

T: 1113



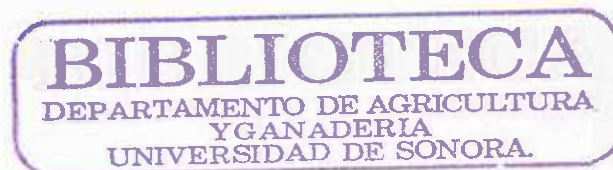
**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**EVOLUCION DE LOS HIDROTERMICOS EN EL PROCESO DE  
TRATAMIENTO DEL MANGO (*Magnifera indica* L.) PARA  
EXPORTACION HACIA LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA**

**D I S E R T A C I O N**

**MIGUEL ANGEL PAZ DAVILA**

**ENERO DE 1998**



# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



**UNIVERSIDAD DE SONORA**

**ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**EVOLUCION DE LOS HIDROTERMICOS EN EL PROCESO DE  
TRATAMIENTO DEL MANGO (*Magnifera indica* L.) PARA  
EXPORTACION HACIA LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.**

**DISERTACION**

**MIGUEL ANGEL PAZ DAVILA**

**ENERO DE 1998**



**EVOLUCION DE LOS HIDROTERMICOS EN EL PROCESO DE  
TRATAMIENTO DEL MANGO PARA EXPORTACION HACIA LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMERICA.**

**DISERTACION**

**SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA  
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**DE LA**

**UNIVERSIDAD DE SONORA**

**POR**

**MIGUEL ANGEL PAZ DAVILA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO  
CON ESPECIALIDAD EN HORTICULTURA.**

**ENERO DE 1998**

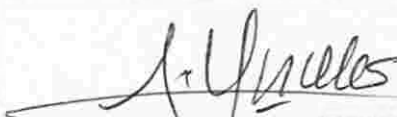
Esta disertación fue realizada bajo la dirección del consejo particular ,  
aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**INGENIERO AGRONOMO EN:**

**HORTICULTURA**

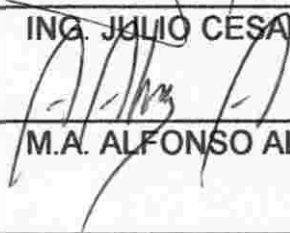
**CONSEJO PARTICULAR:**

Asesor:



ING. JULIO CESAR MORALES

Consejero:



M.A. ALFONSO ALVAREZ AVILES

Consejero:

ING. DAVID RENE FERNANDEZ



**DEDICATORIA:**

**A mi Esposa e Hijos**

**Con todo cariño**

**Amis Padres**

**Con afecto y gratitud**

**Ami Escuela**

**Forjadora de Profesionistas**

**A mis Maestros y Amigos**

**Que colaboraron en mi desarrollo**

## CONTENIDO

INDICE DE CUADRO .....	v
INDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
I. INTRODUCCION .....	1
1.1. Objetivos .....	3
II REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. Descripción Botánica General del Mango .....	3
2.2. Importancia económica del mango .....	5
2.3. Historia de los Tratamientos Cuarentenarios. para el control de la mosca de la fruta .....	7
2.4. Principales variedades de Mango sometidas al tratamiento hidrotérmico .....	17
2.5. Establecimiento de una planta con tratamiento hidrotérmico .....	21
2.6. Requisitos oficiales para la exportación del mango .....	24
2.7. Evolución y modificaciones aprobadas de los hidrotérmicos .....	26
2.7.1. Estructura y componentes de un sistema continuo .....	30

2.7.2.	Estructura y componentes de equipos con sistema Jacuzzi.....	50
2.7.3.	Sistema de calor.....	62
2.7.3.1.	Válvula Solenoide.....	63
IV.	DISCUSION.....	68
V.	CONCLUSIONES.....	74
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	76



## INDICE DE CUADRO

### CUADRO

1.	Exportación de cajas y Kilogramos hacia los E.U.A. en los últimos tres años. ....	6
2.	Calibre y peso del mango .....	19
3.	Requisitos oficiales para la Exportación de mango. ....	25
4.	Comparativo del funcionamiento sobre los tipos de sistemas hidrotérmicos en diferentes empacadoras .....	28
5.	Infraestructura a nivel nacional de las empacadoras de mango que trabajaron en periodode 1997. ....	29
6.	Calibración de sensores fijos del tanque .....	36
7.	Dimensiones aproximadas de equipos continuos tradicional a granel. ....	37
8.	Tabla de los equipos continuos modificados .....	46
9.	Modelos de registro de temperatura de Equipos Jacuzzi. ....	61

## INDICE DE FIGURAS

### FIGURA.

1.	Esquema general de una cámara de fumigación para el tratamiento del mango con EDB .....	12
2.	Esquema general de un sistema hidrotérmico tipo continuo a granel. ....	32
3.	Diagrama general de un quemador. ....	39
4.	Diagrama general de serpentín y quemador. ....	40
5.	Esquema de un sensor detector de temperaturas .....	42
6.	Esquema general de un hidrotérmico tipo continuo modificado .....	47
7.	Esquema de enganche de una canasta con sistema continuo modificado .....	48
8.	Esquema general de un hidrotérmico tipo continuo modificado (visto de arriba) .....	49

9.	Esquema general de un empaque de mango con sistema hidrotérmico tipo Jacuzzi a granel. . . . .	52
10.	Vista lateral de un hidrotérmico tipo Jacuzzi a granel. . . . .	53
11.	Vista frontal de un tanque hidrotérmico tipo Jacuzzi con cajas de campo en canasta. . . . .	54
12.	Vista de arriba de un tanque hidrotérmico tipo Jacuzzi con cajas de campo en canasta. . . . .	55
13.	Caldera básica de vapor. . . . .	59
14.	Valvula de solenoide . . . . .	65
15.	Paso del vapor por la tubería . . . . .	66
16.	Paso de agua caliente por la tubería . . . . .	67

## RESUMEN

México en los últimos años ha logrado alcanzar el primer lugar de exportación de mango a nivel mundial siendo así los Estados Unidos de América el mercado más importante, así también Japón entre otros países han importado nuestro producto gracias a que el mango mexicano ha sido bien aceptado por su fino sabor, aroma, su atractivo color y su valor nutritivo.

El mango está sujeto a regulaciones federales y estatales de cuarentena de los Estados Unidos, para su importación ó exportación ya que posiblemente los frutos pudiesen estar infestados por la mosca de la fruta. Anteriormente México exportaba el mango bajo fumigación con Dibromuro de Etileno, el cuál es prohibido el 30 de septiembre de 1987. Por parte de la agencia de protección al medio ambiente de los Estados Unidos de América (EPA), argumentando que el fruto contenía residuos de dicho fumigante, pudiendo producir cáncer ó mutaciones genéticas al ser humano.

En la actualidad el tratamiento a base de agua caliente ha sido la única alternativa como tratamiento cuarentenario por nuestro principal importador E.U.A. dado que dicho tratamiento elimina las diferentes especies de Mosca de la Fruta en un 100%.

Para lo sucesivo, por acuerdo cooperativo de USDA y SAGAR a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) desarrollan y firman conjuntamente un Plan de Trabajo que servirá como guía para el Tratamiento, Certificación y Exportación de mango hacia los Estados Unidos.

Para lograr lo anterior se ha requerido de implementar un sistema con equipo hidrotérmico que ha sido capaz de eliminar a dicha plaga. Para lo cual se estableció los siguientes parámetros de tiempo y temperatura considerando que las especies más tolerantes requieren de 84 minutos, 115°F (46.1°C) a un tiempo de 90 minutos.

Dentro de estos equipos tenemos en la actualidad el sistema de Proceso Continuo a granel ó canastas llenadas con cajas de campo y el sistema de proceso de grupos comúnmente llamado Jaccuzy, siendo este el más usado a nivel nacional. En este sistema cuya particularidad es el uso de canastas llenadas a granel ó con cajas de campo las cuales descienden hacia el tanque de tratamiento careciendo de movimiento alguno.

Desde la entrada de los equipos hidrotérmicos a México, estos han ido evolucionando de acuerdo a la necesidad y experiencias adquiridas por parte de los exportadores, ya que año, con año han ido modificando ó actualizando dichos equipo

## INTRODUCCION

México, como país exportador de mango (*Mangifera indica* L.) hacia los Estados Unidos de América, Japón y otros países, ha venido aumentando la superficie sembrada y por consiguiente su producción, resultado de la investigación y tecnología aplicada en este producto permitiendo plantaciones con variedades mejoradas que han logrado ganar tanto un mercado nacional como un extranjero, alcanzando, en este último caso, el primer lugar a nivel mundial.

