante el Proceso Jerárquico Analítico (AHP).

Para realizar una correcta y optima jerarquizacion del mapa de proceso de la fruta dividiremos las 12 fases del mismo en 4 grupos que corresponderán a las 4 emisiones presentes en el proceso, esto es para obtener la fase más ranqueada según los subcriterios de la correspondiente emisión. Una vez obtenida las 4 fases mas ranqueadas se procederá a jerarquizarlas con respecto al primer criterio que para nuestro caso son las 4 emisiones, es aquí donde vamos a identificar la fase que produce mayor impacto ambiental.

TABLA 19
ELEMENTOS DE LA JERARQUÍA PARA LA EVALUACIÓN
MULTICRITERIO DEL MAPA DE PROCESO DEL MANEJO
POSTCOSECHA DEL MANGO

<p>OBJETIVO GLOBAL (Nivel 1)</p>	<p>Identificar la fase del mapa de proceso con mayor impacto ambiental</p>
<p>CRITERIOS PRINCIPALES (Nivel 2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Emisiones al Aire (E1) -Emisiones Líquidas (E2) -Emisiones Sólidas (E3) -Emisiones Sonoras (E4)
<p>SUBCRITERIOS (Nivel 3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vapores (E1) -Calor de Respiración -Aguas Residuales (E2) -Aguas Industriales -Gavetas Defectuosas (E3) -Restos de Cultivo -Residuos de Mangos -Mangos Rechazados -Cajas Rechazadas -Etiquetas Rechazadas -Cintas plásticas -Pallet Defectuosos -Ruido Maquinas Giratorias (E4) -Ruido Maquinas No Giratorias.
<p>ALTERNATIVAS (Nivel 4)</p>	<p>El mapa de proceso dividido en cuatro grupos de fases</p>



CIB-ESPOL

TABLA 20
EMISIONES PRESENTES EN EL MAPA
DE PROCESO DEL MANGO PARA EXPORTACIÓN

EMISIONES AL AIRE	EMISIONES LIQUIDAS	EMISIONES SÓLIDAS	EMISIONES SONORAS
-Vapores	-Aguas Residuales	-Gavetas Defectuosas -Restos de Cultivo -Residuos de Mangos -Mangos Rechazados	-Ruido de Maquinas Giratorias.
-Calor de Respiración	-Aguas Industriales	-Cajas Rechazadas -Etiquetas Rechazadas -Cintas plásticas -Pallet Defectuosos	-Ruido de Maquinas no Giratorias.

Empecemos por evaluar cada elemento del nivel 3 (residuos de emisión) en términos de todos los elementos del nivel 2 (las 4 emisiones) que son las siguientes 4 matrices de comparación, que comparan los residuos de emisión correspondientes con respecto a cada emisión; obteniendo para cada una de ellas una columna de prioridades (obtenida de la matriz normalizada) que nos indica cual de los residuos de emisión es mas significativo en una determinada emisión. Todas las columnas en las matrices normalizadas serán las mismas porque las matrices de comparación fueron consistentes.

EMISION 1	VAPORES	C.R.	V.P.
VAPORES	1,0000	9,0000	0,9000
C.R.	0,1111	1,0000	0,1000

EMISION 2	A. RES.	A. IND.	V.P.
A. RES.	1,0000	0,2000	0,1667
A. IND.	5,0000	1,0000	0,8333

EMISION 3	GAV. DEF.	REST. CULT.	RES. MANG	MANG. RECH.	CAJ. RECH.	ETI. RECH.	CINT. PLAST.	PALL. DEF.	V.P.
GAV. DEF.	1,0000	0,8000	0,2000	0,4000	0,6000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0694
REST. CULT.	1,2500	1,0000	0,2500	0,5000	0,7500	1,2500	1,2500	1,2500	0,0867
RES. MANG	5,0000	4,0000	1,0000	2,0000	3,0000	5,0000	5,0000	5,0000	0,3468
MANG. RECH.	2,5000	2,0000	0,5000	1,0000	1,5000	2,5000	2,5000	2,5000	0,1734
CAJ. RECH.	1,6667	1,3333	0,3333	0,6667	1,0000	1,6667	1,6667	1,6667	0,1156
ETI. RECH.	1,0000	0,8000	0,2000	0,4000	0,6000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0694
CINT. PLAST.	1,0000	0,8000	0,2000	0,4000	0,6000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0694
PALL. DEF.	1,0000	0,8000	0,2000	0,4000	0,6000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0694

EMISION 4	RUID MAQ. GIR.	RUID MAQ. NO GIR.	V.P.
RUID MAQ. GIR.	1,0000	5,0000	0,8333
RUID MAQ. NO G.	0,2000	1,0000	0,1667

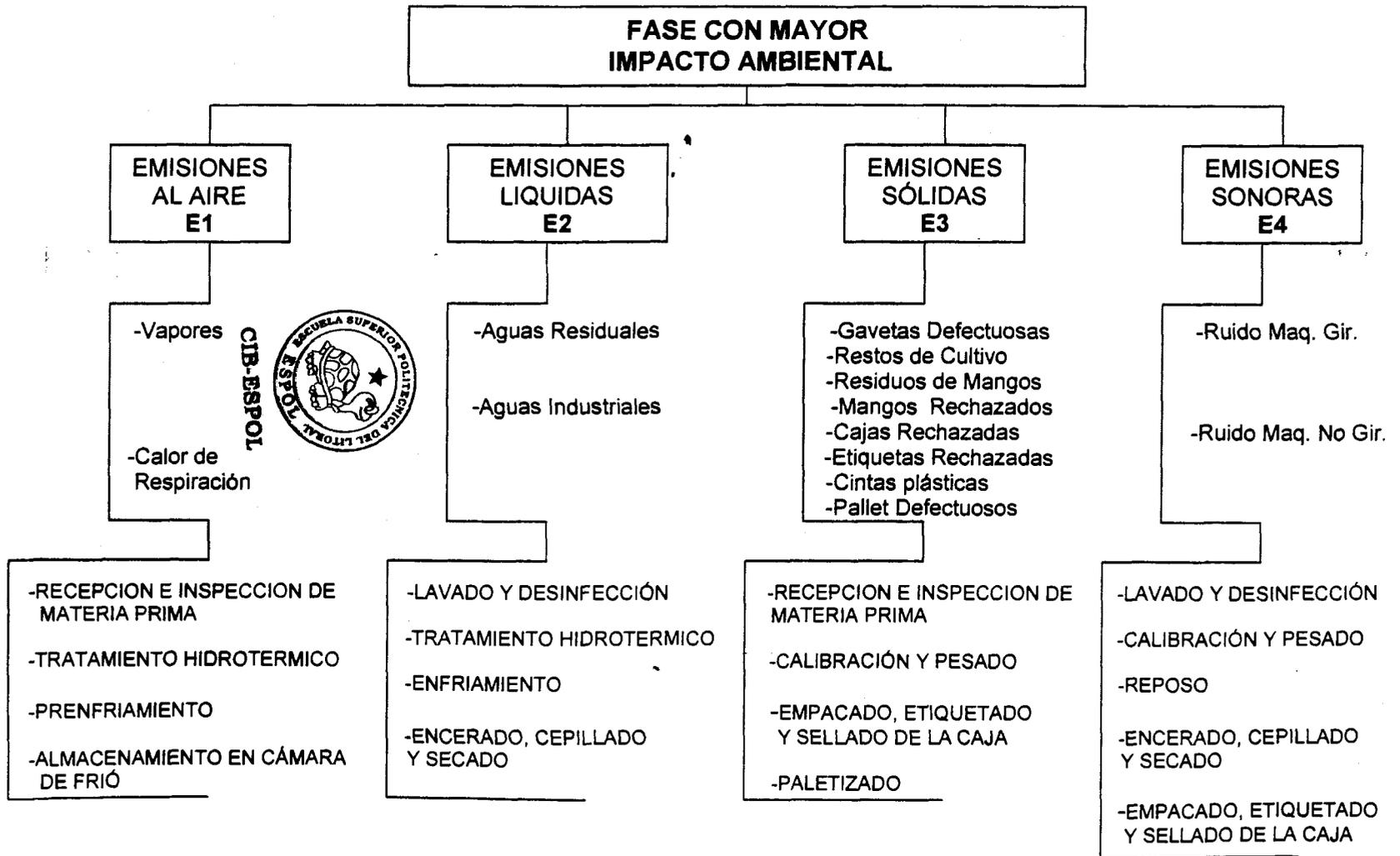


FIGURA 6.3 JERÁRQUICA PARA IDENTIFICAR LA FASE QUE PRODUCE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL

TABLA 21
CLASIFICACIÓN DE FASES DEL MAPA DE
PROCESO POR EMISIONES

EMISIONES	FASES EN MAPA DE PROCESO
Emisiones al Aire	<ul style="list-style-type: none"> -Recepción e Inspección (1) -Tratamiento Hidrotérmico (4) -Prenfriamiento (5) -Almacenamiento en cámara de frío (12)
Emisiones Líquidas	<ul style="list-style-type: none"> -Lavado y desinfección (2) -Tratamiento Hidrotérmico (4) -Enfriamiento (6) -Encerado, cepillado y secado (8)
Emisiones Sólidas	<ul style="list-style-type: none"> -Recepción e Inspección (1) -Calibración y pesado (3) -Empacado, etiquetado y sellado de la caja (9) -Paletizado (10)
Emisiones Sonoras	<ul style="list-style-type: none"> -Lavado y desinfección (2) -Calibración y pesado (3) -Reposo (7) -Encerado, cepillado y secado (8) -Empacado, etiquetado y sellado de la caja (9)

De la misma manera como se hizo en la sección anterior se obtiene la matriz A_{AHP}^i para cada elemento del nivel 2, también se obtendrá un vector de prioridades global (VPG) para las 4 emisiones, el valor mayor nos indicara la fase mas rankeada con respecto a cada emisión.

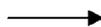
EMISIONES AL AIRE (1)

VAPORES	RECEPCION	TRAT. HID.	PRENFRIAM.	TUNEL PRE.	ALM. CAM.	V.P.
RECEPCION	1,0000	0,1111	0,7778	0,3333	0,4444	0,0605
TRAT. HID.	9,0000	1,0000	7,0000	3,0000	4,0000	0,5443
PRENFRIAM	1,2857	0,1429	1,0000	0,4286	0,5714	0,0778
TUNEL PRE.	3,0000	0,3333	2,3333	1,0000	1,3333	0,1814
ALM. CAM.	2,2500	0,2500	1,7500	0,7500	1,0000	0,1361

C.R.	RECEPCION	TRAT. HID.	PRENFRIAM.	TUNEL PRE.	ALM. CAM.	V.P.
RECEPCION	1,0000	36,0000	36,0000	36,0000	36,0000	0,9000
TRAT. HID.	0,0278	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0250
PRENFRIAM	0,0278	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0250
TUNEL PRE.	0,0278	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0250
ALM. CAM.	0,0278	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0250

MATRIZ A_{AHP}^i PARA EMISION 1 MAS RANQUEADA

	VAPORES	C.R.
	(0,9000)	(0,1000)
RECEPCION	0,0605	0,9000
TRAT. HID.	0,5443	0,0250
PRENFRIAM	0,0778	0,0250
TUNEL PRE.	0,1814	0,0250
ALM. CAM.	0,1361	0,0250



0,0545	0,0900
0,4899	0,0025
0,0700	0,0025
0,1633	0,0025
0,1225	0,0025

VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL (V.P.G.)

FASE	V.P.G.
RECEPCION	0,1445
TRAT. HID.	0,4924
PRENFRIAM	0,0725
TUNEL PRE.	0,1658
ALM. CAM.	0,1250



CIB-ESPOL

EMISIONES LIQUIDAS (2)

A. RESID.	LAV. Y DES.	TRAT. HID.	ENFRIAM.	E. C. Y SEC	V.P.
LAV. Y DES.	1,0000	0,1667	0,3333	0,6667	0,0870
TRAT. HID.	6,0000	1,0000	2,0000	4,0000	0,5217
ENFRIAM.	3,0000	0,5000	1,0000	2,0000	0,2609
E. C. Y SEC	1,5000	0,2500	0,5000	1,0000	0,1304

A. IND.	LAV. Y DES.	TRAT. HID.	ENFRIAM.	E. C. Y SEC	V.P.
LAV. Y DES.	1,0000	4,0000	6,0000	2,0000	0,5217
TRAT. HID.	0,2500	1,0000	1,5000	0,5000	0,1304
ENFRIAM.	0,1667	0,6667	1,0000	0,3333	0,0870
E. C. Y SEC	0,5000	2,0000	3,0000	1,0000	0,2609

MATRIZ A_{AHP}^i PARA EMISION 2 MAS RANQUEADA

	A. RES.	A. IND.		
	(0,1667)	(0,8333)		
LAV. Y DES.	0,0870	0,5217	→	0,0145 0,4347
TRAT. HID.	0,5217	0,1304		0,0870 0,1087
ENFRIAM.	0,2609	0,0870		0,0435 0,0725
E. C. Y SEC	0,1304	0,2609		0,0217 0,2174

VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL (V.P.G.)