Actualmente los principales productores de mango que existen en México, por la Costa del Pacífico, de sur a norte, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa y, por el Golfo de México, Campeche, Tabasco, y Veracruz.

De acuerdo a la superficie cosechada por hectárea tenemos un rendimiento de 7.5 a 10 toneladas, dependiendo de la región y de las condiciones climatológicas que se presenten por temporada. México cuenta con aproximadamente 110,000 hectáreas destinadas a éste cultivo.

Debido a que el mango es altamente susceptible al ataque de la mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha* spp), el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en coordinación con la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, a través de la Dirección General de sanidad

Vegetal, firmaron un acuerdo binacional (México- EUA) para el tratamiento de hidrotérmico, certificación y exportación de mango hacia nuestro vecino del norte en el año de 1988 estando en vigor hasta nuestros días.

Anteriormente las exportaciones de mango hacia los Estados Unidos se realizaban bajo un tratamiento cuarentenario impuesto por este país, el cuál consistía en la aplicación de Dibromuro de Etileno (EDB) en cámara de fumigación. En el año de 1983 la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) de los EUA hizo el primer intento por prohibir dicho producto ya que quedaban residuos en el fruto pudiendo producir cáncer ó mutaciones genéticas. No fue sino hasta el año de 1987 cuando surtió efecto dicha reclamación prohibiendo el EDB para el tratamiento del mango dando base a que se buscasen alternativas en investigaciones hechas en México y otros países donde se llevaron a cabo tratamiento a base de irradiaciones, ultrasonidos, microondas, productos químicos, aplicación de bajas temperaturas e hidrocalentamiento.

Desde 1987 a la fecha, USDA aprobó el tratamiento con agua caliente, el cuál consiste en la sumersión del mango a una temperatura y tiempo determinado. Para lo anterior el productor deberá contar con un equipo de hidrotérmico que sea capaz de matar a la mosca de la fruta en sus diferentes especies.

### 1.1.- Objetivos

Fundamentalmente nuestro objetivo en este trabajo, que hoy presento a la digna consideración de este H. Jurado Calificador, es dar a conocer la evolución que han tenido los hidrotérmicos hasta nuestros días buscando en ello las mejores innovaciones que permitan obtener un mejor fruto para su exportación.

## 2.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Descripción Botánica general del mango

El mango como árbol (*Mangifera Indica* L.) es originario del sureste de Asia, principalmente de la India su fruto, llamado de la misma manera, es de suma importancia por sus valores nutricionales (19, 15, 12).

De acuerdo a su clasificación botánica el mango pertenece: (17)

Reino	Vegetal
División	Antophita
Subdivisión	Embriophita
Clase	Dicotiledonae
Orden	Teribentales
Familia	Anacardiaceae
Género	Mangifera
Especie	Mangifera Indica



De conformidad a la descripción morfológica descrita por la SARH, INIA 1982, el árbol es erecto ramificado, robusto y siempre verde que mide de 10 a 40 metros de altura y vive unos cien años ó más; la raíz principal alcanza una profundidad de seis metros y las raíces secundarias forman una densa masa superficial. El tallo presenta una corteza estriada de color café grisáceo, con ramificaciones un poco rígidas; las hojas se encuentran arregladas espiralmente, las hojas jóvenes son generalmente de color rojizo, después cambian a color verde oscuro son brillantes y permanecen en el árbol por un año ó más. En la inflorecencia hay flores masculinas y hermafroditas con uno a 36% de hermafroditas.

El fruto es una grupa, variable en forma y tamaño, de 2.5 a 30 cm. De largo, de forma redondeada a ovoide-oblonga y algunas veces comprimida lateralmente; el color varía en mezclas de verde, amarillo y rojo. La semilla se encuentra dentro del endocarpio endurecido, es variable en tamaño, la testa y el tegumento están representados por dos capas papiráceas; los cotiledones son carnosos. (19).

## **2.2- Importancia económica del mango como producto de exportación hacia los Estados Unidos de América .**

El mango llegó al Continente Americano, encontrándose actualmente en Brasil, Estados Unidos, México y otros países de América Latina (15).

Entre los siglos XV y XVI los españoles introdujeron a México el mango, como planta, que encontró un clima y terreno apropiado para su buen desarrollo (21).

El cultivo de mango en México mantiene una importancia significativa en el contexto agrícola, corroborando lo anterior con las casi 110 mil hectáreas a nivel nacional destinadas a este cultivo de las cuales se obtiene un promedio de 1 millón cien mil toneladas anuales (22), producción que genera una fuente importante de trabajo y un ingreso de divisas al exportarse entre 4 y 5% sobre la producción total (1993), además del consumo nacional que se tiene del producto (13).

En México entre los principales Estados productores por su superficie sembrada, tenemos a Veracruz, Sinaloa, Oaxaca, Nayarit, Michoacán, Chiapas y Jalisco (11).

El mango es un cultivo que ha adquirido gran importancia y aceptación por su fino sabor, aroma, su atractivo color y su valor nutritivo ya que es una fruta particularmente rica en Vitamina C, ó Ácido Ascórbico (15).

Dadas las características señaladas en el párrafo anterior el mango mexicano a sido bien aceptado por los mercados extranjeros sobre todo el de los Estados Unidos de América, Canadá, Europa, Japón Australia, Nueva Zelandia, etc. En el año de 1996 se exportaron 185,880 toneladas (8).

Debido que nuestro principal cliente ha sido Estados Unidos de América a quién le hemos exportado en los últimos tres años las siguientes cantidades de cajas:

Cuadro 1. Exportación de cajas y Kilogramos hacia los E.U.A. en los últimos tres años.

AÑO	EXPORTACION	
	CAJAS	KG.
1995	24'622,135.00	111'334,355.00
1996	31'695,496,00	143'128,467,50
1997	36'126,670,00	160'590,460,00

Estas exportaciones han representado indiscutiblemente una entrada considerable de divisas mismas que han de incrementarse al abrirse nuevos mercados sobre todo en el viejo continente.

### **2.3.- Historia de los Tratamientos Cuarentenarios para el Control de la Mosca de la Fruta.**

De acuerdo a la importancia económica y reglamentaciones fitosanitarias como lo es la cuarentena, es muy importante conocer e identificar las especies de la mosca de la fruta sobre todo y en especial la del género *Anastrepha*.

Conforme a su descripción general la mosca de la fruta pertenece al orden Diptera y familia Tephritidae.

En la actualidad la *Anastrepha* spp se le encuentra distribuida en gran parte del territorio nacional esto debido a su alto grado de adaptación al medio ambiente, permitiéndole así su desarrollo y evolución en diferentes tipos de climas.

En 1984 Aluja dice que hay 4,000 especies de mosca de la fruta distribuida mundialmente de las cuales México tiene más de 100 especies destacando los géneros de *Anastrepha* y *Ceratitis* ya que ésta plaga a causado grandes pérdidas económicas .

Debido a que el pericarpio del mango es blando la mosca de la fruta lo ha estado atacando hace varios años desmeritando su calidad y presentación así como su comercialización tanto nacional como de exportación (2)

Dentro de las principales especies del género *Anastrepha* que han causado pérdidas considerables tenemos :

*A. ludens* (Mosca Mexicana de la Fruta).

*A. serpentina* (Mosca de los Zapotes).

*A. obliqua* (Mosca de la Ciruela)

*A. striata* (Mosca de la Guayaba).

*A. suspensa* (Mosca del Caribe)

*Ceratitis Capitata*, la cuál está considerada como la mosca de mayor importancia para México, llamada comúnmente Mosca del Mediterráneo. (2,25).

El mango está sujeto a regulaciones Federales y Estatales de cuarentena de Estados Unidos, para su importación o exportación esto es debido a que posiblemente los frutos puedan estar infestados por la mosca de la fruta (1).