FASE	V.P.G.
LAV. Y DES.	0,4492
TRAT. HID.	0,1956
ENFRIAM.	0,1160
E. C. Y SEC	0,2391

EMISIONES SÓLIDAS (3)

GAV. DEF.	RECEPCION	CALIBRAC.	EMP. Y ET.	PALETIZADO	V.P.
RECEPCION	1,0000	2,0000	8,0000	8,0000	0,5714
CALIBRAC.	0,5000	1,0000	4,0000	4,0000	0,2857
EMP. Y ET.	0,1250	0,2500	1,0000	1,0000	0,0714
PALETIZADO	0,1250	0,2500	1,0000	1,0000	0,0714

REST. CULT.	RECEPCION	CALIBRAC.	EMP. Y ET.	PALETIZADO	V.P.
RECEPCION	1,0000	2,0000	10,0000	10,0000	0,5882
CALIBRAC.	0,5000	1,0000	5,0000	5,0000	0,2941
EMP. Y ET.	0,1000	0,2000	1,0000	1,0000	0,0588
PALETIZADO	0,1000	0,2000	1,0000	1,0000	0,0588

RES. MANG.	RECEPCION	CALIBRAC.	EMP. Y ET.	PALETIZADO	V.P.
RECEPCION	1,0000	2,0000	10,0000	10,0000	0,5882
CALIBRAC.	0,5000	1,0000	5,0000	5,0000	0,2941
EMP. Y ET.	0,1000	0,2000	1,0000	1,0000	0,0588
PALETIZADO	0,1000	0,2000	1,0000	1,0000	0,0588

MANG. RECH.	RECEPCION	CALIBRAC.	EMP. Y ET.	PALETIZADO	V.P.
RECEPCION	1,0000	1,0000	2,0000	10,0000	0,3846
CALIBRAC.	1,0000	1,0000	2,0000	10,0000	0,3846
EMP. Y ET.	0,5000	0,5000	1,0000	5,0000	0,1923
PALETIZADO	0,1000	0,1000	0,2000	1,0000	0,0385

CAJ. RECH.	RECEPCION	CALIBRAC.	EMP. Y ET.	PALETIZADO	V.P.
RECEPCION	1,0000	1,0000	0,1000	0,2000	0,0588
CALIBRAC.	1,0000	1,0000	0,1000	0,2000	0,0588
EMP. Y ET.	10,0000	10,0000	1,0000	2,0000	0,5882
PALETIZADO	5,0000	5,0000	0,5000	1,0000	0,2941



CIB-ESPOL

ETI. RECH.	RECEPCION	CALIBRAC.	EMP. Y ET.	PALETIZADO	V.P.
RECEPCION	1,0000	1,0000	0,1000	0,2000	0,0588
CALIBRAC.	1,0000	1,0000	0,1000	0,2000	0,0588
EMP. Y ET.	10,0000	10,0000	1,0000	2,0000	0,5882
PALETIZADO	5,0000	5,0000	0,5000	1,0000	0,2941

CINT. PLAST.	RECEPCION	CALIBRAC.	EMP. Y ET.	PALETIZADO	V.P.
RECEPCION	1,0000	1,0000	0,1000	0,2000	0,0588
CALIBRAC.	1,0000	1,0000	0,1000	0,2000	0,0588
EMP. Y ET.	10,0000	10,0000	1,0000	2,0000	0,5882
PALETIZADO	5,0000	5,0000	0,5000	1,0000	0,2941

PALL. DEF.	RECEPCION	CALIBRAC.	EMP. Y ET.	PALETIZADO	V.P.
RECEPCION	1,0000	1,0000	1,0000	0,1000	0,0769
CALIBRAC.	1,0000	1,0000	1,0000	0,1000	0,0769
EMP. Y ET.	1,0000	1,0000	1,0000	0,1000	0,0769
PALETIZADO	10,0000	10,0000	10,0000	1,0000	0,7692

MATRIZ A_{AHP}^1 PARA EMISION 3 MAS RANQUEADA

	GAB. DEF.	REST. CULT.	RES. MANG.	MANG. RECH.	CAJ. RECH.	ETI. RECH.	CINT. PLAST.	PALL. DEF.
	(0,0694)	(0,0867)	(0,3468)	(0,1734)	(0,1156)	(0,0694)	(0,0694)	(0,0694)
RECEPCION	0,5714	0,5882	0,5882	0,3846	0,0588	0,0588	0,0588	0,0769
CALIBRAC.	0,2857	0,2941	0,2941	0,3846	0,0588	0,0588	0,0588	0,0769
EMP. Y ET.	0,0714	0,0588	0,0588	0,1923	0,5882	0,5882	0,5882	0,0769
PALETIZADO	0,0714	0,0588	0,0588	0,0385	0,2941	0,2941	0,2941	0,7692



0,0397	0,0510	0,2040	0,0667	0,0068	0,0041	0,0041	0,0053
0,0198	0,0255	0,1020	0,0667	0,0068	0,0041	0,0041	0,0053
0,0050	0,0051	0,0204	0,0333	0,0680	0,0408	0,0408	0,0053
0,0050	0,0051	0,0204	0,0067	0,0340	0,0204	0,0204	0,0534

VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL (V.P.G.)

FASE	V.P.G.
RECEPCION	0,3816
CALIBRAC.	0,2343
EMP. Y ET.	0,2188
PALETIZADO	0,1653

EMISIONES SONORAS (4)

RUID MAQ. GIR.	LAV. Y DES.	CAL. Y PES.	REPOSO	E. C. Y SEC	EMP. Y ET.	V.P.
LAV. Y DES.	1,0000	1,0000	0,2500	1,5000	1,5000	0,1364
CAL. Y PES.	1,0000	1,0000	0,2500	1,5000	1,5000	0,1364
REPOSO	4,0000	4,0000	1,0000	6,0000	6,0000	0,5455
E. C. Y SEC	0,6667	0,6667	0,1667	1,0000	1,0000	0,0909
EMP. Y ET.	0,6667	0,6667	0,1667	1,0000	1,0000	0,0909

RUID MAQ. NO GIR.	LAV. Y DES.	CAL. Y PES.	REPOSO	E. C. Y SEC	EMP. Y ET.	V.P.
LAV. Y DES.	1,0000	1,0000	10,0000	1,0000	2,0000	0,2778
CAL. Y PES.	1,0000	1,0000	10,0000	1,0000	2,0000	0,2778
REPOSO	0,1000	0,1000	1,0000	0,1000	0,2000	0,0278
E. C. Y SEC	1,0000	1,0000	10,0000	1,0000	2,0000	0,2778
EMP. Y ET.	0,5000	0,5000	5,0000	0,5000	1,0000	0,1389

MATRIZ A_{AHP}^i PARA EMISION 4 MAS RANQUEADA

	RUID MAQ. GIR.	RUID MAQ. NO GIR.
	(0,8333)	(0,1667)
LAV. Y DES.	0,1364	0,2778
CAL. Y PES.	0,1364	0,2778
REPOSO	0,5455	0,0278
E. C. Y SEC	0,0909	0,2778
EMP. Y ET.	0,0909	0,1389



CIB-ESPOL



0,1137	0,0463
0,1137	0,0463
0,4546	0,0046
0,0757	0,0463
0,0757	0,0232

VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL (V.P.G.)

FASE	VPG
LAV. Y DES.	0,1600
CAL. Y PES.	0,1600
REPOSO	0,4592
E. C. Y SEC	0,1221
EMP. Y ET.	0,0989

Ahora vamos a jerarquizar las 4 fases (alternativas) más rankeadas con respecto al primer criterio (las 4 emisiones):

- Recepción (0,3816)
- Lavado y Desinfección (0,4492)
- Tratamiento Hidrotérmico (0,4924)
- Reposo (0.4592)



CIB-ESPOL

EMISION 1	TRAT. HID.	LAV. Y DES.	RECEPCION	REPOSO	V.P.
RECEPCION	1,0000	1,6667	0,3333	2,3333	0,1989
LAV. Y DES.	0,6000	1,0000	0,2000	1,4000	0,1193
TRAT. HID.	3,0000	5,0000	1,0000	7,0000	0,5966
REPOSO	0,4286	0,7143	0,1429	1,0000	0,0852

EMISION 2	TRAT. HID.	LAV. Y DES.	RECEPCION	REPOSO	V.P.
RECEPCION	1,0000	0,2500	0,1250	1,0000	0,0714
LAV. Y DES.	4,0000	1,0000	0,5000	4,0000	0,2857
TRAT. HID.	8,0000	2,0000	1,0000	8,0000	0,5714
REPOSO	1,0000	0,2500	0,1250	1,0000	0,0714

EMISION 3	TRAT. HID.	LAV. Y DES.	RECEPCION	REPOSO	V.P.
RECEPCION	1,0000	5,0000	7,0000	7,0000	0,6731
LAV. Y DES.	0,2000	1,0000	1,4000	1,4000	0,1346
TRAT. HID.	0,1429	0,7143	1,0000	1,0000	0,0962
REPOSO	0,1429	0,7143	1,0000	1,0000	0,0962

EMISION 4	TRAT. HID.	LAV. Y DES.	RECEPCION	REPOSO	V.P.
RECEPCION	1,0000	0,4286	1,0000	0,1429	0,0882
LAV. Y DES.	2,3333	1,0000	2,3333	0,3333	0,2059
TRAT. HID.	1,0000	0,4286	1,0000	0,1429	0,0882
REPOSO	7,0000	3,0000	7,0000	1,0000	0,6176

**MATRIZ A_{AHP}^i PARA FASE CON MAYOR
IMPACTO AMBIENTAL**

	EMISION 1	EMISION 2	EMISION 3	EMISION 4
	<i>(0,2609)</i>	<i>(0,5217)</i>	<i>(0,1304)</i>	<i>(0,0870)</i>
RECEPCION	0,1989	0,0714	0,6731	0,0882
LAV. Y DES.	0,1193	0,2857	0,1346	0,2059
TRAT. HID.	0,5966	0,5714	0,0962	0,0882
REPOSO	0,0852	0,0714	0,0962	0,6176



0,0519	0,0372	0,0878	0,0077
0,0311	0,1490	0,0176	0,0179
0,1557	0,2981	0,0125	0,0077
0,0222	0,0372	0,0125	0,0537

VECTOR DE PRIORIDADES GLOBAL (V.P.G.)

FASES MAS RANQUEADA	V.P.G.
RECEPCIÓN	0,1846
LAVADO Y DESINFECCIÓN	0,2156
TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO	0,4740
REPOSO	0,1258



CIB-ESPOL

6.4. Análisis de resultados obtenidos.

En la primera evaluación medioambiental multicriterio (sección 6.2) donde se buscaba el PCC que produce mayor impacto ambiental, se encontró que el PCC-03, correspondiente a la fase: "Tratamiento Hidrotérmico", fue el mas ranqueado con 44.32% de prioridad (preferencia) sobre los otros 3 PCC, el PCC-02 correspondiente a la fase : "Lavado y Desinfección" obtuvo un 20% de prioridad y el PCC-04 correspondiente a la fase: "Encerado, Cepillado y Secado." obtuvo un 36%.

La fase de "Recepción y Aprobación de Materia Prima" fue la menos ranqueada con 19.5% de prioridad (preferencia) , pero si tomamos en cuenta el peligro químico ligado a esta fase (presencia de residuos de pesticidas por malas prácticas agrícolas y uso inadecuado de pesticidas y abuso de la misma) podría resultar una fase critica debido a que si en la primera selección y rechazo que

se lleva a cabo en esta fase, no se desechan por completo los mangos rechazados, se corre riesgo que sean sacados de la planta empacadora para ser comercializados por terceros y así causar alguna enfermedad de tipo estomacal a los consumidores.

En la segunda evaluación medioambiental multicriterio (sección 6.3) donde se buscaba e identificaba la fase del mapa de proceso que produce mayor impacto ambiental, se encontró, según el vector columna anteriormente mostrado, que la fase o etapa mas ranqueada es la fase 4 (Tratamiento Hidrotérmico) con 47,4% de prioridad (preferencia) sobre las otras 3 fases, pero también la fase 2 (Lavado y Desinfección), con 21,56% de prioridad, nos indica un valor a tomar en cuenta.

CAPITULO 7



CIB-ESPOL

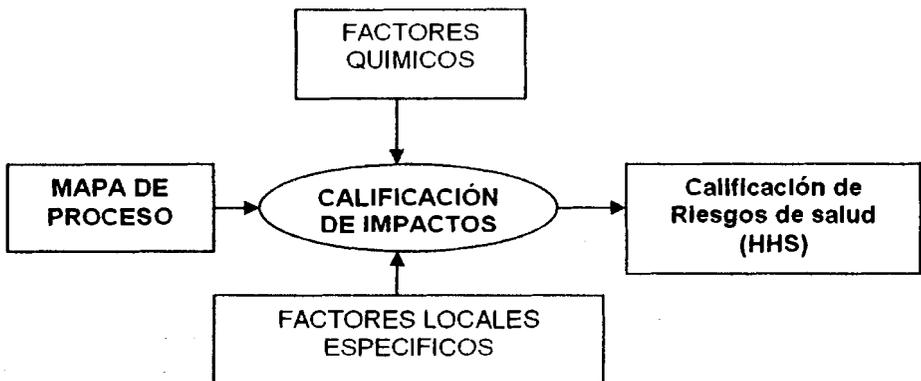
7. SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE RIESGOS DE SALUD Y SEGURIDAD DEL OPERADOR EN UNA EMPACADORA DE MANGO PARA EXPORTACIÓN.

7.1. Generalidades.

El sistema de calificación de riesgos de salud (HHS), por sus siglas en ingles, es un método de análisis de impactos cuya meta es reducir los riesgos de trabajo enfocándose en la salud profesional y riesgos de accidentes que podrían llevar a lesión o descargas de polución. Fue implantado por Srinivasan en 1985. El HHS se basa en un método de calificar toxicidades desarrollado por la Agencia Americana de Protección Medioambiental (US-EPA). Usa el proceso jerárquico analítico (AHP) para comparar y rankear alternativas y así pesar los efectos tóxicos en el lugar de trabajo y los riesgos de accidentes (8).

7.2. Estructura de un Modelo de Decisión Medioambiental.

El modelo de decisión es manejado por una descripción analítica del mapa de proceso de la planta empacadora de mango seleccionada; proceso que identifica interacciones entre cada una de las fases y los materiales involucrados en el manejo poscosecha de la fruta. Un simple análisis de impacto también fue presentado en el cual el pesado de la masa de residuos individual se basó en factores de flamabilidad y toxicidad. En este capítulo se desarrollara de una manera detallada la forma de como calificar el impacto ambiental de cada una de las emisiones pero esta vez basada en los riesgos a los que esta expuesto el trabajador o operador en una planta empacadora de mango (8).



**FIGURA 7.1. MODELO DE DECISIÓN PARA EVALUAR
IMPACTOS DE EMISIONES SOBRE LA
SALUD DEL OPERADOR (8)**

Las distintas fases del mapa de proceso en el manejo poscosecha del mango para exportación generan varios tipos de emisiones que posteriormente se convierten en residuos de emisión (waste streams) en forma de descarga al ambiente. Los residuos gaseosos, producto de las emisiones al aire, se encuentran en 4 etapas del mapa del proceso y se presentan en forma de Calor de Respiración y Vapores Industriales, y son: Recepción e Inspección de la materia prima, Tratamiento Hidrotérmico, Prensamiento y Almacenamiento en cámara de frío. Los residuos líquidos, producto de las Emisiones Líquidas, se encuentran en 4 etapas del mapa del proceso y se presentan en forma de Aguas Industriales y Aguas residuales, y son: lavado y desinfección, tratamiento hidrotérmico, el enfriamiento y la aspersión con cera funguicida.

Las aguas residuales son aquellas aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original. Los residuos sólidos se presentan en 4 etapas del mapa del proceso: recepción e inspección de la materia prima, calibración y pesado; empaçado, etiquetado y sellado de cajas y paletizado.



CIB-ESPOL

La presencia de elementos tales como cloro en la fase de lavado y desinfección posee un riesgo crítico de salud para el operador, así también en el tratamiento hidrotérmico se presentan grandes cantidades de agua a altas temperaturas y también tiene un impacto significativo sobre el tipo y cantidad de residuos que esta fase genera, además posee un riesgo crítico de salud para el operador ya si este tiene un contacto accidental con el agua a altas temperaturas en el tanque hidrotérmico, puede causarle irritación en la piel y problemas respiratorios, esto es debido a los vapores que se generan.

El sistema de calificación de impacto, para el modelo de decisión seleccionado, que se desarrollara se basara en la evaluación de los residuos de emisión por su potencial riesgo presente en varios efectos: toxicidad oral, toxicidad de inhalación, irritación de la piel, irritación de los ojos, carcinogenicidad, flamabilidad y reactividad química. Para efectuar un esquema formal de pesado usaremos nuevamente el AHP, con el fin de priorizar estos 7 efectos basados en dos aspectos: conducta humana específica local y mecanismo de transporte y destino para transformar la calificación multidimensional en un índice escalar que caracterizara el potencial de riesgo de salud humana asociado con su respectivo



desecho de emisión y que de ahora en adelante llamaremos "índice HHS". Este índice es entonces usado para pesar el flujo de masa crudo del residuo de emisión para determinar su impacto medioambiental (8).