De acuerdo a la historia los tratamientos Cuarentenarios impuestos por Estados Unidos para poder exportar a dicho país deberán cumplir con la prueba PROBIT 9, la cual por definición es una tasa de mortalidad de 99.9968% con una tasa de supervivencia de 32 individuos por cada millón de insectos bajo tratamiento en lotes de algún producto agrícola

A pesar de la supervivencia de estos individuos la seguridad se considera adecuada en vista del hecho de que para propagarse las larvas y pupas no

sólo deben sobrevivir sino que los adultos de ambos sexos deben de emerger con éxito en un determinado lugar y al mismo tiempo.

La mortalidad de PROBIT 9 representa un nivel extremadamente alto de control en el cual una plaga no se establecerá con una confianza del 95% en el proceso de tratamiento /certificación. Esto representa otra vez con el 95% de seguridad, que no habrá individuos en condiciones reproductivas en un lote aislado de producto fresco. Esto sería verdadero y válido sin importar la densidad de la infestación inicial de la plaga involucrada (23,28).

A continuación presentamos los antecedentes de los tratamientos de poscosecha en frutales y hortalizas que han sido recomendados y aprobados para el control de las diferentes especies de *Anastrepha*:

A).- Vapor caliente.

Este tratamiento fue utilizado en los años de 1930 fue aceptado debido a que no contaminaba el medio ambiente. La gran desventaja que tubo fue que requería de un tratamiento prolongado y equipo especializado para formar las partículas de vapor y además un equipo para supervisar las temperaturas durante el tratamiento (28).

## B).- Uso de fumigantes .

Dibromuro de Etileno. Este producto fue autorizado en los años 1940-1960 de acuerdo a su efectividad, facilidad de uso y bajo precio del EDB provocó el declinamiento en el empleo del calor y favoreció el desarrollo de estudios en tratamientos que emplean ese fumigante, principalmente en los Estados Unidos de América, nuestro principal mercado para la exportación de frutas y hortalizas (10,28).

Para poderse llevar a cabo este tratamiento bajo la fumigación de (EDB), se requiere una cámara herméticamente cerrada de 6.12 x 9.18 x 3.06 mts. con una puerta de cierre hermética, esto es para tener condiciones adecuadas de seguridad. La dosis requeridas de (EDB) era de 454gr. de producto por cada 28.3 mts. cúbicos de fruta durante dos horas, reciclando el gas mediante un sistema de ventilación. Con éste sistema de fumigación se obtienen resultados muy aceptables para el control de los huevecillos y larvas de la fruta (24-27).

Después de permitirse el uso del (EDB) para tratar en origen, o en los EUA los mangos por alrededor de treinta años, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos de América, anunció, entre los años de 1983 y 1984 la prohibición del uso domestico del EDB en los Estados Unidos en frutas y hortalizas, argumentando evidencias de que la exposición a este fumigante incrementaba los riesgos de cáncer y efectos adversos en la reproducción humana; sin embargo para la importación de mango tratados con EDB en los

países de origen, EPA promulgó en Enero de 1985, un acuerdo donde permitía una tolerancia para la importación de mango siempre y cuando la pulpa no contuviera más de treinta partes por billón de EDB. Esta tolerancia estuvo vigente hasta el 30 de septiembre de 1987. (10)

Después de septiembre de 1987, se prohíbe definitivamente el uso del EDB para exportación de mango afectando las exportaciones mexicanas y sobre todo a productores e importadores de Estados Unidos , ya que estos últimos no podían abastecer la demanda estadounidense con fruta proveniente de Florida (6). Dicho mercado también se vio afectado por las exportaciones que hacia a Japón, Hawai, California, etc. (1).

A raíz de la prohibición del uso del antes mencionado fumigante se provoca la búsqueda de alternativas para el tratamiento del mango de exportación, originando así investigaciones tanto en México como en otros países llevándose acabo trabajos experimentales como son (6):



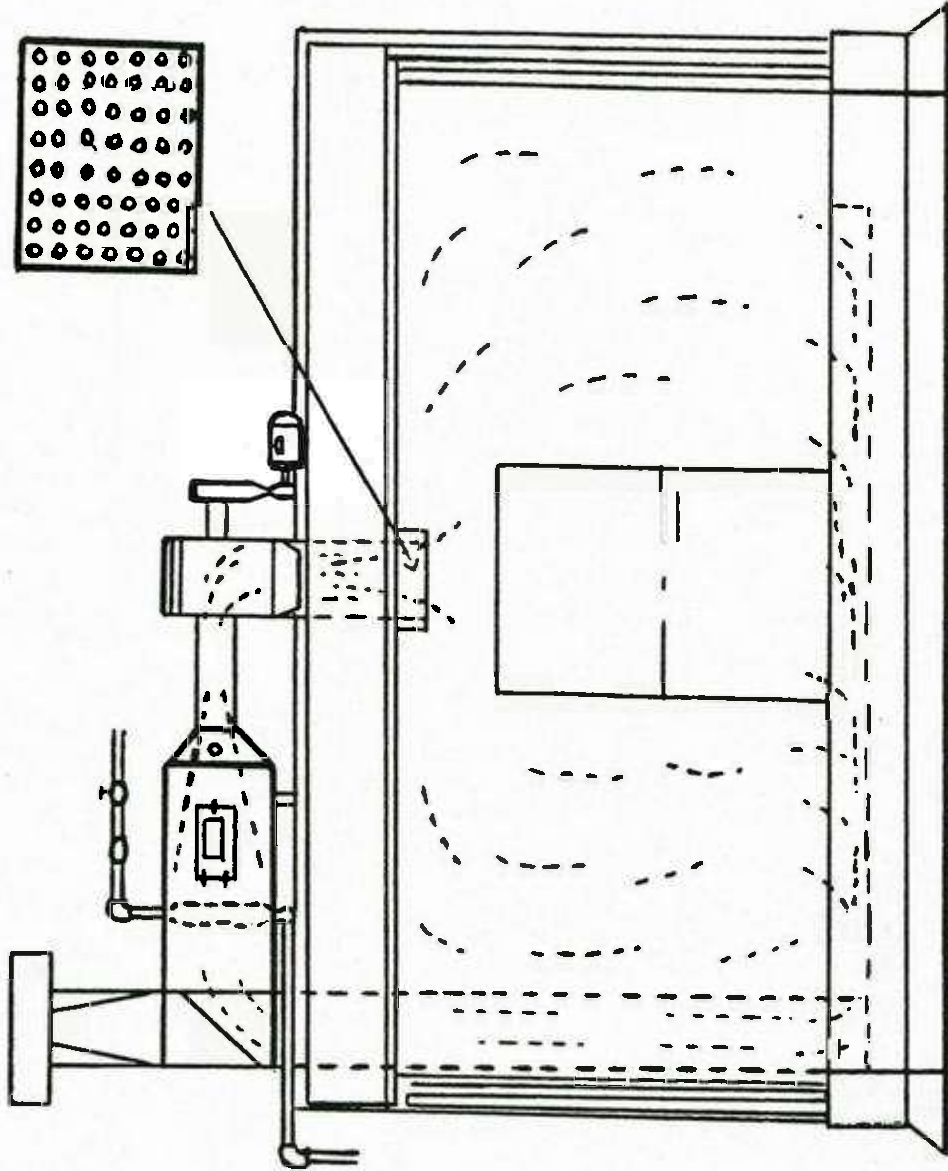


Fig. 1. Esquema general de una cámara de fumigación para el tratamiento del mango con EDB

#### A).- Tratamiento por Irradiación.

Durante los últimos treinta años se ha prestado considerable interés a la conservación de los alimentos por acción de las radiaciones ionizantes.

Las óptimas afirmaciones iniciales sobre las propiedades conservadoras de las ionizantes se basan, en buena medida, en experiencias inadecuadamente realizadas y muchas de ellas han sido desacreditadas por investigaciones subsiguientes (27).

Este tratamiento consiste, básicamente, en colocar la fruta, una vez empacada, en recipientes de aluminio los cuales a través de una consola de mando son deslizados por medio de un transportador hasta el interior de la cámara de irradiación del Co-60 durante un tiempo determinado, dependiendo de la dosis deseada .

Ventajas del tratamiento con irradiación :

- 1).- El tiempo para el tratamiento es muy corto
- 2).- A dosis bajas se inhibe el desarrollo del ciclo biológico del insecto.
- 3).- El fruto puede ser consumido inmediatamente después del tratamiento.
- 4).- Se evita el riesgo de reinfestación ya que la fruta se procesa una vez empacada.
- 5).- Incrementa la vida de anaquel .