7.3. Requisitos de los Datos.

Hay siete efectos que pueden agruparse en tres amplias categorías según el tipo de datos que ellos requieren. El primero es el "efecto toxicológico" (toxicidad oral, de inhalación, irritación de la piel y ojos). Después tenemos el "efecto de cáncer", expresado como un riesgo (carciogenicidad) y el último efecto es el "efecto físico" (flamabilidad y reactividad química). La cuantificación de estos efectos es limitado a un volumen de control alrededor del proceso en la planta empacadora (8).

Efectos Toxicológicos.

Caracterizando el riesgo de una sustancia (o elemento) química como el cloro, presente en la fase de lavado y desinfección pero mezclada como una solución con agua de 10 p.p.m., dos parámetros de interés son "exposición y efecto". La exposición involucra la manera como una sustancia entra en contacto con la persona (8).

Esto puede involucrar la cantidad de sustancia que es: oralmente ingerida, que tiene contacto con la piel u ojos o se inhala como polvo o humos. El efecto describe la manera en la cual el cuerpo humano reacciona a la introducción de sustancia. La irritación de la piel, náuseas y muerte son las posibles consecuencias de estos efectos (8).

El impacto toxicológico de una sustancia es mostrada por una curva llamada "curva de respuesta a la dosis", esta curva es una función de distribución acumulada, dada la proporción de una cierta población de organismos expuestos que respondieron con un efecto específico como una función de la dosificación administrada (normalizada por el peso del cuerpo) (8).

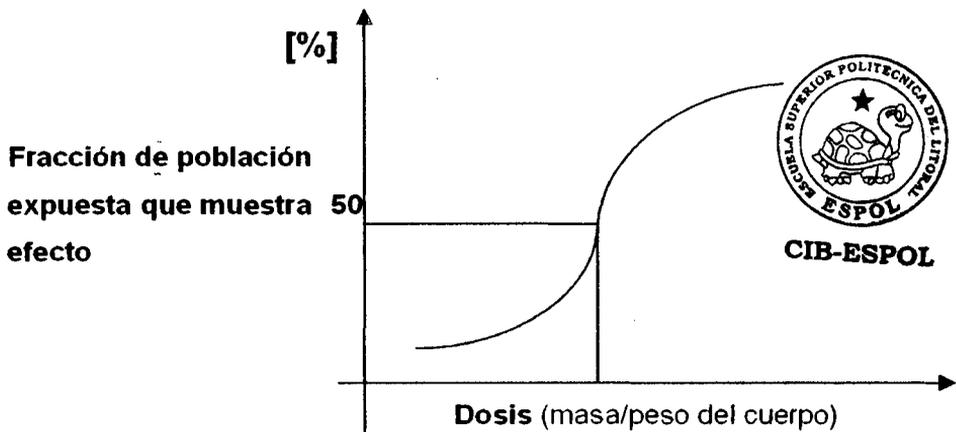


FIGURA 7.2. CURVA DE RESPUESTA A LA DOSIS (8)

La curva muestra que para organismos individuales con una variación de la dosis exige inducir un efecto particular. Una parte de la población expuesta es más débil que la media, entonces una dosis más baja produce el efecto (porción izquierda de la curva de respuesta a la dosis). Se encuentran individuos más fuerte o resistente en la mitad derecha de la curva, donde dosis mas grandes son requeridas para producir el efecto. Una cantidad que a menudo es usada para resumir la toxicidad de una sustancia es la "dosis media", que no es otra cosa que la dosis en la cual el 50% de la población expuesta muestra el efecto (8).



CIB-ESPOL

Efectos de Cáncer.

La carcinogénesis es un proceso de múltiples etapas en el cual los químicos carcinogénicos actúan originando ciertos cambios genéticos en una célula, causando la formación de un tumor. Hay dos maneras de pensar acerca de la mínima o la máxima dosis. Una es que la carcinogénesis puede ser iniciada por una sola molécula del carcinógeno (suficiente para dañar el material genético en la célula expuesta). Es así como no existe dosis para un carcinógeno conocido (8). La otra es pensar que hay medidas que el cuerpo toma para atacar el riesgo de un carcinógeno, y así que de hecho una dosis máxima existe.

Debido a la complejidad de este proceso, es necesario que se usen datos basados en estudios clínicos y evidencia epidemiológica. Las pruebas que se realizaron dieron numerosos resultados, positivos o conclusivos y se asocio un alto riesgo de cáncer basado en los estudios epidemiológicos de cierto material (8).

Efectos Físicos.

Para los propósitos de este sistema de calificación, los dos riesgos físicos de interés son flamabilidad y reactividad química. El subpunteo de flamabilidad es una composición del valor de la mínima temperatura de la sustancia (como un líquido) a la que la mezcla aire-vapor en la superficie es inflamable (flash point); y el limite de explosión superior (UEL) e inferior (LEL), los cuales son, respectivamente, la máxima y mínima proporción volumétrica de una sustancia en una mezcla con aire, donde es posible que ocurra la explosión. El conjunto del flash point mas bajo y el más amplio rango [UEL-LEL], hacen más inflamable la sustancia. Por otra parte; la reactividad química es una medida de que la sustancia puede reaccionar violentamente con los diferentes tipos de material (varios metales, aire, etc.).

Si hay una numerosa lista de materiales susceptible a reaccionar con la sustancia, entonces esta es más reactiva (8).

7.4. Determinación del Índice de Riesgo de Salud (HHS).

El índice de riesgo de salud HHS es el producto punto (escalar) de dos vectores, el vector de riesgo de salud (HP) y el vector de sitio específico (F). Cada vector consiste de siete elementos que evalúan los diferentes desechos de emisión que se generan para sus potenciales riesgos basados en los siete efectos, enunciados ya anteriormente. Los elementos de HP pueden ir en magnitud de 0 a 9 (3).



CIB-ESPOL

$$HHS = \overline{HP} \cdot \overline{F}$$

A cada sustancia se asigna un número (subpuntaje) para cada efecto de interés, estos son toxicidad oral (O), toxicidad de inhalación (I), irritación de la piel (D), irritación de los ojos (E), carcinogenicidad (C), flamabilidad (F) y reactividad química (R), para los efectos toxicológicos (O, I, D, E), el subpuntaje es el producto de un ranking de dosis y un ranking de efecto, con un puntaje global de 0 a 9. El ranking de efecto varía de 0 (cuando no hay efecto) hasta 3 (efecto letal o máximo), y el ranking de dosis varía de 1 (dosis grande) hasta 3 (dosis pequeña).

Así una sustancia que tiene un efecto máximo (efecto con ranking 3) con una dosis pequeña (dosis con ranking 3) nos da como resultado una toxicidad con subpuntaje 9, lo que significa que sólo una cantidad pequeña se requiere para el peor efecto. Un índice HHS más alto nos demuestra una sustancia más peligrosa.

Las tablas 22, 23, 24, 25,26 y 27 son tablas de efecto y dosis estándares y nos muestran los valores para obtener los subpuntajes de los 7 efectos que formaran el vector HP, dichas tablas fueron usadas e implementadas por Srinivasan en 1995 para el calculo del índice HHS en los procesos de maquinado, lo que se aplico en este capitulo es solo una adaptación de estas tablas, debido a que el ranking de dosis no es el mismo para el mapa de proceso de la fruta, en lugar de dosis utilizaremos otro parámetro, que será el tiempo de exposición al que el operador es expuesto.

TABLA 22
EFEECTO Y DOSIS DE TOXICIDAD ORAL (8)

EFECTO		DOSIS	
3	Letal	3	< 50 mg/Kg.
2	Moderadamente serio	2	50 – 100 mg/Kg.
1	Efecto apacible (nauseas)	1	> 500 mg/Kg.
0	No se presentan efectos	–	

$$O = \text{Efecto} \times \text{Dosis}, [0, \dots, 9]$$

TABLA 23
EFEECTO Y DOSIS DE TOXICIDAD DE INHALACIÓN (8)

EFEECTO		DOSIS (TWA-TLV)	
3	Letal	3	< 50 mg/m ³
2	Moderadamente serio	2	50 – 100 mg/ m ³
1	Efecto apacible (nauseas)	1	> 500 mg/ m ³
0	No se presentan efectos	–	

$$I = \text{Efecto} \propto \text{Dosis}, [0, \dots, 9]$$

TABLA 24
EFEECTO Y DOSIS DE IRRITACIÓN DE LOS OJOS (8)

EFEECTO		DOSIS	
3	Letal	3	< 50 mg
2	Moderadamente serio	2	50 – 100 mg
1	Efecto apacible (nauseas)	1	> 500 mg
0	No se presentan efectos	–	

$$E = \text{Efecto} \propto \text{Dosis}, [0, \dots, 9]$$

TABLA 25
EFEECTO Y DOSIS DE IRRITACIÓN DE LA PIEL (8)

EFEECTO		DOSIS (TWA-TLV)	
3	Severo	3	< 200 mg
2	Serío	2	200 – 500 mg
1	Apacible	1	> 500 mg
0	No se presentan efectos	–	

$$D = \text{Efecto} \propto \text{Dosis}, [0, \dots, 9]$$



CIB-ESPOL

TABLA 26
EFEECTO Y DOSIS DE CARCIOGENICIDAD (8)

PUNTAJE	EVIDENCIA
8-9	Evidencia de oncogenicidad de estudios epidemiológicos y/o resultados positivos en dos o mas especies de mamíferos.
6-7	Evidencia de oncogenicidad en uno o ambos sexos de una especie simple de mamíferos, con o sin datos epidemiológicos limitados
4-5	Evidencia sugestiva (no estadísticamente significativa o confusa por variables extrañas) de potencial oncogénico de estudios epidemiológicos, bioensayo en mamíferos, transformación de células in Vitro o actividad carcinogénica.
3	Evidencia de potencial genotóxico
1-2	Evidencia limitada de falta de potencial oncogénico de datos de laboratorios epidemiológicos y/o in vivo/in vitro
0	Sin evidencia de potencial oncogénico de un bien dirigido y diseñado estudio de mamíferos en 2 o mas especies de animales



CIB-ESPOL

TABLA 27
EFFECTO Y DOSIS DE REACTIVIDAD QUÍMICA (8)

PUNTAJE	REACCIONA CON
9	Metales, agentes oxidantes, ácidos, bases, aire húmedo, agua, etc.
8	Metales y aire húmedo
7	Metales
6	Aire húmedo
4-5	Agentes oxidantes
1-3	Ácidos y/o bases
0	Ningún sustancia conocida (inerte)

TABLA 28
EFFECTO Y DOSIS DE FLAMABILIDAD (8)
(Flash Point , UEL / LEL)



FLASH POINT		UEL – LEL (%)	
3	< 100	3	> 20
2	> 100	2	10 - 19
1	> 500	1	1 - 10
		0	0 (ninguno)

$$F = \text{Puntaje Flash Point} \in (\text{UEL} - \text{LEL}), [0, \dots, 9]$$

Para cada residuo de emisión, se forma un vector de perfil de riesgo (HP), representado como un vector fila riesgo (1 \times 7) donde cada elemento de este vector representa el peligro potencial del residuo de emisión de un efecto en particular (8).

Jerarquización específica de sitio.

Los siete efectos que hemos considerado tienen diferente grado de importancia, en diferentes sitios donde están presentes, que depende de varios factores tales como: el equipo de protección contra riesgos llevado por el operador, y la forma correcta de transporte de residuos de emisión, desde que estos factores son difíciles de evaluar explícitamente, una jerarquización subjetiva es obtenida del usuario (que para este caso sería el jefe de planta o el jefe de seguridad industrial). La jerarquización establecida por comparaciones PAR-PAR, es ubicada en una matriz de jerarquización (X), tal como nos sugiere el proceso jerárquico analítico para tratar formalmente y ranquear los varios efectos (8). Basado en esta matriz, puede ser calculado un vector columna de transporte y destino F (1×7). Primero se calcula un valor R a través de la siguiente relación (8):

$$R_i = \left(\prod_{j=1}^k X_{ij} \right)^k$$

Donde X_{ij} son los elementos de la matriz de jerarquización X ($k \times k$), aquí $K=7$, el número de efecto de interés. Los elementos de F son determinados por una simple normalización (8).

$$F_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^k R_i}, \quad i = 1, \dots, k$$

El escalar HHS es producto punto entre HP y F, que es (8):

$$\text{HHS} = \overline{\text{HP}} \cdot \overline{\text{F}}$$

Calculo del índice HHS aplicado al mapa de proceso.

Para determinar el índice HHS aplicado al mapa de proceso realizaremos un esquema de pesado de los siete efectos para verificar cuales son los mas críticos para la seguridad de los operadores de la planta empacadora, así se calculará un índice HHS más significativo.

E>I.A.	O	I	E	D	C	R	F	V.P.
O	1,00	1,00	2,00	2,00	6,00	8,00	10,00	0,29
I	1,00	1,00	2,00	2,00	6,00	8,00	10,00	0,29
E	0,50	0,50	1,00	1,00	3,00	4,00	5,00	0,15
D	0,50	0,50	1,00	1,00	3,00	4,00	5,00	0,15
C	0,17	0,17	0,33	0,33	1,00	1,33	1,67	0,05
R	0,13	0,13	0,25	0,25	0,75	1,00	1,25	0,04
F	0,10	0,10	0,20	0,20	0,60	0,80	1,00	0,03



IB-ESPOL

TABLA 29
EFFECTOS MÁS RANQUEADOS

EFECTO	RANKING (V.P.)
O	0,29
I	0,29
E	0,15
D	0,15

Entonces solo evaluaremos los cuatro efectos más ranqueados, es decir solo utilizaremos los subpuntaje de los efectos toxicológicos: toxicidad oral (O), toxicidad de inhalación (I), irritación de la piel (D), irritación de los ojos (E); por considerarlos más crítica para la seguridad de los operadores. El índice HHS que obtendremos será el resultado de un promedio de índices HHS correspondientes a cada una de las emisiones.

$$HHS_{\text{Total}} = \sum_{i=\text{emisiones}}^4 \overline{HHS}_i$$

Primero encontramos la matriz de jerarquización (X) que queda como sigue:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 5/3 & 1/3 & 1/3 \\ 3/5 & 1 & 1/5 & 1/5 \\ 3 & 5 & 1 & 1 \\ 3 & 5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Con la matriz X, luego obtenemos el vector columna F, aplicando las ecuaciones siguientes (8):

$$R_i = \left(\prod_{j=1}^4 X_{ij} \right)^4 \quad F_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^4 R_i}$$

$$F = \begin{bmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{bmatrix}$$

Después calculamos los índices HHS correspondiente a cada una de las 4 emisiones. El vector de perfil de riesgo (HP), representado como un vector fila riesgo (1×4), queda como sigue:

$$\overline{HP} = (O \ I \ D \ E)$$

En donde los valores de los subpuntajes O, I, D y E se obtienen de acuerdo a la tabla de subpuntajes de efectos y dosis (tiempo de exposición) que se muestra a continuación. Los tiempos de exposición se estimaron en un periodo de 8 horas, fase por fase, tiempo que dura la jornada de trabajo en la planta empackadora.

TABLA 30
TABLA DE SUBPUNTAJES DE EFECTOS Y
TIEMPO DE EXPOSICIÓN

EFECTO		TIEMPO DE EXPOSICIÓN	
3	Letal	3	> 60 minutos
2	Moderadamente serio	2	30-60 minutos
1	Efecto apacible	1	< 30 minutos
0	No se presentan efectos	—	

Subpuntaje = Efecto ∞ Tiempo de Exposición , [0,.....,9]

TABLA 31
TIEMPOS DE EXPOSICIÓN DEL OPERADOR EN EL
MAPA DE PROCESO

FASE EN MAPA DE PROCESO	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (aproximado)
1. Recepción e Inspección	> 60 minutos
2. Lavado y desinfección	< 30 minutos
3. Calibración y pesado	30-60 minutos
4. Tratamiento Hidrotérmico	30-60 minutos
5. Preenfriamiento	< 30 minutos
6. Enfriamiento	< 30 minutos
7. Reposo	30-60 minutos
8. Encerado, cepillado y secado	30-60 minutos
9. Empacado	30-60 minutos
10. Paletizado de cajas	30-60 minutos
11. Túnel de preenfriamiento	< 30 minutos
12. Almacenamiento en cámara de frío	30-60 minutos

Por ejemplo, si analizamos el vector HP para la fase 2 (Lavado y desinfección), en cuanto a se refiere a las emisiones liquidas, el vector se formara de la siguiente manera:

- La primera coordenada correspondiente a toxicidad oral (O), no presentara efecto por tanto será cero (0).
- La segunda coordenada correspondiente a toxicidad de inhalación (I), no presentara efecto por tanto sea cero (0).
- La tercera coordenada correspondiente a irritación de la piel (D), si presentara efecto si se toma en cuenta el tiempo de exposición al que esta expuesto el operador en esa fase (menor a 30 minutos), lo que nos da ranking igual a 1 y con un efecto moderadamente serio (ranking igual a 2), lo que nos da como resultado un subpuntaje de $2^{\infty}1$, igual a 2.
- La cuarta coordenada correspondiente a irritación de los ojos (E), si presentara efecto si se toma en cuenta el tiempo de exposición al que esta expuesto el operador en esa fase (menor a 30 minutos) lo que nos da ranking igual a 1 y con un efecto letal (ranking igual a 3), lo que nos da como resultado un subpuntaje de $3^{\infty}1$, igual a 3.



Entonces el vector HP para esta fase queda así:

$$\overline{HP}_{\text{Fase 2}} = (0 \quad 1 \quad D \quad E)$$

$$\overline{HP}_{\text{Fase 2}} = (0 \quad 0 \quad 2 \quad 3)$$

De esta manera se formaran los demás vectores HP para las distintas fases del mapa de proceso involucradas en el cálculo del índice HHS.



CIB-ESPOL

Para el cálculo del índice HHS correspondiente a las emisiones al aire, solo consideraremos 3 de las 4 fases que las generan por considerarlas más críticas, según nuestro criterio, estas son: Recepción e Inspección (HHS_1), Tratamiento Hidrotérmico (HHS_4) y Almacenamiento en cámara de frío (HHS_{12}).

EMISIONES AL AIRE

$$HHS_{\text{Aire}} = HHS_1 + HHS_4 + HHS_{12}$$

$$HHS_1 = \left[\begin{array}{cccc} & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \end{array} \begin{array}{c} (0.13) \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{array} \right] = 0.63$$

$$HHS_4 = \left[\begin{array}{cccc} & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \end{array} \begin{array}{c} (0.13) \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{array} \right] = 1.20$$

$$HHS_{12} = \left[\begin{array}{cccc} & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \end{array} \begin{array}{c} (0.13) \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{array} \right] = 0.84$$



$$HHS_{\text{Aire}} = 0.89$$

Para el cálculo del índice HHS correspondiente a las emisiones líquidas, consideraremos las 4 fases que las generan, estas son: Lavado y desinfección (HHS_2), Tratamiento Hidrotérmico (HHS_4), Enfriamiento (HHS_6) y Encerado, cepillado y secado (HHS_8).

EMISIONES LIQUIDAS

$$HHS_{Líquidas} = HHS_2 + HHS_4 + HHS_6 + HHS_8$$

$$HHS_2 = \begin{bmatrix} (0 & 0 & 2 & 3) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \end{bmatrix} = 1.95$$

$$HHS_4 = \begin{bmatrix} (0 & 0 & 2 & 2) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \end{bmatrix} = 1.56$$

$$HHS_6 = \begin{bmatrix} (0 & 0 & 1 & 1) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \end{bmatrix} = 0.78$$

$$HHS_8 = \begin{bmatrix} (2 & 2 & 4 & 4) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \end{bmatrix} = 3.54$$



CIB-ESPOL

$$\text{HHS}_{\text{Agua-Suelo}} = 1.96$$

Para el cálculo del índice HHS correspondiente a las emisiones sólidas, solo consideraremos 2 de las 4 fases que las generan por considerarlas mas criticas, según nuestro criterio, estas son: Recepción e Inspección (HHS_1) y Calibración y pesado (HHS_3).

EMISIONES SÓLIDAS

$$\text{HHS}_{\text{Solidos}} = \overline{\text{HHS}_1 + \text{HHS}_3}$$

$$\text{HHS}_1 = \left[(3 \ 3 \ 0 \ 0) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \right] = 0.63$$

$$\text{HHS}_3 = \left[(2 \ 2 \ 0 \ 0) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \right] = 0.42$$

$$\text{HHS}_{\text{Solidos}} = 0.53$$

Para el cálculo del índice HHS correspondiente a las emisiones sonoras, solo consideraremos 4 de las 5 fases que las generan por considerarlas mas criticas, según nuestro criterio, estas son: Lavado y desinfección (HHS_2), Calibración y pesado (HHS_3), Reposo (HHS_7) y Encerado, cepillado y secado (HHS_8).

EMISIONES SONORAS

$$HHS_{\text{Sonoras}} = HHS_2 + HHS_3 + HHS_7 + HHS_8$$

$$HHS_2 = \begin{bmatrix} (0 & 0 & 2 & 3) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \end{bmatrix} = 1.95$$

$$HHS_3 = \begin{bmatrix} (2 & 2 & 0 & 0) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \end{bmatrix} = 0.42$$

$$HHS_7 = \begin{bmatrix} (6 & 6 & 2 & 2) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \end{bmatrix} = 2.82$$



CIB-ESPOL

$$\text{HHS}_g = \left[(2 \quad 2 \quad 4 \quad 4) \cdot \begin{pmatrix} 0.13 \\ 0.08 \\ 0.39 \\ 0.39 \end{pmatrix} \right] = 3.54$$

$$\text{HHS}_{\text{Sonoras}} = 2.18$$

Reuniendo los índices calculados tenemos:

TABLA 32

ÍNDICES HHS CALCULADOS PARA CADA EMISIÓN

EMISIONES	Índice HHS
AL AIRE	0.89
LIQUIDAS	1.96
SÓLIDAS	0.53
SONORAS	2.18

$$\text{HHS}_{\text{Total}} = 0.89 + 1.96 + 0.53 + 2.18$$

$$\text{HHS}_{\text{Total}} = 5.56$$

7.5. Análisis de resultados obtenidos.

Como se pudo apreciar en la sección anterior la EMISIÓN LIQUIDA resulto ser la una de las que genera mas riesgos de salud para el operador con un "Índice HHS" igual a **1.96**, valor que nos demuestra lo critico de los "residuos de emisión" ligados a esta, siendo 4 de las 13 fases del mapa de proceso las que los generan: Lavado y desinfección (fase 2), Tratamiento Hidrotérmico (fase 4), Enfriamiento (fase 6) y Encerado, cepillado y secado (fase 8).

También observamos valores de "Índice HHS" muy significativos, los correspondientes a las EMISIONES AL AIRE y las EMISIONES SONORAS, con "Índices HHS" iguales a **0.89** y **2.18** respectivamente, cada una de ellas con sus correspondientes "residuos de emisión" ligados a estas, siendo para las primeras emisiones, 3 de las 13 fases del mapa de proceso las que los generan: Recepción e Inspección (fase 1), Tratamiento Hidrotérmico (fase 4) y Almacenamiento en cámara de frío (fase 4) y para las segundas emisiones: Lavado y desinfección (fase 2), Calibración y pesado (fase 3), Reposo (fase 7), Calibración y pesado (fase 3) y Encerado, cepillado y secado (fase 8).



CIB-ESPOL

Ahora, dos fases contribuyen al cálculo del "Índice HHS" de manera significativa, sin lugar a dudas, y son: "Lavado y desinfección", "Tratamiento Hidrotérmico" y "Enfriamiento", significa también que sus residuos de emisión generan más impacto ambiental, lo que demuestra que en esas fases no existe ningún tipo de control y protección para los operadores de la planta; ya que si el operador tiene contacto directo con el cloro ($H_2O-Cl/10$ p.p.m.), agua caliente ($116^{\circ}F$), agua semifría ($21^{\circ}C$) podría sufrir irritación a los ojos e irritación a la piel (dermatológica) en caso de los dos efectos primeros y resfriado en caso del tercero. Además cabe notar que las dos primeras fases son 2 de los 4 PCC identificados en el capítulo 5.

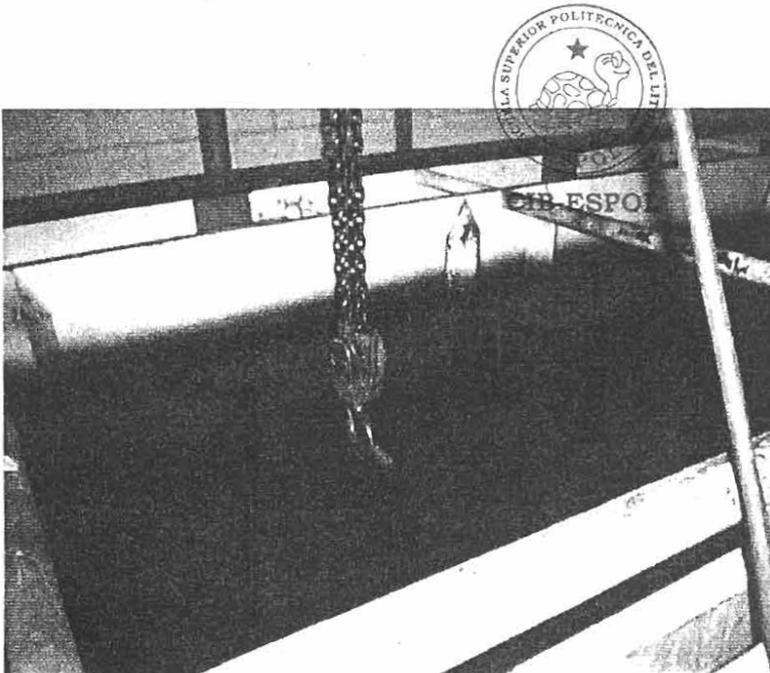


FIGURA 7.3. VAPORES EN TANQUE HIDROTÉRMICO

Si ligamos los resultados obtenidos en el capítulo 6, donde se identifico a la fase 2 (Lavado y desinfección) como el segundo PCC mas ranqueado con 20.04% con los resultados obtenidos en este capítulo, observamos que el mal manejo de este PCC podría resultar en un conflicto de conceptos (inocuidad alimenticia y factores medioambientales) ya que si el objetivo es cumplir con las normas de calidad impuestas por el plan HACCP (que es la de eliminar cualquier suciedad o mancha de látex, además de actuar como agente desinfectante contrarrestando impurezas y suciedades con la aplicación de la solución H_2O-Cl) podría existir la posibilidad de riesgo de impacto en la salud de los operadores asignados al área donde se desarrolla esta fase.

O dicho en otras palabras: el manejo adecuado del PCC-02, no reflejan necesariamente una reducción de impacto ambiental, en lo que se refiere al riesgo de salud para los operadores de la planta, debido a la presencia de cloro en la fase 2 (Lavado y desinfección).

La fase 7 (Reposo), solo se presenta en el calculo del Índice $HHS_{SONORAS}$, pero esto no lo exime de culpa de riesgo de salud para el operador, debido a que los ventiladores de alta velocidad también pueden provocar irritación a los ojos e irritación



dermatológica y en el peor de los casos, resfriado o dolencia en los oídos ya que estos producen bastante ruido durante largos periodos de tiempo (12 - 48 horas).

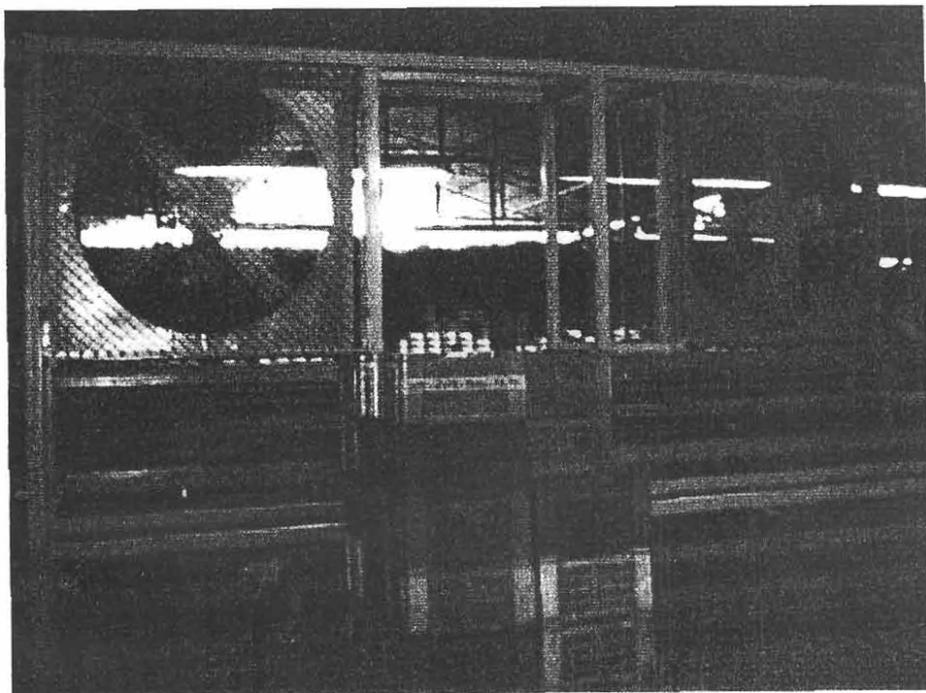


FIGURA 7.4. VENTILADORES DE ALTA VELOCIDAD

Respecto a la seguridad ocupacional dentro de la planta, pude observar en una inspección in-situ que no se dotaba al personal de ningún tipo de equipo de protecciones (cascos, gafas protectoras, guantes, respiradores etc.):