6).- El insecto no crea resistencia a este tratamiento por ser un método físico

(4)

#### B).- Tratamientos Químicos

Se han realizado bioensayos en mango Ataulfo con aplicaciones de Bromuro de Metilo a razón de 24.5 gr./m<sup>3</sup> durante dos horas a una temperatura de 70 a 80°F, siendo cien por ciento efectivo para eliminar el huevecillo de *A. Ludens* y aplicando de la misma manera 40.8 gr./m<sup>3</sup> es cien por ciento efectivo para eliminar larvas del tercer estadio de la misma especie. El objetivo es, con la dosis recomendada llegar a la mortalidad del 99.9968% sin llegar a ocasionar fitotoxicidad en los frutos (9).

#### C).- Tratamientos térmicos a base de temperaturas bajas.

Básicamente este tratamiento se lleva a cabo bajo refrigeración de Mangos a una temperatura de 0.56° C, a 12.2°c, matando el cien por ciento de larvas de *A. Ludens* y *A. Obliqua* (28).

#### D).- Tratamientos térmicos a base de agua caliente.

La aplicación de inmersión en agua caliente fue utilizada para hacer todas las pruebas en el desarrollo de un tratamiento de cuarentena requerido por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). La aplicación

de inmersión en agua caliente fue probada primero por USDA-ARS en Florida para estudios de desinfección de mangos con mosca de la fruta *Anastrepha suspensa* (Sharp Spalding 1984, Sharp y otros 1989). (1)

De acuerdo a los resultados que obtuvieron Sharp y Spalding en 1984 demostraron que la inmersión de mangos en agua a 46.1°C. por un periodo de 65 minutos obtienen el 99.9968% de mortalidad de la *Anastrepha suspensa* en estado inmaduros sin afectar la calidad de los frutos (9).

Después el agua caliente fue usada en Haití para destruir en estados inmaduros de la mosca de la fruta del oeste de la India, *Anastrepha obliqua* y *Anastrepha suspensa* en mangos haitianos autorizados por USDA APHIS (1987 Sharp y otros 1988).

Apartir de 1987 y 1988 en México se desarrollaron estudios que condujeron a la obtención de un tratamiento con agua caliente para el mango mexicano autorizado por parte de USDA contra las especies de la mosca de la fruta del género *Anastrepha* que atacan al mango de México. Este tratamiento también es efectivo contra la mosca del mediterráneo (1, 10).

Para llevar acabo lo anterior México por medio del programa MOSCAMED SARH en coordinación con USDA llevaron acabo pruebas de bioensayos y pruebas confirmatorias en el laboratorio, de Weslaco Texas con *A. Ludens* y *A. Obliqua* y en Metapa, Domínguez Chiapas en el laboratorio de cría masiva y

esterilización de mosca del Mediterráneo del programa MOSCAMED donde se determinó que la exposición de mangos en agua a temperatura de 41.0°C. por 71, 84, 64 y 67.5 minutos es capaz de llegar a 99.9968% de mortalidad de larvas del tercer estadio de *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* (Silvestre), *Ceratitis capitata* (de laboratorio) respectivamente sin causar daños significativos en la fruta (9).

De acuerdo a los resultados de las investigaciones cooperativas se estableció lo siguiente considerando que las especies mas tolerantes requieren 84 minutos:

- 1.- 90 minutos tiempo estándar de tratamiento
- 2.- Temperatura estándar de tratamiento de 46.1°C. y 90 minutos de acuerdo a las pruebas confirmatorias para las cuatro especies.
- 3.- Con este tiempo y esta temperatura se obtiene un 99.9968% de mortalidad.

Con estos parámetros de tiempo y temperatura se eliminan mas de cien mil larvas del tercer estadio registrándose cero sobrevivientes (9)

#### **2.4.- Principales variedades de mango sometidas a tratamiento de hidrotérmico.**

Dentro de las principales variedades de mango por su comercialización para el mercado nacional y para exportación tenemos la siguiente:

Haden. Es un fruto grande de 14 cm. de largo con un peso aproximado de 650 gr., de forma ovoide, rojiza con fondo de color amarillo y chapeo rojizo a carmesí, numerosas lenticelas presentes de color blanco. La pulpa es jugosa casi sin fibra y sabor ligeramente ácido de buena calidad.

Tommy Atkins. Es una fruta grande 454 a 680 gr. de peso con un color superficial que varía del amarillo al rojizo. El árbol da buena producción y su temporada de cosecha se presenta entre junio y julio.

Kent. Este mango llega a medir hasta 13 cm. de longitud ó más con un peso promedio 680 gr. Su forma es ovada y color verde amarillo, chapeo rojo obscuro. Las lenticelas son numerosas, pequeñas y amarillas. La pulpa es jugosa sin fibra dulce y de buena calidad.

Keith. El peso de esta variedad puede llegar a alcanzar hasta 680 gr. Su forma es ovada, basta y rolliza puede medir hasta 12 cm. De largo su color es

de fondo amarillo con chapeo rosa pálido; las lenticelas son pequeñas de color amarillo a rojo y numerosos. La pulpa es rica en sabor y dulce, jugosa, sin fibra excepto en las zonas cercana al hueso que es pequeño. Una buena calidad de mango.(26).

**Habiendo dado a conocer las variedades de mango más susceptibles de exportación es necesario que este fruto cumpla con las normas mexicanas de calidad para el mango fresco que son :**

- Estar enteros .
- Ser de consistencia firme.
- Tener un aspecto fresco.
- Estar sanos excluyéndose los productos afectados por pudrición o deterioro que impidan su consumo.
- Estar limpios y prácticamente exentos de materias extrañas visibles.
- Estar exentos de manchas o estrías necróticas.
- Estar exentos de magulladuras profundas.
- Estar prácticamente exentos de daños causados por plagas.
- Estar exentos de daños causados por temperaturas bajas.
- Estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condición consecuente a su remoción de una cámara frigorífica.
- Estar exento de cualquier olor o sabor extraño.

- Estar suficientemente desarrollado y presentar un grado de madurez satisfactorio.
- Cuando tengan pedúnculo, su longitud no deberá ser mayor a un centímetro.

Cumplidas las normas señaladas anteriormente el mango se clasifica en tres clases :

Extra, Categoría I y categoría II.

Calibre y peso del mango.

El calibre se determina por el peso de la fruta clasificándose de la siguiente manera:

Cuadro 2. Calibre y peso del mango.

T A M A Ñ O	PESO EN GRAMOS	DIFERENCIA MÁXIMA DE PESO PERMITIDO (gr.)
20	210 - 240	15
18	241 - 270	15
16	271 - 300	15
14	301 - 350	25
12	351 - 420	25
10	421 - 480	30
9	481 - 535	30
8	536 - 610	30
7	611-700	45



El peso mínimo de los mangos no deberá ser inferior a 210 gr. Y el peso máximo no deberá ser superior a 700 gr.

#### CLASIFICACIÓN DEL COLOR

A).- El color de la pulpa del mango será el indicativo de su madurez.

1).- Crema (no blanco), significa que la pulpa del mango está de color completamente crema variando del claro al oscuro.

2).- Cambiante. Significa que hay un definitivo rompimiento de color crema a amarillo, sobre no más del 30 % del área observada e iniciado pegado al hueso del fruto.

3).- Amarillo. Significa que más del 30% pero no más del 60% del área observada en la pulpa muestra un color amarillo.

4).- Amarillo naranja. Significa que más del 60% de la pulpa presenta el color amarillo y que hay un definitivo rompimiento de color amarillo a naranja a no más del 30% de la pulpa, iniciando en la parte más cercana al hueso del fruto.

5).- Naranja. Significa que más del 90% de la pulpa muestra un color naranja.

**B).-Análisis de coloración de la fruta:**

Para conocer la coloración y madurez del mango deberá hacerse un corte a lo largo por la parte plana del mango tan cerca del hueso como sea posible hasta ser visible.

Cualquier lote de mango que no reúna los requisitos de las designaciones de color mencionadas anteriormente pueden ser designadas como "colores mezclados" (16).