CIB-ESPOL

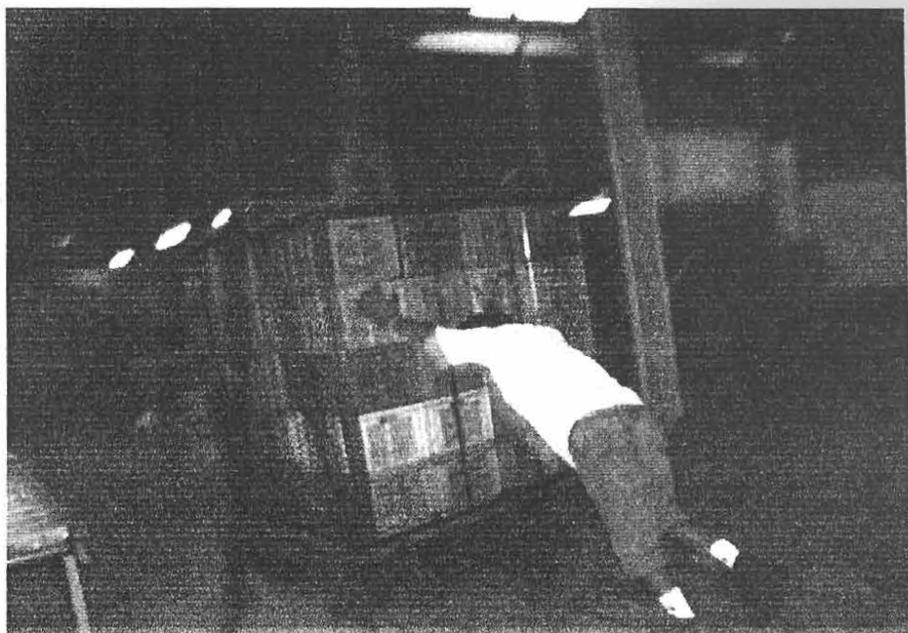


FIGURA 7.5. OPERADOR EMPUJANDO JAULA CON GAVETAS

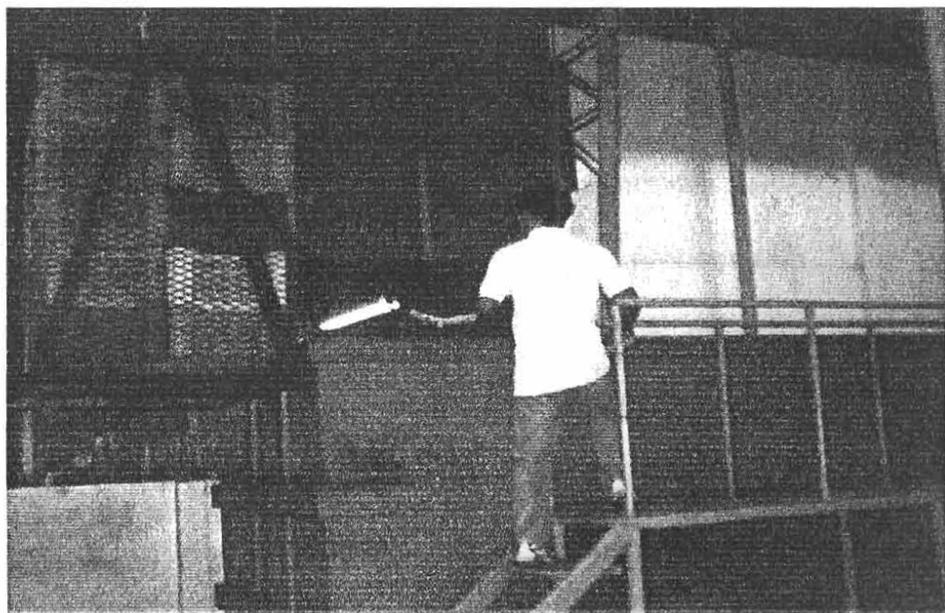


FIGURA 7.6. OPERADOR GUIANDO JAULAS HASTA TANQUE HIDROTERMICO

Aplicación de un Índice de Desempeño Medioambiental.

Teniendo en consideración los problemas de recursos y tiempo, la gerencia de la planta empacadora se debe enfocar objetivamente en la selección y uso de indicadores de desempeño medioambientales (E.P.I.'s) para evaluar los impactos medioambientales producto de las actividades en la planta empacadora y de los procesos industriales, esta metodología de identificación de impactos deberá ser modificada y adaptada a las condiciones de interacción entre las actividades de los procesos en la planta y los factores ambientales, permitiendo identificar y ponderar los impactos de la actividad generados por el proyecto sobre su entorno (7).

El índice de desempeño medioambiental (E.P.I.) que aplicaremos y usaremos para evaluar los impactos ambientales de los procesos industriales involucrados en la planta empacadora, será el correspondiente a la suma de los tres índices que calculamos en los capítulos anteriores y son: el Índice HACCP, que es el máximo valor del vector de prioridades global que corresponde al PCC con mayor impacto ambiental que identificamos en la evaluación medioambiental multicriterio de los 4 PCC, el Índice de Fase Crítica (FC), que es el máximo valor del vector de prioridades global que

corresponde a la fase del mapa de proceso con mayor impacto ambiental y el Índice HHS, recientemente calculado en este capítulo.

TABLA 33

ÍNDICES PARCIALES PARA EL CÁLCULO DEL E.P.I. DUREXPORTA

Índice HACCP (I_1)	0.4432
Índice de Fase Crítica (I_2)	0.4740
Índice HHS (I_3)	5.56

$$E.P.I._{Durexporta} = I_1 + I_2 + I_3$$

$$E.P.I._{Durexporta} = 6.48$$



CIB-ESPOL

El valor de 6.48 representa el E.P.I de DUREXPORTA en los actuales momentos, pero este índice tendrá que ser medido o estimado después de un determinado periodo de tiempo, lo recomendado es en un periodo de 6 meses, para verificar si ha aumentado o disminuido. Si el E.P.I. aumenta significará que el desempeño medioambiental global de la planta empacadora ha sido poco satisfactorio durante ese periodo de tiempo, además nos muestra que las emisiones mas ranqueadas en las 2 evaluaciones medioambientales multicriterio excedieron los niveles aceptables

de impactos. Si por el contrario el E.P.I. disminuye significará que el desempeño medioambiental global de la planta empacadora ha experimentado una mejora significativa durante ese periodo de tiempo. Posteriormente a la elaboración del presente trabajo, se procederá a entregar un informe con todos los resultados obtenidos al jefe de planta de DUREXPORTA, para que así se tomen las medidas necesarias para implementar el modelo desarrollado en esta tesis.

Ahora hay que tener en cuenta que según la ecuación de desempeño medioambiental, los índices I_1 y I_3 , son los únicos que pueden variar en una posterior estimación, ya que el índice de fase crítica (I_2) va ser constante, debido a que el mapa de proceso no será modificado y por lo tanto la fase que producirá mayor impacto ambiental siempre será la fase 4: Tratamiento Hidrotérmico.

$$\text{E.P.I.}_{\text{Durexporta}} = I_1 + I_2 + I_3$$

The diagram illustrates the equation $\text{E.P.I.}_{\text{Durexporta}} = I_1 + I_2 + I_3$. Three arrows point from labels to the terms in the equation: an arrow from 'VALOR VARIABLE' points to I_1 , an arrow from 'VALOR CONSTANTE' points to I_2 , and another arrow from 'VALOR VARIABLE' points to I_3 .

CAPITULO 8

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CIB-ESPOL

8.1. Conclusiones.

1. El mango se ha convertido en uno de los productos no tradicionales de mayor importancia en lo que se refiere a exportaciones a Estados Unidos y Europa.
2. Existen mas de 1000 variedades de mango introducidas al país, de las que se han escogido para exportación: Tommy Atkins, Haden, Kent, Keitt y en una pequeña proporción Van Dyke e Irwin, tomando en consideración el sabor y tamaño, para satisfacer la demanda de sofisticados clientes internacionales y mercados cada vez mas exigentes.
3. La fruta antes de ser colocada en las cajas para exportación es sometida a un estricto control de calidad, para detectar defectos

del producto y luego a un proceso de calentamiento, para evitar enfermedades poscosechas.

4. La implementación efectiva de un Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14001) busca otorgarle a la planta empacadora numerosos beneficios, siendo el más importante la protección del medio ambiente, con la reducción de los residuos de emisión ocasionados por cada una de las fases del mapa de proceso, lo cual se refleja en una disminución de la contaminación.
5. La combinación de los métodos AHP y HHS permitieron realizar no solo un pesaje de alternativas principales particulares sino que también permitió la generalización de dichas alternativas ampliando su campo de acción.
6. La implementación de este modelo de calificación ayudara a lograr un mango empacado en forma higiénica y que además sea inocuo para el consumidor con la aplicación del sistema de HACCP y el sistema HHS, el cual permite evaluar impactos ambientales de riesgo y de salud los cuales pueden ser de carácter particular o general.

7. Las buenas prácticas de manufactura (BPM) y los procedimientos de saneamiento e higiene de planta (SSOP) son los "prerrequisitos" para la implementación de un plan HACCP en la planta empacadora, además de ser exigidos para la importación de mango hacia los Estados Unidos y los países de la Unión Europea.

8. El punto crítico de control (PCC) que produce mayor impacto ambiental es el PCC 03, que corresponde a la fase 4: Tratamiento Hidrotérmico, según la evaluación medioambiental multicriterio de los PCC.

9. La fase del mapa de proceso que produce mayor impacto ambiental es la fase 4: Tratamiento Hidrotérmico, según la evaluación medioambiental multicriterio del mapa de proceso de la fruta.

10. Para el cálculo del índice HHS solo se consideraron los efectos toxicológicos (toxicidad oral, de inhalación, irritación de la piel y ojos) por considerarlos más críticos, ya que son los únicos riesgos de salud a los que está expuesto el trabajador o operador en la planta empacadora de mango.



11. El índice HHS calculado es de 5.56, pero debido a que este índice es una sumatoria del promedio de los índices parciales del aporte de las cuatro emisiones, la emisión sonora es la que tiene el índice HHS mayor: 2.18.

12. El índice de desempeño medioambiental (E.P.I.) de DUREXPORTA es 6.48.

13. La emisión líquida también es una de la más crítica, debido a que la fase "Lavado y Desinfección" posee elementos tales como cloro, que puede causar irritación en la piel y ojos si el operador llegase a tener contacto con este tipo de emisión, lo que implica un riesgo crítico de salud para el operador, también la fase "Tratamiento Hidrotérmico" es crítica en cuanto a riesgos de salud, ya que si el operador tiene un contacto accidental con el agua a altas temperaturas en el tanque hidrotérmico, puede causarle irritación en la piel y quemaduras de tercer grado, esto es debido a los vapores que se generan en esta fase, también resulto ser el punto crítico de control y la fase del mapa de proceso que produce mayor impacto ambiental.

14. El desarrollo de este modelo de calificación puede fortalecer las capacidades estratégicas de DUREXPORTA, logrando metas de mejora continuas y virtualmente eliminando polución y pérdida.

15. En el contexto del manejo poscosecha del mango para exportación, esta tesis definió el desarrollo de una metodología de evaluación multicriterio por evaluar el desempeño medioambiental.

16. Las emisiones medioambientales del proceso a la comunidad (es decir, fuera de la planta) son cuantitativamente y cualitativamente diferente de las exposiciones a los obreros dentro de la planta.



8.2. Recomendaciones.

1. El riesgo de salud más crítico es la irritación de los ojos por lo que se recomienda dotar al operador de gafas de seguridad.
2. Debido a que el Índice HHS (I_3) es el mas alto de los 3, una de las principales metas de DUREXPORTA será tratar de reducirlo, tomando las debidas precauciones en la seguridad de sus trabajadores.
3. La planta empacadora debe proporcionar al personal la vestimenta adecuada (equipos blancos, botas, delantales, redes para cabello, gorros, tapabocas, guantes, etc.).
4. Si existiera el caso de que algún operador tenga alguna enfermedad respiratoria o resfriado, tratar en lo posible de evitar ubicarlo en la fase 7 (Reposo).
5. Las operaciones de limpieza y desinfección deben estar documentadas, especificando tanto los procedimientos a seguir como los controles seguidos.



CIB-ESPOL

6. La administración de la planta es la responsable en controlar el estado sanitario de su personal (control de enfermedades transmisibles, de heridas abiertas, infectadas o cualquier otra lesión que pueda ser causa de contaminación microbiológica) y de la educación y entrenamiento del mismo, tanto para ser capaces de reportar enfermedades así como el de saber mantener una higiene personal adecuada (lavado completo de manos y desinfección antes de comenzar cualquier trabajo en el cual se manipule el alimento, superficies en contacto con él, ingredientes; después de cada ausencia del sitio de trabajo y en cualquier otra ocasión en la que se contaminen las manos).
7. Los datos de evaluación de impacto medioambiental (EIA) necesitan ser guardados y manejados en una manera organizada.
8. Es conveniente disponer de espacio libre para futuras ampliaciones y para la separación de procesos en los que haya una posibilidad de contaminación potencial del alimento.
9. Aunque parezca obvio, la estructura del edificio debe ser lo suficientemente grande, amplia, para acomodar las líneas de



proceso holgadamente, sin entorpecer las operaciones de aseo y sanitización (desinfección).

10. Las lámparas o tubos fluorescentes u otros dispositivos de luz o cualquier vidrio suspendido encima de donde estén los alimentos, en cualquier etapa de la elaboración, se deben proteger para evitar la contaminación física por rotura del vidrio.
11. La ventilación debe ser suficiente como para evitar la fatiga de los operarios (exceso de vapor, calor) así como evitar la contaminación del mango.
12. Se deben colocar equipos de extracción de aire para minimizar los olores y vapores.
13. Todos los utensilios, equipos y artefactos de almacenamiento o transporte que se emplean durante el proceso de empaque deben ser limpiados y desinfectados después del uso. Se debe lavar profundamente después de que la producción del día ha terminado y estar desinfectados los equipos, las superficies de contacto con el mango antes de comenzar a procesar nuevamente

APÉNDICE A

LISTADO DE EXPORTADORES DE MANGO

LISTA DE EXPORTADORES DE MANGO

<http://www.corpei.org/OferExportable/mango/index.htm>

webmaster@corpei.org

<http://www.corpei.org/OferExportable/lista/exporMango.htm>

EMPRESA	REPRESENTANTE	DIRECCIÓN	TELEFONO	CIUDAD
ADIMAXA	Alex Olsen	Km 26.5 Vía a la Costa	(593 4) 2 871995 (593 4) 2 871996	Guayaquil
AGRÍCOLA BALZAR Cia. Ltda.	Walter Manosalvas inesm@uio.satnet.net	Panamericana Norte Km 8	(593 2) 2471829	Quito
DOLE-UBESA	Renato Acuña	Av. Las Monjas10 y Av. Carlos Julio Arosemena	(593 4) 2204850	Guayaquil
DUPLINSA S.A.	Freddy Bustamante duplinsa@gye.satnet.net	Km 10.5 Vía a Daule.	(593 4) 2253179 (593 4) 2251601	Guayaquil
DUREXPORTA	Oscar Orrantia durexpor@srv1.telconet.net	Km 14.5 Vía a Daule, frente a MABE	(593 4) 2 893651 (593 4) 2 893652	Guayaquil
ECUAFRUIT S.A.	Ing. José Ramírez jorama@ecua.net.ec	Km 3.5 Vía Samborondón, Urbanización Palmar del Río	(593 4) 2 836313 (593 4) 2 836663	Guayaquil
EXOFRUT INV.	Fernando Valdano exofruit@impsat.net.ec	Km 19.5 Vía a la Costa	(593 4) 2 871040 (593 4) 2 871044	Guayaquil
EXPORTADORA BANANERA NOBOA	Roberto Maspons rmaspons@bonita.com	El Oro 101 y la Ria.	(593 4) 2 442055	Guayaquil
FRUIT PACK	Luis Pulido fruitpac@impsat.net.ec	Km 26.5 Vía a la Costa	(593 4) 2 871996	Guayaquil
FRUTADING S.A.	David Moya ftt@hoy.net	Av. Patria 640 y Amazonas (4to piso, of. 1003)	(593 2) 2563342 (593 2) 2509832	Quito
IMAGROSA	Adolfo Rodríguez M. arodriguez@gu.pro.ec	Av. Juan Tanca Marengo a 500 m de Edificio IMAGROSA.	(593 4) 2284700 (593 4) 2292409	Guayaquil
INCOAGRO	Estuardo Quirola	Circunvalación Sur 205 y Unica	(593 4) 2386897	Guayaquil
IND. PESQUERA SANTA PRISCILA	Ing. Francisco Cornejo ipsp_ic@gye.satnet.net	Av. del Ejercito 615 y 1ro. de Mayo	(593 4) 2691293 (593 4) 2691294	Guayaquil
LIBIA PIÑEIROS CHAME	Ricardo Gonzalez	Km 13.5 Vía a Daule	(593 4) 2253851 (593 4) 2256745	Guayaquil
MANGOLITE S.A.	Gilberto Escobar mangrico@ecua.net.ec	Fco. de Orellana, calle 3ra.junto a Juan Marcet.	(593 4) 2283400	Guayaquil