**2.5.- Establecimiento de una planta con tratamiento hidrotérmico.**

Una vez prohibido el (EDB) como fumigante para el tratamiento cuarentenario de mango por parte de la Agencia de Protección al Medio Ambiente de Estados Unidos de América (EPA) el 30 de septiembre de 1987 (10). México obtiene el tratamiento cuarentenario con agua caliente en el transcurso de 1987 a 1988 aprobado por USDA (1 y 10).

Para lo sucesivo, por acuerdo cooperativo de USDA y SAGAR a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal ( DGSV) desarrollan conjuntamente un PLAN DE TRABAJO que servirá como guía para el TRATAMIENTO, CERTIFICACIÓN Y EXPORTACIÓN de mangos hacia los Estados Unidos (25).

De acuerdo a las especificaciones contempladas en el plan de trabajo, una planta con tratamiento de hidrotérmico debe cumplir con los siguientes requisitos mínimo por parte de USDA APHIS IS.

Las instalaciones de una planta de tratamiento con sistema hidrotérmico debe pasar por una serie de procedimientos y requerimientos técnicos para su aprobación y construcción. De esta forma el exportador o el empacador deberá enviar solicitud de instalación del sistema, aprobación de los planos de ingeniería a través de SAGAR y la oficialía regional de APHIS IS para posteriormente ser enviados al Oxford Plant Protection Center. Anteriormente los planos eran enviados al Centro de desarrollo de Métodos de Hoboken.

Los planos deberán contar con las especificaciones que muestren las dimensiones capacidad, detalle de circulación de agua, sistema de calentamiento y sistema de registro de tiempo y temperatura del agua.

Una vez aprobada la construcción, esta deberá realizarse de acuerdo a las especificaciones descritas en el plano de ingeniería y, cualquier modificación a los originales de estos planos requerirán de la aprobación previa de la SAGAR y de Oxford Plant Protection Center.

Los requisitos mínimos con los que deberá contar una planta con tratamiento hidrotermico para su aprobación son :

- 1).- Capacidad adecuada para calentar el agua
- 2).- Contar con un control termostático
- 3).- La temperatura del agua deberá estar en el nivel o por encima de lo prescrito durante el tiempo establecido
- 4).- Contar con un diseño adecuado de los componentes que aseguren la buena circulación para mantener las temperaturas uniformes
- 5).- Contar con un sistema de registro preciso para graficar simultáneamente la temperatura, tiempo de cada tratamiento y velocidad de la banda transportadora en los sistemas de tipo continuo.
- 6).- Las plantas que realicen tratamientos de 90, 75 y 65 minutos deberán contar con un seleccionador automático de tamaños de la fruta o dispositivo similar.

También se requiere, y es indispensable para asegurar las operaciones de tratamiento, contar con una oficina de computo con servicios funcionales tanto para el operador como inspector.

En cuanto a lo que respecta al empaque y áreas adyacentes al mismo deberán de ser funcionales seguras e higiénicas; así mismo el área de empaque o comúnmente llamada área cuarentenada deberá cumplir con los requisitos de enmallado del área total de empaque incluyendo puertas de

acceso del personal, de fruta tratada, puerta de embarque y túneles de rezaga. También se requiere que a diario se limpie y se retire la rezaga del área de resguardo de la fruta ya sea a una fosa fitosanitaria alejada del área de empaque o fuera de la empacadora (25).

El departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) no provee detalle de construcción, sino solamente señala los requisitos mínimos a que hacemos referencia ; por lo tanto el propietario del empaque es responsable del diseño y construcción de la planta con tratamiento hidrotérmico.

#### **2.6 .- Requisitos oficiales para la exportación de mango.**

Los requisitos oficiales establecidos para la exportación de mango hacia los estados Unidos, tratado bajo sistema hidrotérmico contra *Anastrepha* spp. *A. Ludens*, *A. serpentina*, *A. obliqua* y *ceratitis capitata*, son los siguientes:

Cuadro Núm. 3

Cuadro 3. Requisitos oficiales para la exportación de mango.

TIEMPO DE TRATAMIENTO	PESO DE FRUTA	VARIEDADES
90MIN	<700GR.	REDONDAS
75MIN	<500 GR.	MEJORADAS
75MIN	<570GR.	TIPOFRANCIS
65MIN	<375GR.	APLANADAS Y ALARGADAS

TEMPERATURA DE LA PULPA (MANGO) ANTES DEL TRATAMIENTO		
IGUALO	°F	°C
MAYOR	70	21

CALIBRACION DEL EQUIPO DE REGISTRO	
MATERIALES	RESULTADOS
TERMOMETRO CERTIFICADO DIGITAL (ELECTRO THERM)	TEMPERATURA REAL DEL AGUA

PESO MAXIMO PERMITIDO DE LOS FRUTOS	
GRAMOS	LIBRAS
700	1,54

LA FRUTA DEBERA ESTAR SUMERGIDA ANTES DE INICIAR EL TRATAMIENTO	
PULGADAS	CENTIMETROS
4	10,2

TEMPERATURA MINIMA REAL DEL AGUA DURANTE EL TRATAMIENTO	
°F	°C
113,7	45,4

MAXIMO DIFERENCIAL ENTRE SENSORES DEL TANQUE EN TRATAMIENTO EXCEPTO QUE LAS TEMPERATURAS ESTÉN EN LOS 115 °F O POR ARRIBA SEGÚN SEA EL CASO	
°F	°C
1,8	1,0

TIEMPO REQUERIDO PARA CONTINUAMENTE DURANTE EL TRATAMIENTO	LAS TEMPERATURAS REALES QUE FLUCTUEN ENTRE		PERIODO MAX. ACUMULADO DE BAJAS SE ACEPTAN	PARA TRATAMIENTOS	PERIODO MINIMO DE TRATAMIENTO A 115°F Ó MAYOR
	°F	°C			
DE 90,75,65 min	113,7	45,4	15. MIN.	90 MIN.	75MIN.
	HASTA MENOS DE		10. MIN.	75 MN	65MIN
	°F	°C		65MIN	55MIN
	115	48,1			

TEMPERATURA REAL DE LA PULPA AL FINAL DEL TRATAMIENTO EN DIFERENTES FRUTOS	MAXIMO DIFERENCIAL ENTRE LA TEMPERATURA MAS ALTA Y LA MÁS BAJA DE LA PULPA.	
	°F	°C
113°F	5,4	3

## **2.7.- Evolución y modificaciones aprobadas de los hidrotérmicos.**

La evolución y modificaciones que han tenido los sistemas hidrotérmicos desde su entrada a México como alternativa de tratamiento cuarentenario para el control de la Mosca de la Fruta *Anastrepha* spp una vez prohibido el (EDB), los empacadores o dueños de las instalaciones de las plantas se han visto en la necesidad de modificar, de acuerdo a experiencias, dichas plantas con aprobaciones previas de las partes involucradas en el plan de trabajo para el tratamiento y certificación de mangos mexicanos, entrando en vigor dicho acuerdo el 07 de abril de 1988 (25).

De acuerdo a la necesidad de innovación de los empaques con sistema hidrotérmico por parte del exportador fue muy grande ya que en un principio presentaron serios problemas a muy altos costos y bajas remuneraciones. Esto fue debido al desconocimiento inicial de la operación nueva de un sistema hidrotérmico y además de desconocer gran parte de los efectos de este sistema.

Como consecuencia de la falta de experiencia la rezaga tubo un considerable aumento, así mismo la fruta carecía de una buena calidad (6). Debido a los efectos del mismo tratamiento esto trajo como consecuencia:

- \_ Perdida de la capa cerosa en la piel de la fruta.
- \_celeración de la maduración interna de la fruta.
- \_La coloración conforme madura el fruto es más débil y opaca.
- \_Cuando la fruta esta muy turgente se afectan las células de las zonas sensibles (lenticelas).
- \_Si la fruta fue producida en huertas donde hubo problemas de riego durante su desarrollo se hacen más susceptibles al hidrocalentamiento.
- \_Cualquier derrame de goma o látex sobre la piel de la fruta, antes del tratamiento, las hacen más susceptibles a quemaduras (6).

Los diseños básicos de los sistemas de hidrotérmicos utilizados fueron denominados Sistemas de grupo (Jacuzzi) y Sistemas de Proceso Continuo de los cuales, aparentemente el primero, resulto con menos problemas de operación y efecto sobre la fruta (6).



CUADRO 4. COMPARATIVO DEL FUNCIONAMIENTO SOBRE LOS TIPOS DE SISTEMAS HIDROTÉRMICOS EN DIFERENTES EMPACADORAS

CARACTERÍSTICA	FLUJO CONTINUO EMPACADORA VALMISA NUEVA IT ALIA MICH.	FLUJO CONTINUO EMPACADORA 5 ESTRELLA NAY.	JACCUZY I EMPACADORA CHULA VISTA TECMAN. COL.	JACCUZY II EMPACADORA FERNÁNDEZ TECOMAN C.	JACCUZY III EMPACADORA FRUTICO ESCUINAPA
CAPACIDAD	8 TONELADAS	8 TONELADAS	8 TONELADAS	4 TONELADAS	8 TONELADAS
MOVIMIENTO DE LA FRUTA EN PROCESO	SI	SI	NO	NO	SI
HOMOGENEIDAD DE TEMPERATURA	NO	NO	SI	SI	SI
TIEMPO DE EXPOSICION	90 MIN.	90 MIN.	91-92 MIN	91-92 MIN	91-92 MIN.
TEMPERATURA DE INICIO DE TRAT.	47,2 °C	47,2 °C	47,2 °C	47,2 °C	47,2 °C
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE TEMP.	NO DETERMINADA	NO DETERMINADA	5 MIN.	2 MIN.	2 MIN.
PERDIDA	40%	20%	10%	10%	5%
CALIDAD FINAL DE LA FRUTA	MALA	BUENA	REGULAR	BUENA	BUENA

En base a experiencias que han adquirido los empacadores los sistemas de tratamiento han venido mejorando sin embargo, la utilización de fruta de mayor calidad puede representar que aparentemente un tipo de sistema sea el mejor. (6).

Desde la entrada de los hidrotérmicos a México y la experiencia adquirida la infraestructura a nivel nacional a ido en aumento, ya que en los últimos años el cultivo del mango a tenido una gran importancia económica derivada de las exportaciones activando el sector agrícola en su proceso de producción y comercialización por lo cual los productores y empacadores se han visto beneficiados por la adquisición de grandes divisas (20).

Cuadro 5. Infraestructura a nivel nacional de las empacadoras de Mango que trabajaron en periodo de 1997.

ESTADO	EMPAQUE CON SISTEMA HIDRO TÉRMICO.	SISTEMA JACCUZY	SISTEMA CONTINUO	%
MICHOACÁN	17	16	1	29,3
SINALOA	14	11	3	24,1
NAYARIT	13	13	0	22,4
JALISCO	5	5	0	8,6
CHIAPAS	4	4	0	6,9
COLIMA	3	1	2	5,1
GUERRERO	1	1	0	1,7
CAMPECHE	1	1	0	1,7
TOTALES	58	52	6	100%

### 2.7.1- Estructura y componentes de un sistema continuo.

Dentro del panorama general de un sistema de procesos (Continuous Flow Sistem), tenemos que este tipo de sistema que es popular en México; los mangos son sumergidos sueltos o en canastas de alambre (fig. 2 ), sobre una banda o correa transportadora que se mueve despacio de un extremo del tanque con agua caliente al otro. La velocidad de la banda se fija para asegurar que los mangos se sumerjan durante el tiempo requerido. Este sistema requiere de un instrumento que monitoree la velocidad de la banda transportadora (enconder) al mecanismo del engranaje; la velocidad de la banda se registra en el mismo cuadro, en el cual se apunta el tiempo y temperatura; ahí también se indica cuando la banda se mueve o se detiene durante el ciclo de tratamiento.

Las frutas pequeñas necesitan menos tiempo de tratamiento que la fruta grande, por consiguiente, la velocidad de la banda transportadora debe ajustarse para acomodar los tratamientos de diferentes periodos de tiempo, como alternativa la velocidad de la banda puede permanecer constante, pero el tiempo que la parte de la banda está sumergida se regula o ajusta de acuerdo al tiempo de tratamiento requerido y de acuerdo al tamaño individual de la fruta. El transportador no debe permitir que la fruta se mueva hacia atrás o hacia adelante durante el tratamiento.

Algunos operadores creen que es una ventaja tratar la fruta mientras esta pasa através de sistemas de la banda transportadora. Sin embargo muy pocos sistemas nuevos de estos se han estado construyendo actualmente porque a menudo este mecanismo daña o rasguña la cascara del fruto. Una desventaja mas de este sistema es el de ocupar mucho mas espacio que el sistema de grupo (sistema Jaccuzy). (18).

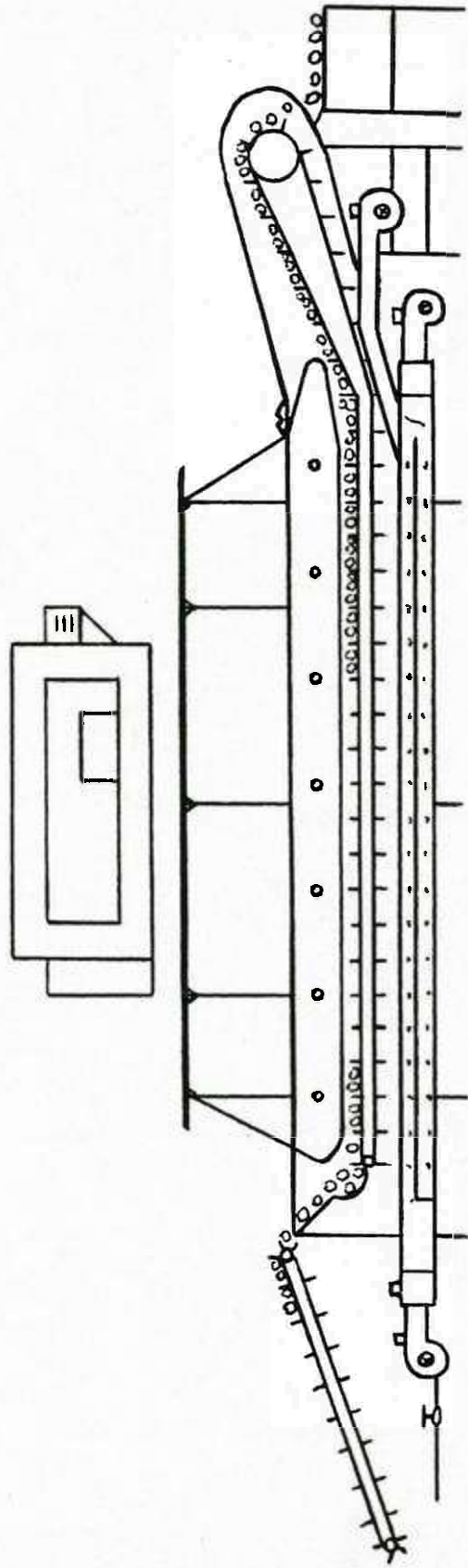


Fig. 2. Esquema general de un sistema hidrotérmico tipo continuo a granel.

**Pasos a seguir para este tratamiento en lo que se refiere al equipo hidrotermico y sistema de Computo.**

1.- Checar velocidad de la banda aplicando la siguiente formula:

$$\text{Velocidad} = \text{Distancia} / \text{tiempo}$$

Se toma la distancia total del tanque que puede variar de acuerdo a las necesidades del productor y se divide entre el tiempo que dure el tratamiento (90, 75, 65 min.).

Ejemplo:

Periodo de tratamiento = 90 min.

Distancia del tanque 26.03 mt.

De acuerdo a la formula  $v = D / T$

Tenemos  $V = 26.03 / 90 = 0.2892$

La distancia que recorre la banda en un minuto es de 0.2892 siendo a su vez el factor de velocidad del tanque.

Después se toma una medida cerrada de preferencia de dos metros, la cuál se deberá marcar al final del tanque (salida de fruta) en la pared interna para después ponerle una señal al arreador de fruta y cotejar el punto fijo establecido de inicio, a fin (2 mts.) con el punto en movimiento (arreador).

Una vez establecido lo anterior se toma el tiempo en que recorre la banda. A esta distancia se aplica la misma formula y se compara con el factor establecido 0.2892.

Sin en 2 mt. -----7': 02''

Los segundos que resulten del tiempo tomado se dividen entre 60 para sacar las décimas :

$$2 / 60 = .03$$

Entonces tenemos que el tiempo real recorrido es de 7 min. 03 segundos en dos metros.