EMPRESA	REPRESENTANTE	DIRECCIÓN	TELEFONO	CIUDAD
NATRADE	Alfonso Trujillo	Pascuales Km. 14.5, atrás de Durex	(593 4) 2898247 (593 4) 2898249	Guayaquil
PIVANO EL ROSARIO	Sergio Cedeño agrdivision@mail.ersa.com	Av. Domingo Comin y P. Boloña	(593 4) 2447448 (593 4) 2445903	Guayaquil
PRECEXPORT	Cecilio Jalil Mariuxi Massini	Aguirre 2115 y Carchi	(593 4) 2452079 (593 4) 2452131	Guayaquil
RAMON E .NAVARRO	Ramon Navarro mnavarro@ecua.net.ec	P. Icaza 407 Y Córdova	(593 4) 2314009	Guayaquil
RUBEN OLIVO	Ruben Olivo	Calle G 705 y la 8va.	(593 4) 2291694	Guayaquil
SUCRE RODRÍGUEZ	Sucre Rodriguez	Km 22.5 Vía a Daule	(593 4) 2267719	Guayaquil
TERELSA	Miguel Reshuan A. terelsa2000@hotmail.com	Km 23 Vía Perimetral, frente a SUPAN.	(593 4) 262839 (593 4) 2257372	Guayaquil
WINSTON VERDUGA	FLEVI S.A.	C.C. EL TERMINAL Bloque B local 33-34	(593 4) 2297245	Guayaquil



CIB-ESPOL

APÉNDICE B

CERTIFICACIÓN ISO 14000

CERTIFICACION ISO 14000

VERTIENTES Y ORIGEN DE LA ISO 14000

Cabe resaltar dos vertientes de la ISO 14000:

- 1.- La certificación del Sistema de Gestión Ambiental, mediante el cual las empresas recibirán el certificado.
- 2.- El Sello Ambiental, mediante el cual serán certificados los productos ("sello verde").

La ISO 14000 se basa en la norma Inglesa BS7750, que fue publicada oficialmente por la British Standards Institution (BSI) previa a la Reunión Mundial de la ONU sobre el Medio Ambiente (ECO 92). Una de las deliberaciones de la ECO 92 trató sobre la instalación de un grupo de trabajo por parte de la International Standardization Association (ISO) para estudiar la elaboración de Normas Ambientales. El resultado de estos trabajos fue la creación del Comité Técnico 207-ISO/TC 207, en marzo de 1993. El Comité Técnico estructuró seis subcomités y un grupo de trabajo, en los cuales se discutieron los temas pertinentes con los países responsables.

Subcomité 01: Sistema de Gestión Ambiental- Reino Unido

Subcomité 02: Auditorías Ambientales- Holanda

Subcomité 03: Sellos Ecológicos (Sellos Verdes)- Australia

Subcomité 04: Evaluación del Desempeño Ambiental- Estados Unidos

Subcomité 05: Análisis del Ciclo de Vida- Francia

Subcomité 06: Términos y Definiciones- Noruega

Grupos de Trabajo: Aspectos Ambientales en normas y productos- Alemania



CIB-ESPOL

La edición final de la norma BS-7750 se publicó en 1994 y sirve de guía para la evaluación del impacto ambiental. La norma internacional ISO 14000 fue aprobada en septiembre de 1996 y la adopción de la norma a rango de "norma nacional" en Europa se dio en marzo de 1997. La versión oficial en idioma español de la norma internacional fue publicada en mayo de 1997.

1.- Sistema de Gestión Ambiental 14001

La Gestión Ambiental se refiere a todos los aspectos de la función gerencial (incluyendo la planificación) que desarrollen, implementen y mantengan la política ambiental.

Por Política Ambiental se entiende al conjunto de directrices que debe adoptar una organización que busque la integración del proceso productivo con el Medio Ambiente, sin perjuicio de ninguna de las partes. El Programa de Gestión Ambiental es una descripción de cómo lograr los objetivos ambientales dictados por la política ambiental.

El sistema de Gestión Ambiental comprende la estructura organizacional, así como las responsabilidades, prácticas y procedimientos, y los recursos necesarios para implementar la gestión ambiental. Este sistema se circunscribe a la serie ISO 14001 - 14004. La norma 14001 es la que certifica las empresas o especifica las principales exigencias de un sistema de Gestión Ambiental, en ella no se presentan criterios específicos de desempeño ambiental, pero si le exige a cada organización elaborar su propia política y contar con objetivos que estudien las exigencias legales y la información referente a los impactos ambientales significativos.

La norma se aplica a los efectos ambientales que pueden ser controlados por la organización y sobre los cuales se espera que la misma ejerza una influencia. Abarca

todo el sistema de gestión ambiental y proporciona especificaciones y guías de uso, incluyendo elementos centrales del Sistema que vayan a utilizar para la certificación o registro. La norma 14004 ofrece directrices para el desarrollo e implementación de los principios del Sistema de Gestión Ambiental y las técnicas de soporte; además presenta guías para su coordinación con otros sistemas gerenciales como la ISO 9000.

2.- Auditoría Ambiental

Es una herramienta de gestión que comprende una sistemática, documentada, periódica y objetiva evaluación de cómo la organización y gestión de bienes de equipo medioambientales están cumpliendo con el propósito de salvaguardar el Medio Ambiente. Es una especie de evaluación a la empresa, internamente o por medio de terceros, siempre y cuando se llevada a cabo por un equipo técnicamente capacitado y que no tenga intereses ni ideas preconcebidas sobre ella. La norma ISO 14010 comprende los principios generales de Auditoría Ambiental, mientras que la ISO 14011 trata de sus procedimientos y la ISO 14012 se ocupa de los criterios de calificación de los auditores.

3.- Sello Ambiental

En base a éstas normas es posible la certificación de los productos ambientales sanos. La certificación se dará en forma de sellos o mensajes de tipo ecológico, contenidos en el empaque e incluso en los propios productos certificados. Actualmente, el sello es uno de los temas de mayor importancia de la serie ya que han llegado a convertirse en un poderoso instrumento de proteccionismo comercial e incluso en un instrumento eficaz de mercadeo. El uniformar y universalizar los criterios para otorgar el sello ambiental ha sido una tarea compleja, debido a las múltiples diferencias y particularidades que presentan las diversas regiones del globo. La ISO 14000 ha tenido como objetivo sustituir o sumar en grupos por un Sello Ambiental común, basado en los principios de una norma Universal única.

4.- Evaluación del Desempeño Ambiental

Esta norma permite definir los conceptos y procedimientos para que las organizaciones puedan medir, analizar, valorar, describir y comunicar su desempeño ambiental, con miras a un gerenciamiento apropiado. Esta evaluación debe realizarse siempre de igual manera; hasta ahora se dificulta debido a las diferencias entre las organizaciones ya sea por su ubicación geográfica, las condiciones de mercado y otros múltiples factores. Se realiza el análisis basado en determinados indicadores que miden el desempeño ambiental y se registran los alcanzados por cada organización.

5.- Evaluación del Ciclo de Vida

Es un método analítico que permite el desarrollo de criterios y procedimientos objetivos para la evaluación del efecto ambiental de los productos. Constituye un instrumento valioso en la obtención de información detallada de los procesos y materiales para el proceso de toma de decisiones en ingeniería. Toma en cuenta el ciclo de vida total, esto es, desde su concepción del término de vida útil, pasando por la evaluación de las materias primas, productos en proceso y el análisis de etapas de manufactura hasta el destino final del producto. La utilización de recursos naturales escasos, la posibilidad de reciclaje y/o la recuperación parcial de la energía en la incineración de desechos, desempeñan un papel determinante en la evaluación del ciclo de vida del producto.

LA NORMA ISO 14001.

Esta norma contiene únicamente aquellos requisitos que pueden ser auditados objetivamente con propósitos de certificación/registro y/o autodeclaración; no establece requisitos categóricos para el comportamiento medioambiental más allá del compromiso, declarado en la política medioambiental, del cumplimiento de la legislación y normativa aplicables y a la mejora continua. Por tanto, dos organizaciones que realizan actividades similares pero que tienen diferentes comportamientos medioambientales, puedan cumplir con los mismos requisitos. Especifica los requisitos necesarios para que un sistema de gestión medioambiental capacite a una organización, para que formule sus políticas y objetivos, tomando en cuenta los parámetros legales y la información acerca de los impactos medioambientales significativos. **Se aplica a aquellos aspectos medioambientales que la organización puede controlar y sobre los que puede esperarse que tenga influencia.** No establece por sí misma criterios de actuación medioambiental específicos.

Para su aplicación se requiere:

1. Implantar, mantener al día y mejorar un sistema de **gestión medioambiental**.
2. Asegurarse de su conformidad con su política medioambiental **declarada**.
3. Demostrar a terceros tal conformidad.
4. Procurar la certificación/registro de su sistema de **gestión medioambiental** por una organización externa.
5. Llevar a cabo una autoevaluación y una autodeclaración **de conformidad** con esta norma

Requisitos para implementar un Sistema de Gestión Ambiental:

La alta dirección de la organización debe definir la **política medioambiental** de la organización y asegurar que la misma sea:

- a. Apropriada a la naturaleza, magnitud e **impactos medioambientales** de sus actividades, productos o servicios
- b. Incluya un compromiso de mejora **continua y de provención** de la contaminación
- c. Incluya un compromiso de **cumplir con la legislación** y reglamentación medioambiental aplicable y con otros **requisitos que la organización suscriba**
- d. Capaz de proporcionar el marco para **establecer y revisar** los objetivos y metas medioambientales
- e. Documentada, implantada, mantenida **al día y comunicada** a todos los empleados.
- f. Editada a disposición del público

El establecimiento de una Política Medioambiental **tiene los siguientes pasos:**

- a. Planificación: La organización debe **establecer y mantener al día** el o los procedimientos para identificar los aspectos medioambientales, **para esto debe:**
 - Conocer todos los requisitos, legales o no, existentes
 - Establecer los objetivos y metas que persigan el lograr estos aspectos medioambientales
 - Definir el Programa de Gestión Medioambiental
- b. Implantación y Funcionamiento: La organización requiere:
 - Definir su estructura y las responsabilidades de sus miembros
 - Formar, sensibilizar y capacitar al personal en la línea medioambiental
 - Comunicar
 - Documentar el Sistema de Gestión Medioambiental

- Controlar el manejo de ésta documentación
- Realizar el control operacional
- Elaborar planes de contingencia y preparar la capacidad de respuesta

c. Comprobación y Acción Correcta: En esta fase se requiere establecer:

- El seguimiento y la medición de acciones
- La no conformidad, acción correcta y acción preventiva
- Los registros medioambientales
- La auditoría del Sistema de Gestión Medioambiental

La alta dirección de la organización debe revisar el sistema de gestión medioambiental, a intervalos definidos, que sean suficientes para asegurar su adecuación y su eficacia continuadas.

Auditorías Medioambientales

Las auditorías permiten tener una información objetiva y evidente de cómo está la situación medioambiental total, y permite ayudar a responder a una mayor conciencia de los consumidores y la comunidad en general. Abarca las tareas de búsqueda de información y de recolección de datos, las visitas y reuniones en la planta, la toma de muestras y el balance de materiales.

Su objetivo principal es recoger información suficiente, fiable, relevante y útil sobre:

- Información general de la empresa
- Documentación de la planta
- Permisos y autorizaciones
- Descripción de los procesos industriales

En base a esta información puede realizar:

- Análisis de entrada de materiales
- Identificación de materias primas
- Análisis de salidas de productos y subproductos
- Identificación y caracterización de residuos y emisiones
- Análisis de los sistemas y actividades de tratamiento de residuos
- Evaluación de la información recogida

Los elementos considerados en las Auditorías Medioambientales son:

- Aire: emisiones y fuentes
- Agua: abastecimiento, contaminación
- Residuos: tipo, cantidad, tratamiento, almacenaje
- Suelos: uso, derrames, hidrología, capas freáticas
- Usos de la energía: consumo, utilización, ahorros, cogeneración, aprovechamiento
- Ruido: medición, niveles, información, protección, quejas exteriores
- Flora y fauna: inventario e impacto sobre la zona

Las tareas de la Auditoría Medioambiental son:

- Identificar y entender los sistemas internos de control de la planta
- Establecer reuniones de comienzo
- Visitar y conocer la planta
- Revisar el plan de diagnóstico
- Evaluar los sistemas internos de control
- Identificar fortalezas y debilidades de la planta

- Adaptar el plan y distribuir los recursos
- Definir las estrategias de verificación
- Evaluar los costos de tratamiento de residuos y emisiones
- Recoger datos y otras evidencias
- Aplicar estrategias de verificación y recolección de datos
- Asegurar el cumplimiento de etapas
- Revisar "hallazgos" y observaciones
- Asegurar que los "hallazgos" se basen en información objetiva
- Evaluar los "hallazgos"
- Agrupar los papeles de trabajo y otros documentos
- Integrar y reunir los "hallazgos"
- Preparar el informe de avance de la reunion de despedida
- Comunicar los "hallazgos" a los responsables de planta, presentar el informe y discutir



CIB-ESPOL

GLOSARIO DE TERMINOS.

Mejora Continua.- Es el proceso de intensificación del sistema de gestión medioambiental para la obtención de mejoras en el comportamiento medioambiental global, de acuerdo con la política medioambiental de la organización.

Medio Ambiente.- Es el conjunto de circunstancias principalmente físicas, pero también culturales y sociales, que rodean a los seres vivos. Con la consideración de la naturaleza sistemática que constituye el entorno que rodea al ser humano y con el cual interactúa. (Actualmente en Ecuador se considera más apropiado denominarlo simplemente ambiente).

Aspecto Medioambiental.- Es un elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

Política Medioambiental.- Es la declaración por parte de la organización, de sus intenciones y principios en relación con su comportamiento medioambiental general, que proporciona un marco para su actuación y para el establecimiento de sus objetivos y metas medioambientales.

Organización.- Es toda compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, tengan o no forma de sociedad, sea ésta pública o privada, que tienen sus propias funciones y administración.