Conociendo el tiempo real del recorrido de 2 mts. Será cuestión de una regla de 3 simple para saber el tiempo de duración del tratamiento.

2 mt.. ----- 7':03'' tiempo real.

26.03 mt. ----- x

x= 91.49 min. De tratamiento

Velocidad de la banda  $26.03 / 91.49 = .2845$

Si comparamos el resultado obtenido de .2845 con el factor que se había determinado anteriormente vemos que la banda está trabajando a una velocidad más baja, por lo tanto está correcto. Si la velocidad fuera más alta

que el factor determinado el tratamiento no se llevaría acabo hasta repararse la falla .

2.- Calibrar el termómetro digital, tipo Electro-therm con el termómetro certificado o de mercurio con rango de 110°F. A 120°F.

Tomando un punto al azar del tanque obtendremos la temperatura real, calibrando el termómetro digital con el de mercurio para que aquél haga las veces de termómetro de mercurio en la calibración de sensores fijos del tanque para lo cual el termómetro digital deberá contar con un sensor tipo cable enteipado a una varilla en la parte superior pegado al bastón, otra en la mitad y otra mas en la parte inferior sin cubrir la punta del sensor del cable. La temperatura del agua del tanque debe estar igual o mayor a los 115°F, (46.1°C.) (25).

La temperatura se deberá tomar lo mas cercano posible al sensor del tanque.

La precisión del sistema de registro de temperatura debe ser más o menos de 0.5°F. (0.27°C) de la temperatura real medida con el termómetro certificado.

3.- Calibración de los sensores fijos del tanque con el equipo de registro.

En el cuadro subsiguiente presentamos la forma en que son calibrados los sensores fijos del tanque.



Cuadro 6. Calibración de sensores fijos del tanque.

HORA	SENSOR	TEMPERATURA CERTIFICADA	TEMPERATURA DE REGISTRO	DIFERENCIAL
8:05:30	1	116,1 °F	116,1 °F	OK.
8:12:20	2	115,8°F	115,8 °F	OK
8:06:50	3	116,2 °F	116,3 °F	-0,1
8:13:40	4	115,7°F	115,6 °F	0,1
8:07:10	5	116,1 °F	116,1 °F	OK
8:15:00	6	116,9 °F	117,1 °F	-0,2
8:08:15	7	117,0°F	116,8 °F	0,2
8:16:10	8	115,7 °F	115,6 °F	0,1
8:09:40	9	116,6 °F	116,8 °F	-0,2
8:17:01	10	116,9 °F	116,9 °F	OK

### **Estructura General de un Sistema Continuo.**

La estructura de estos equipos pueden variar en cuanto a dimensiones ya que el productor tienen la elección de decidir según sus necesidades, por lo tanto podemos encontrar equipos con las siguientes dimensiones:

1.- De acuerdo a las dimensiones establecidas por el dueño del equipo tenemos los siguientes para un equipo continuo tradicional a granel.

Cuadro 7. Dimensiones aproximadas de equipos Continuos tradicional a granel.

LONGITUD Mts.	ALTURA MASO MENOS	ANCHO MASO MENOS	LITROS APROXIMADOS DE AGUA
26,03	1.60	2.00	83,296
24,91	1.60	2.00	79,712
19,04	1.60	2.00	60,928

## 2.- Capacidad.

Esta va a variar de acuerdo al tamaño del equipo de 10 a 18 toneladas de fruta por tanque.

3.- Conforme a la Figura núm. 2 que anexamos el sistema de hidrotérmico tipo continuo se compone de las siguientes partes.

- A).- Elevador con paleta acarreadora del mango al tanque con agua caliente (tratamiento).
- B).- Entrada del mango al tanque.
- C).- Malla de acero con cadena sin fin.
- D).- Rodillos fijos de la malla.
- E).- Rodillo con tensor para la malla.
- F).- Estructura para el soporte de la malla.

G).- Banda transportadora sin fin con arreadores para mangos.

H).- Rodillo de la banda transportadora.

I).- Rodillo de salida de fruta tratada.

J).- Estructura para el soporte de salida de la fruta.

K).- Pasillo de andén de personal autorizado.

L).- Fuente de calor y sus componentes:

\_ Línea de gas LP con regulador de presión.

\_ Quemador tipo gasificador.

Este trabaja una vez gasificado el combustible líquido para ser lanzado por una boquilla con la fuerza del aire, este es encendido por la llama del piloto de gas; el piloto es de tipo interrumpido y es encendido por una chispa eléctrica precisamente antes de que empiece a funcionar el quemador de gas (5).

Este es el quemador más usual porque además de controlar instantáneamente la mezcla aire-combustible, las partes metálicas del ventilador trabajan frías.(Fig. 3.)

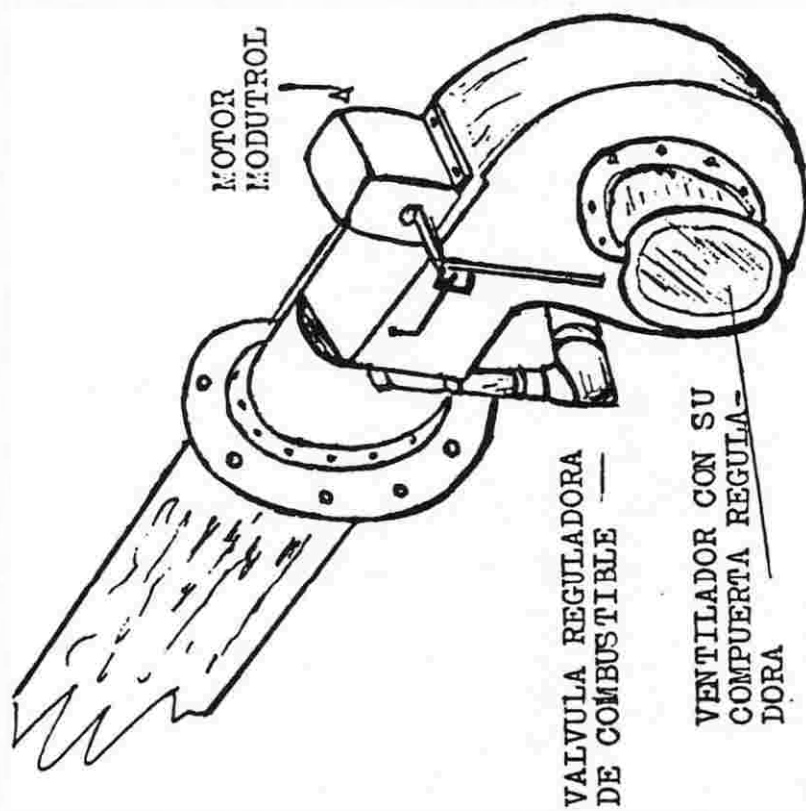


Fig. 3. Diagrama general de un quemador.

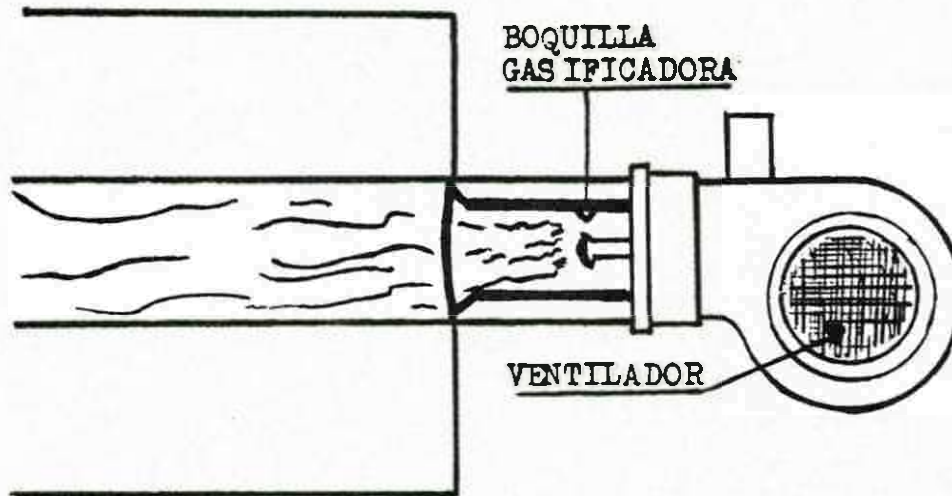


Fig. 4. Diagrama general de serpentín y quemador.