APÉNDICE C

ANÁLISIS DE PELIGROS, MEDIDAS PREVENTIVAS, EVALUACIÓN DE RIESGOS, Y DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

PLAN HACCP DUREXPORT S.A.
PRINCIPIO 1(FASE 7) Y PRINCIPIO 2 (FASE 8)

ABREVIATURAS:

PB	Peligro Microbiológico
PQ	Peligro Químico
PF	Peligro Físico/ Cuerpos Extraños
DC	Defecto de Calidad
PC	Punto de Control
PCC	Punto Crítico de Control
EVALUACIÓN DEL RIESGO	
Gravedad	Alta (A) Media (M) Baja (B)
Ocurrencia	Alta (A) Media (M) Baja (B)
Detección	Alta (A) Media (M) Baja (B)



ETAPA 1: RECEPCIÓN Y APROBACIÓN DE MATERIA PRIMA

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO					ARBOL DE DECISION				PCC	
		G B	O A	D M	Sign NO	Comentarios	1 NO	2	3	4		
PB: Presencia de Microorganismos tales como Colletotrichum gloeosporioides (Antracnosis), Botryodiplodia theobromae, Salmonella sp, Coliformes fecales por contacto de la fruta con el suelo y por malas practicas de higiénicas en campo	Ninguna						El mango puede contener microorganismos por contaminación en el campo debido a la mala manipulación y contacto con el suelo y desechos orgánicos, en la transportación y en el almacenamiento en la planta hasta su proceso. Estos microorganismos serán eliminados en pasos posteriores.					NO ES PCC
PQ: Contaminación con otros productos químicos durante su transportación.	Se inspeccionan visualmente el mango para detectar algún tipo de contaminación por químicos en la recepción y aprobación de la materia prima.	B	B	A	NO		En la transportación podría ocurrir una contaminación cruzada por lo que se chequean los transportes al llegar a la planta y se recomienda que sean de uso exclusivo para la transportación de la misma.	NO				NO ES PCC
PQ: Presencia de residuos de pesticidas por malas prácticas agrícolas (uso inadecuado de pesticidas y abuso de la misma, etc)	En esta etapa del proceso se toman medidas preventivas al final del proceso, se realiza análisis de pesticidas una vez durante el año de producción. Se entrega al proveedor el Anexo 1 sobre el peligro identificado, y se recomienda al proveedor el uso adecuado de pesticidas.	A	B	B	SI		El S.E.S.A. monitorea continuamente la incidencia de plagas y el uso de pesticidas Se toma como guía las referencias EPA y UE sobre el uso de pesticidas.	SI	NO			ES PCC
PF: Contaminación con cuerpos extraños tales como hojas, tierra, palos y suciedad	La materia prima es transportada en camiones debidamente protegidos de algunos agentes físicos y se realiza una inspección al vehiculo y queda documentado en el reporte de control de calidad en la recepción	B	B	A	NO		La fruta en el vehiculo siempre llega cubierto con lonas para protegerla de suciedad, hojas, tierra y demás cuerpos extraños que son retirados en etapas posteriores.	NO				NO ES PCC

CONCLUSIONES DEL GRUPO HACCP: LA PRESENCIA DE RESIDUOS DE PESTICIDAS EN LA FRUTA SE CONSIDERA UN PCC, SE CAPACITA AL PROVEEDOR SOBRE EL USO ADECUADO DE PESTICIDAS.



ETAPA 2 : LAVADO Y DESINFECCION

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO					ARBOL DE DECISION				PCC
		G A	O B	D A	Sign NO	Comentarios	1 SI	2 SI	3	4	
PM. : No reducción de microorganismos patógenos (Colletotrichum gloeosporioides (Antracnosis), Botryodiplodia theobromae, Salmonella sp, Coliformes fecales) en el agua de la tina de lavado .	Para la desinfección de la fruta se adiciona hipoclorito de calcio en cantidades suficientes para mantenerla a 100 ppm y asegurar la eliminación de los microorganismos patógenos que puedan contaminar la fruta. La calidad del agua esta gestionada por el POES 01. Una compañía externa bimestralmente durante la campaña de producción realiza análisis microbiológico del agua para asegurar la calidad de la misma					Se controla continuamente la cantidad de cloro y recambios de agua, el cual queda registrado en la bitácora de aplicación de cloro.					ES PCC
PQ. : Concentraciones elevadas de cloro en el agua	Se lleva una bitácora de control para registrar los cambios de agua y la dosificación del cloro en la tina de lavado cada media hora .	M	B	A	NO	El mango se puede contaminar con una elevada dosificación de cloro en la tina de lavado durante el proceso.	SI	NO	NO		NO ES PCC
PF. : No Reducción de cuerpos extraños tales como hojas, pedúnculos, tierra y otros	En la tina de lavado se quedan retenidos los cuerpos extraños en el agua que minimiza este peligro	B	A	A	NO	En cada recambio de agua, se eliminan los cuerpos extraños, en etapas posteriores se siguen minimizando este peligro.	NO	NO			NO ES PCC

Conclusiones del Grupo HACCP: Es un punto crítico de control, la no reducción de microorganismos por mala dosificación de cloro.

ETAPA 3 : CALIBRACIÓN Y PESADO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				Comentarios	ARBOL DE DECISION				PCC
		G M	O B	D B	Sign NO		1 SI	2 NO	3 NO	4	
PM. : Contaminación de microorganismos por el mal lavado de las copas de la maquina clasificadora, bandas y rodillos transportadora	La limpieza de las copas, bandas y rodillos durante la clasificación y pesado esta gestionada por el POES 3 y se realiza de acuerdo al Instructivo de Limpieza IT.RE.MR.03.03, IT.RE.CC.03.04, IT.RE.BT.03.05					Contaminación cruzada debido a una mala limpieza y desinfección de partes de maquinas por donde pasa el mango durante su calibración y pesado					NO ES PCC
PQ. : Contaminación de la fruta con residuos de productos de limpieza	Revisar y aplicar correctamente los instructivos de limpieza y asegurar el uso de productos químicos, los cuales están gestionados en el POES 03 y 06	A	B	B	NO	La contaminación en esta etapa puede producirse al no eliminar todos los residuos de químicos que se utilizan durante la limpieza	SI	NO	NO		NO ES PCC
PF: Contaminación cruzada por cuerpo extraños de partes de maquinarias	Durexporta S.A. tiene documentado e implementado el plan de mantenimiento	M	B	B	NO	El Jefe de Mantenimiento es el responsable de ejecutar el Plan de Mantenimiento	SI	NO	NO		NO ES PCC



CIB-ESPOL

ETAPA 4 : TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				Comentarios	ARBOL DE DECISION				PCC
		G A	O B	D A	Sign SI		1 SI	2 SI	3	4	
PB: Sobre vivencia de la larva de la mosca de la fruta (<i>Anastrepha</i>) en el mango	Dependiendo del calibre de la fruta se someter el mango al tratamiento hidrotérmico y se aplican diferentes tiempos que van de 75 a 90 minutos, a una temperatura de 116°F. Se controlan periódicamente las temperaturas del agua para asegurar la muerte de la larva de la fruta				SI	Existe en el país el S.E.S.A. (Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria) que monitorea constantemente la presencia y reproducción de la mosca de fruta en las haciendas productoras.	SI	SI			ES PCC
PM: Contaminación y crecimiento de microorganismos patógenos (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Antracnosis), <i>Botryodiplodia theobromae</i> , <i>Salmonella</i> sp, Coliformes fecales) por agua del tratamiento contaminada.	Se controla el tiempo de permanencia y la temperatura del agua en el tratamiento hidrotérmico que pueden originar la proliferación de los microorganismos. La calidad del agua esta gestionada por el POES 01.	A	M	B	SI	Una compañía externa bimestralmente durante la campaña de producción realiza análisis microbiológico del agua para asegurar la calidad de la misma	SI	NO	SI	NO	NO ES PCC
PF: Contaminación cruzada por cuerpo extraños de partes de maquinarias o tecele	Durexporta S.A. tiene documentado e implementado el plan de mantenimiento	M	B	B	NO	El Jefe de Mantenimiento es el responsable de ejecutar el Plan de Mantenimiento	SI	NO	NO		NO ES PCC

Conclusiones del Grupo HACCP: Es un punto crítico de control, la sobre vivencia de la larva de la mosca de la fruta (*Anastrepha*).

ETAPA 5 : PRE-ENFRIADO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO					ARBOL DE DECISION				PCC
		G M	O B	D A	Sign SI	Comentarios	1 SI	2 NO	3 NO	4	
PB: Supervivencia de la larva de la mosca de la fruta.	Respetar el tiempo de reposos establecido en el Work Plan para asegura la efectividad del Tratamiento hidrotérmico.					Comentarios El organismo internacional APHIS tiene estipulado en el work plan para las empacadoras de mango dejar reposar 30 minutos después de salida la fruta del tratamiento para asegurar la inocuidad del mango referente a la larva de la mosca de la fruta.					NO ES PCC

ETAPA 6 : ENFRIAMIENTO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO					ARBOL DE DECISION				PCC
		G A	O B	D A	Sign NO	Comentarios	1 SI	2 NO	3 NO	4	
PB: Contaminación y crecimiento de microorganismos patógenos <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Antracnosis), <i>Botryodiplodia theobromae</i> , <i>Salmonella sp</i> , Coliformes fecales) por agua del enfriamiento.	Se controla la calidad del agua química y microbiológicamente, el agua esta gestionada por el POES 01.					Comentarios Una compañía externa bimestralmente durante la campaña de producción realiza análisis microbiológico del agua para asegurar la calidad de la misma					NO ES PCC

ETAPA 7 : REPOSO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				ARBOL DE DECISION	PCC			
		G A	O B	D M	Sign SI					
PB: Re contaminación microbiológica por causa de la humedad relativa y el calor.	Se ha dispuesto un sistema de ventilación para que en esta área no se concentre el calor y la humedad que genere el crecimiento de microorganismos. En etapa posterior se reduce este peligro.					1 SI	2 NO	3 NO	4	NO ES PCC
<p style="text-align: center;"><i>Comentarios</i></p> <p>Mantener en una condición optima el sistema de ventilación de esta área según el Plan de Mantenimiento de la planta.</p>										

ETAPA 8 : ENCERADO, CEPILLADO Y SECADO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				ARBOL DE DECISION	PCC			
		G A	O B	D A	Sign SI					
PB : Recontaminación de microorganismo tales como Colletotrichum gloeosporioides (Antracnosis), Botryodiplodia theobromae, Salmonella sp y Coliformes fecales por la mala limpieza de la maquina enceradora, horno de secado	La limpieza de la maquina esta gestionada en el POES 3 y se realiza de acuerdo al Instructivo de Limpieza IT.ME.EUS.03.03, IT.HS.EUS.03.03 Y otra medida preventiva es la aplicación de cloro y funguicidas en la preparación de la cera.					1 SI	2 NO	3 NO	4	NO ES PCC
<p style="text-align: center;"><i>Comentarios</i></p> <p>La limpieza queda documentada en el registro RL.IT.EUS.03.03.</p>										
PQ : Contaminación química con el funguicida, cloro y cera por una mala formulación	Se capacitar al personal encargado y aplicar correctamente la formulación de la cera, cloro y funguicida que se aplican en esta etapa.	A	B	M	SI	SI	NO	SI	NO	ES PCC
PF : Contaminación con las cerdas de los cepillos de la maquina y alguna pieza de metal del horno de secado.	Durexporta S.A. tiene documentado e implementado un plan de mantenimiento	M	B	B	NO	SI	NO	NO		NO ES PCC

Conclusiones del Grupo HACCP: Es un punto crítico de control la Contaminación química con el funguicida, cloro y cera por una mala formulación

ETAPA 9 : EMPACADO, ETIQUETADO Y SELLADO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				Comentarios	ARBOL DE DECISION				PCC
		G A	O B	D B	Sign. SI		1 SI	2 NO	3 NO	4	
PB : Contaminación microbiológica por manipulación del mango al momento de ser empacado y etiquetado y contacto con superficies sucias (mesa de empaque).	Se controla y registra la normas higiénicas en las rutinas de trabajo, esta gestionada por el POES 2 y la limpieza de los equipos (mesa de empaque, rodillos transportadores, bandas transportadoras) por el POES 3				SI	Aplicación correcta de las BPM (BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA) .					NO ES PCC
PQ : Contaminación con restos químicos utilizados en la limpieza y desinfección de los equipos	La limpieza de los equipos esta gestionada por el POES 3 con los instructivos de limpieza.	A	B	B	NO	Por descuido el mango puede contaminarse por los químicos que se utilizan en la limpieza de los equipos.	SI	NO	NO		NO ES PCC

ETAPA 10 : PALETIZADO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				Comentarios	ARBOL DE DECISION				PCC
		G A	O B	D B	Sign. SI		1 SI	2 NO	3 NO	4	
PB : Contaminación por el uso de palets infestados por insectos (Termitas, polilla)	Exigir al proveedor el tratamiento adecuado a los palets antes de ser llevados a la planta				SI	Se realizan auditorias periódicas a los proveedores de material de empaque.	SI	NO	NO		NO ES PCC
PQ : Contaminación química por olores y productos químicos mal almacenados	Almacenar adecuadamente el material de empaque					Se realizan auditorias periódicas a los proveedores del material de empaque.	SI	NO	NO		NO ES PCC
PF : Contaminación por agentes físicos como restos de sunchos, grapas, astillas de palets	Inspección visual antes, durante y después del paletizado por parte del personal del Departamento de Control de Calidad	B	B	B	NO	En el caso de ocurrir este peligro el departamento de Calidad analiza las causas y es rechazado el palets	SI	NO	NO		NO ES PCC



ETAPA 11 : PRE-ENFRIAMIENTO (TUNELES AIRE FORZADO)

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				Comentarios	ARBOL DE DECISION				PCC
		G B	O B	D B	Sign NO		1 SI	2 NO	3 NO	4	
PM :Proliferación microbiológica por variaciones de temperatura en el enfriamiento de la pulpa del mango provocando una aceleración en la maduración de la fruta	Controlar y mantener la temperatura del túnel de enfriamiento para minimizar la proliferación de los microorganismos.					Bajar la temperatura de la pulpa del mango entre 12 y 13 °C en tres horas que dura este proceso.					NO ES PCC

ETAPA 12 : CAMARA DE MANTENIMIENTO

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				Comentarios	ARBOL DE DECISION				PCC
		G B	O B	D B	Sign NO		1 SI	2 NO	3 NO	4	
PB : Crecimiento de patógenos en el caso de que no se mantenga a una temperatura adecuada durante el almacenamiento en cámara de frío.	Mantener una temperatura constante de 9 °C hasta el momento de su despacho en la cámara de frío para reducir el crecimiento de microorganismos.					Existe un monitoreo electrónico de temperatura en las cámaras de frío para asegurar que este peligro no ocurra.					NO ES PCC

ETAPA 13 : EMBARQUE

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				ARBOL DE DECISION	PCC									
		G B	O B	D B	Sign NO											
PB : Proliferación y crecimiento de patógenos	Mantener la temperatura a 9°C. hasta la terminación del embarque					<p><i>Comentarios</i></p> <p>Durexporta S.A. contrata contenedores que cumplan con los requisitos de calidad como: temperatura a 9°C, 80-90% de humedad relativa, 25% de renovación de aire</p>	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>NO</td> <td></td> </tr> </table>	1	2	3	4	SI	NO	NO		NO ES PCC
1	2	3	4													
SI	NO	NO														
PB : Contaminación Biológica debido a la presencia de algún insecto al momento de cargar el contenedor.	El inspector de L APHIS y el responsable de Control de calidad verifican antes de cargar el contenedor que no exista ningún insecto en el interior del contenedor, otra medida es el uso de malla mosquitera entre la esponja protectora de la cámara y el contenedor por la parte superior para que no haya una posible contaminación					<p>El inspector de control de calidad realiza un reporte por cada contenedor que se carga en la planta, anotando la numeración del mismo si esta limpio y desinfectado, si no tiene presencia de olores y materiales extraños.</p>	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>NO</td> <td></td> </tr> </table>	SI	NO	NO		NO ES PCC				
SI	NO	NO														
PQ : Contaminación gases por restos de químicos que tenga el contenedor a su arribo a planta	En esta etapa el Inspector tanto del APHIS rigiéndose en el work plan y el de Control de calidad por el documento de Inspección y carga del contenedor se aseguran que este libre de cualquier resto que pudiese haber en el interior del contenedor.	A	B	B	SI	<p>Todos los contenedores son revisados a su arribo a planta.</p>	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>	SI	NO	SI	NO	ES PCC				
SI	NO	SI	NO													

ETAPA 14 : RECEPCIÓN Y APROBACIÓN MATERIAL EMPAQUE

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				ARBOL DE DECISION	PCC
		G B	O B	D B	Sign NO		
<p>PB: Contaminación microbiológica por una malas prácticas de manufactura del proveedor.</p> <p>PB: Contaminación de los pallets por la presencia de termitas, por un mal tratamiento de la madera por parte del proveedor.</p>	<p>Auditar constantemente al proveedor de material de empaque que cumpla con los requisitos de calidad exigidos por Durexporta S.A.</p> <p>Una persona del Dept. de Calidad y el encargado de bodega revisan los materiales a su recepción y antes de ser utilizados en el proceso.</p>	A	B	A	SI	<p>1 NO</p> <p>2 NO</p> <p>3</p> <p>4</p>	<p>NO ES PCC</p> <p>NO ES PCC</p>
<p>PQ: Contaminación con químicos durante la transportación de los materiales hacia la planta y dentro de la bodega.</p>	<p>Se ha designado una área específica para el material de empaque para evitar la contaminación con productos químicos.</p>	B	B	B	NO	<p>NO</p> <p>NO</p>	<p>NO ES PCC</p>
<p>PF: Posible contaminación con restos de palos, tierra, plásticos.</p>	<p>Asegurarse que todos los materiales lleguen debidamente sellados.</p>	B	B	B	NO	<p>NO</p> <p>NO</p>	<p>NOES PCC</p>

ETAPA 15 : AREA DE ARMADO Y ALMACENAMIENTO DE CAJAS (PEGABLES Y MANUALES)

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				ARBOL DE DECISION	PCC	
		G M	O B	D B	Sign NO			
PB : contaminación microbiológica por el contacto del cartón con manos sucias contaminadas y mal almacenamiento.	Exigir al personal de la planta aplicar las BPM, la limpieza del personal regulado por el POES 02					1 NO	2 3 4	NO ES PCC
<p><i>Comentarios</i></p> <p>El material de empaque es almacenado en palets plásticos.</p>								

ETAPA 16 : CISTERNA AGUA POTABLE

PELIGRO	MEDIDA PREVENTIVA	EVALUACION DE RIESGO				ARBOL DE DECISION	PCC			
		G A	O B	D B	Sign SI					
PB : Contaminación microbiológica por el mal funcionamiento de sistema de lámparas Ultra Violeta.	Revisar constantemente el funcionamiento del sistema de lámparas UV.					1 SI	2 NO	3 NO	4	NO ES PCC
PQ : Contaminación por el mal uso de desinfectantes utilizados en la limpieza de la cisterna.	Dentro del POES1 existe un instructivo de la forma correcta de limpieza y desinfección de toda la red de agua potable de la planta.				NO	SI	NO	NO		NO ES PCC
PF : contaminación con restos de palos, tierra, piedras, plásticos en el interior de la cisterna de agua.	Mantener herméticamente cerrada la cisterna además de tener una malla antes de la tapa de cerrado para que realice las veces de filtro				NO	NO	NO			NO ES PCC
<p><i>Comentarios</i></p> <p>El agua segura es proporcionada por la Compañía INTERAGUA bajo los parámetros establecidos en la Ley de Agua y por el INEN.</p> <p>Se registra la limpieza de la cisterna en el POES 01.03</p> <p>La malla retendra cualquier cuerpo extraño</p>										

APÉNDICE D

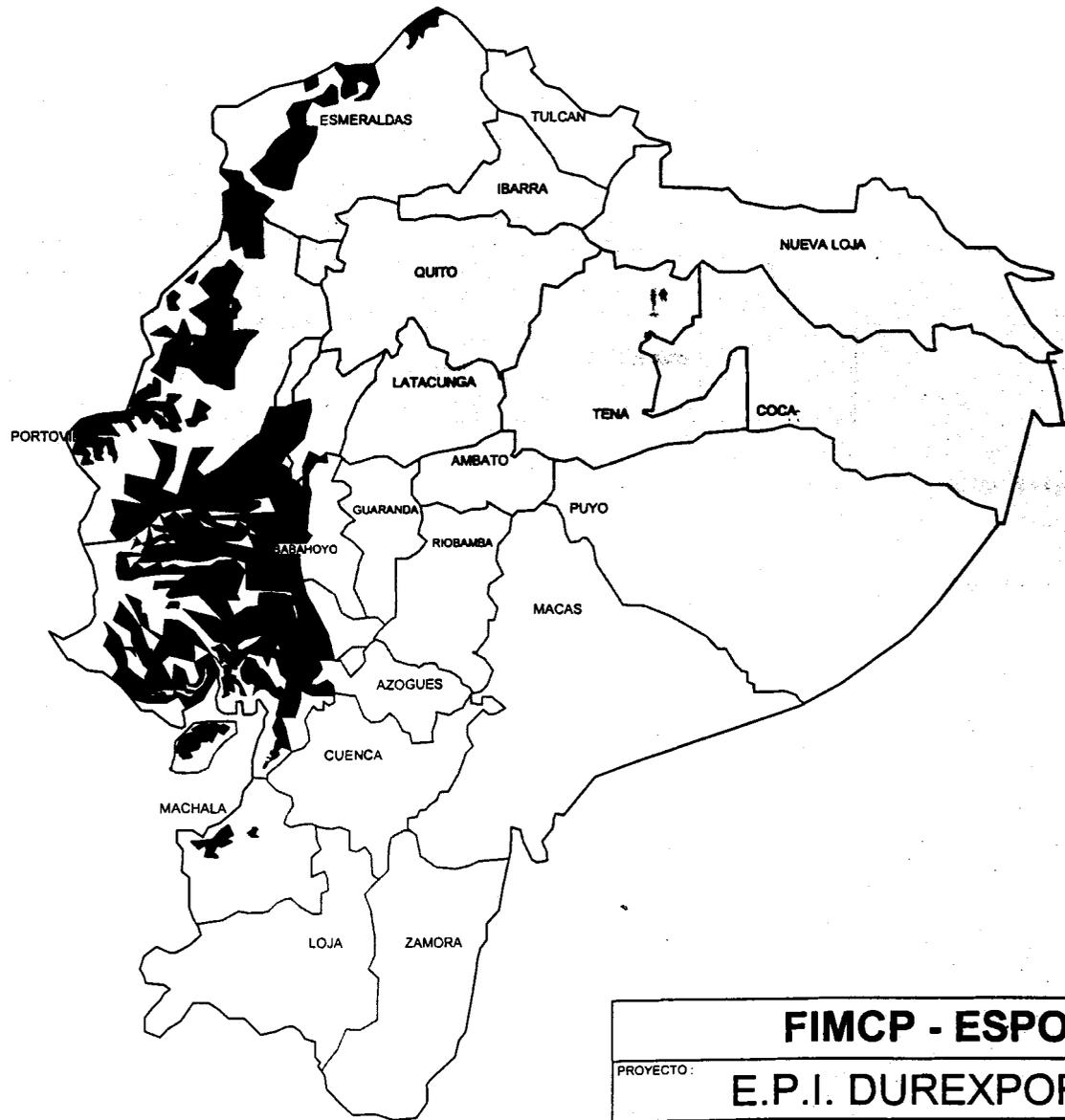
- Plano 1 Localización del cultivo de mango en el Ecuador
- Plano 2 Esquema de Planta Empacadora DUREXPORTA

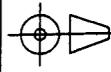


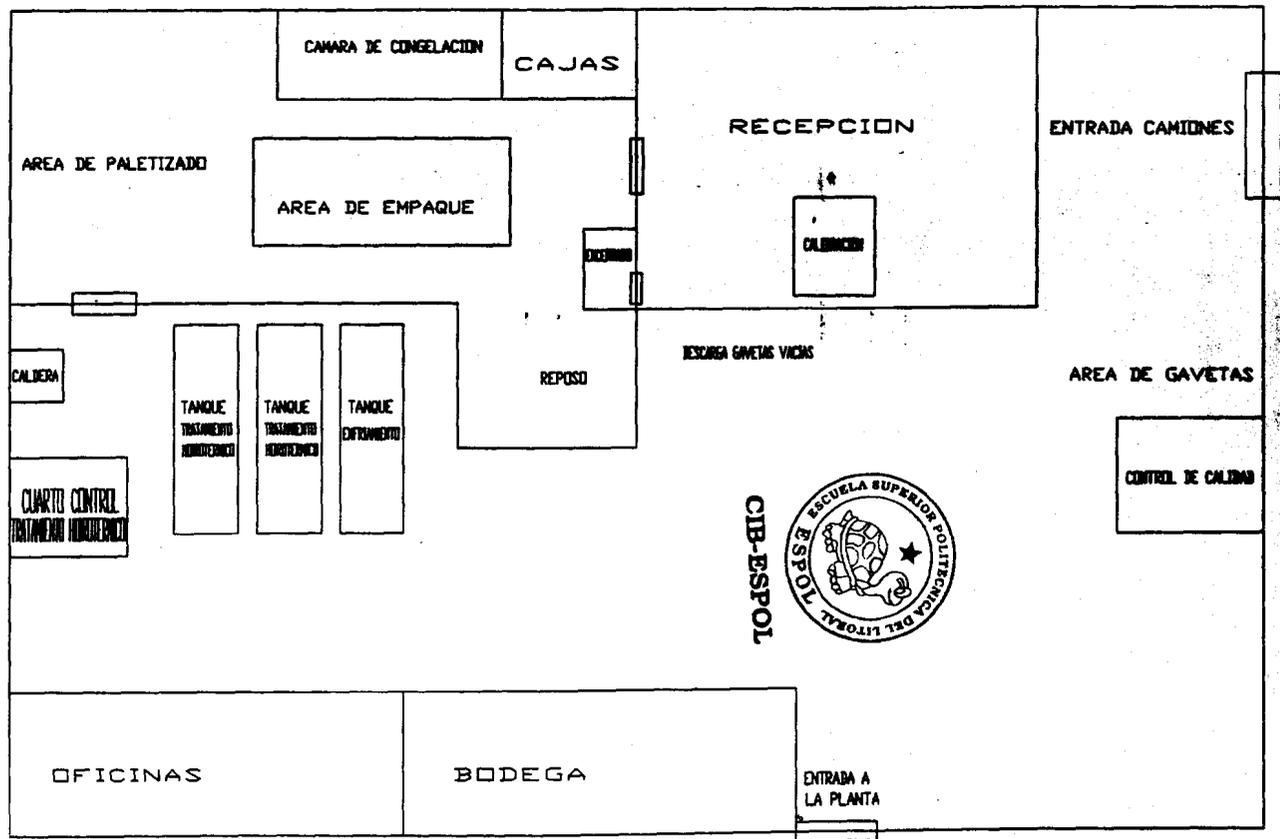
CIB-ESPOL

FIMCP - ESPOL

ESQUEMA DE PLANTA EMPACADORA DUREXPORTA



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujó 30/05/05	M. A. Cabrera
PROYECTO:		Revisó 15/06/05	Ing. Duque
E.P.I. DUREXPORTA		PLANO No.:	
	ESCALA:	CONTIENE: Localización del cultivo de mango en el Ecuador	
	MATERIALES:		
		1	



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujó	30/05/05 M. A. Cabrera
PROYECTO:		Revisó	15/06/05 Ing. Duque
		PLANOS No.:	
E.P.I. DUREXPORTA		2	
ESCALA:	CONTIENE:		

BIBLIOGRAFÍA

1. **AVILAN LUIS, ALVAREZ CARMELO**, El Mango (1ra. Edición, Caracas, Editorial América, 1990), pp. 53-89
2. **CUEVA JUAN CARLOS**, "Calculo y Dimensionamiento de una Cámara de Refrigeración para Mango" (Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001).
3. **EDWARD G. HERTWICH^a , WILLIAMS S. PEASE^b , CATHERINE P. KOSHLAND^c** ,Evaluation the environmental impact of products and production processes: a comparison of six methods (^a ^b Berkeley, Energy and Resources Group, University of California, ^c Berkeley, Environmental Health Science, University of California, octubre 1996).
4. **EVANGELOS TRIANTAPHYLLOU^a, STUART H. MANN^b**, Using The Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges (^a Louisiana, Dept. of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, Louisiana State University, ^b Pennsylvania, School of Hotel-Restaurant and Recreation Management, The Pennsylvania State University, enero 1995).
5. **FINTRAC**, agosto 2003, Plan HACCP, http://hondurasag.org/fintrac-cda/process/Boletin_Tecnico_5/13_Procesamiento.pdf

6. **ISO 14000: OPCIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE, (Tegucigalpa, junio 4-7,1999)** “XI Congreso Nacional Agronómico 1999, por Felipe Carazo” (Fundación Ambio, 1999), pp. 317-326.

7. **KIT-FAI PUN^a , IP`-KEE HUI^b , WINSTON G. LEWIS^c , HENRY C.W. LAU^d , A multiple-criteria environmental impact assessment for the plastic injection molding process: a methodology (^a ^c St. Augustine, Dept. of Mechanical Engineering, The University of the West Indies, ^b Hong Kong, Dept. of Manufacturing Engineering and Engineering Management, City University of Hong Kong, ^d Hong Kong, Dept. of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, enero 2002).**

8. **M. SRINIVASAN^a, P. SHENG^b, T. WU^c, Development of a Scoring Index for the Evaluation of Environmental Factor in Machining Process: Health Hazard Score Formulation (^a ^b Berkeley, Dept. of Mechanical Engineering, University of California, ^c Pittsburgh, Dept. of Engineering, Carnegie Melon University, febrero 1995).**

9. **ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO), Sistemas de Calidad e Inocuidad de los Alimentos-Manual de Capacitación HACCP (1ra. Edición, New York, FAO Publications, 2002), pp. 50-204**

10. RICARDO CONTRERAS, marzo 2004, MANGO-USA, Seguimiento del Mercado, http://sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/rutas/mango/MangoUSA_Marzo_2003.pdf

11. SAATY, THOMAS L., Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for decisions in a complex world (3ra. Edición, Pittsburgh, RWS Publications, 2001), pp. 3-118

12. SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA, octubre 2004, ISO14000, http://sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/organicos/certific/iso14_archivos/iso.html

13. SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA, agosto 2003, Mango, http://sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Convenio%20MAG%20OIIICA/productos/mango_mag.pdf.