### Motor Modutrol ó válvula Modutrol.

La función de este va a ser modular, como su nombre lo indica, la entrada de gas al quemador (7).

### Serpentín.

Tendrá la función de llevar y transmitir el calor producido por el quemador al agua contenida en el tanque. (Fig. 4)

### LL).- Detectores de temperatura (sensores).

Los detectores de temperatura de platino con una resistencia de cien ohms se deben instalar en la parte inferior del tanque. Las ventajas de éste elemento de resistencia incluyen estabilidad a largo plazo, niveles de alta señal y precisión general de sistema. El número exacto de los detectores que se necesitan para un tanque hidrotermico en especial se determinarán cuando se sometan los planos a aprobación. Los sistemas de proceso continuo requieren de un mínimo de diez sensores por tanque.(Fig. 5. )

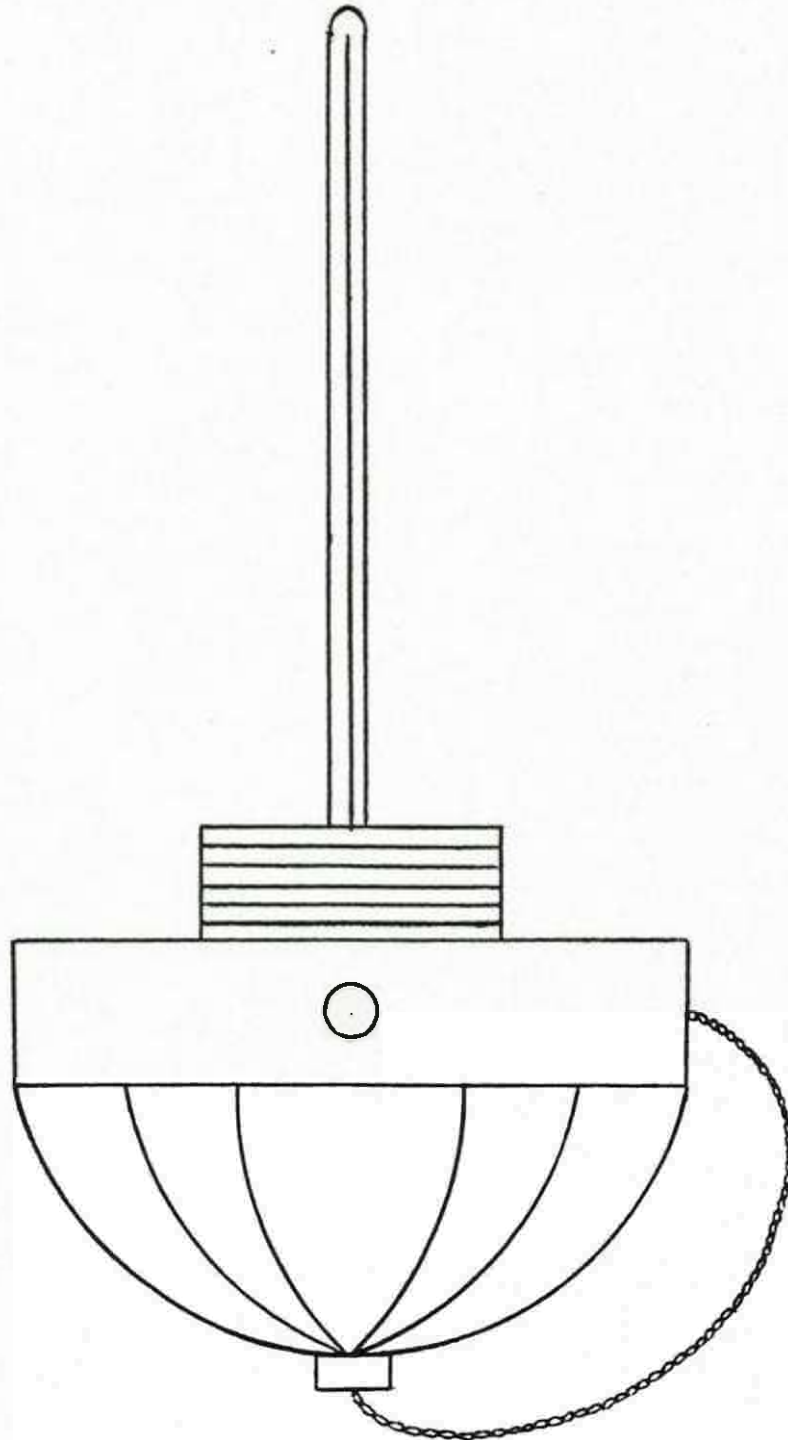


Fig. 5. Esquema de un sensor detector de temperaturas.

M).- Circulación del agua.

El sistema de circulación de agua en el tanque se requiere para asegurar que el agua mantenga una temperatura uniforme durante el tratamiento . Los controles de las bombas de circulación están diseñadas para que no puedan ser alteradas indebidamente y para garantizar que el equipo no se apague durante el proceso del tratamiento la elección de la bomba o propela dependerá de la capacidad de agua a mover.

N).- Componentes eléctricos y electrónicos en general.

Las conexiones eléctricas del establecimiento deben cumplir con los códigos y reglamentos de seguridad local e internacional. En todos los casos se requiere que exista un conductor de tierra.

Las computadoras y microprocesadoras deben estar ubicadas en un cuarto con aire acondicionado donde la temperatura es controlada para mantener la exactitud y precisión de esta. Este cuarto deberá estar a un nivel superior al del tanque de tratamiento y con la seguridad debida dada la información procesada ahí.

Se recomienda que los equipos de computación y microprocesadora tengan una línea comercial acondicionada (fuente protectora) para que ten--



gan protección contra irregularidades del voltaje fuente eléctrica reducción de ruidos y distorsión armónica.

También es de recomendarse se tenga un generador eléctrico, para en caso de una falla en la electricidad general, como una fuente eléctrica de respaldo.

Ñ).- Registro de temperaturas. (Computadora).

El instrumento usado para anotar el tiempo y la temperatura debe ser capaz de funcionar automáticamente cuando el sistema de agua caliente es activado.

El instrumento de registro debe tener la capacidad de anotar información continuamente por un periodo largo de tiempo. Los sistemas de procesos continuo requieren un equipo de anotación capaz de operar por doce horas consecutivas.

Para este caso del sistema continuo los modelos de registro más utilizados y aprobados por APHIS son:

Flotek

El cual debe de estar conectado a la impresora. La compañía Flotek cerró en 1991, sin embargo se pueden conseguir ocasionalmente instrumentos usados y aun nuevos que nunca se utilizaron, por conducto de la Cía. Asics.

Contech.

El cual tiene una capacidad para diez canales (18).

El sistema de registro Contech todavía es usado en la actualidad ya que la firma de ingenieros que producen este sistema han ido evolucionando de acuerdo a las necesidades del empacador.

Para el año de 1997 operaban seis hidrotérmicos con sistema continuo, de los cuales solo uno trabaja bajo condiciones de llenado a granel, encontrándose este equipo en Apatzingan Michoacán y los cinco restantes son equipos continuos modificados. (Cuadro núm. 8).

Cuadro. 8 Tabla de los equipos continuos modificados.

ESTADQ	NOMBRE DEL EMPAQUE INTERNACIONAL	CANASTAS A GRANEL		CANASTAS CON CAJAS		EQUIPO MTS.	LONGITUD		TIPO DE VEL.	SISTEMA DE CALOR	SISTEMA DE COMPUTO
		CAJAS	KG	CAJAS	KG		90'	TRATAMIENTO 75'			
S I N	INDOCUMER	32	18	--	--	21	21	17,5	CTE	QUEM	CONTECH
	AGROP.	--	--	56	18	25	25	20,8	CTE	QUEM	DPR 1500 UDC 3000
	BAZUA	--	--	27	15	25	21	17,5	CTE	QUEM	FLOTEK
C O L	FRUT. FINAS COLIMAN	--	--	18	16	28	28	23,5	CTE	QUEM	CONTECH
	GRUPO PAULMEX	--	--	6	20	26	26	21,6	VARIA	CALDERA	DPR 3000 UDC 3000

NOTA: El equipo de Bazua tiene un largo de 25 mts. De los cuales 4 mts.

Son utilizados para precalentamiento de la fruta.

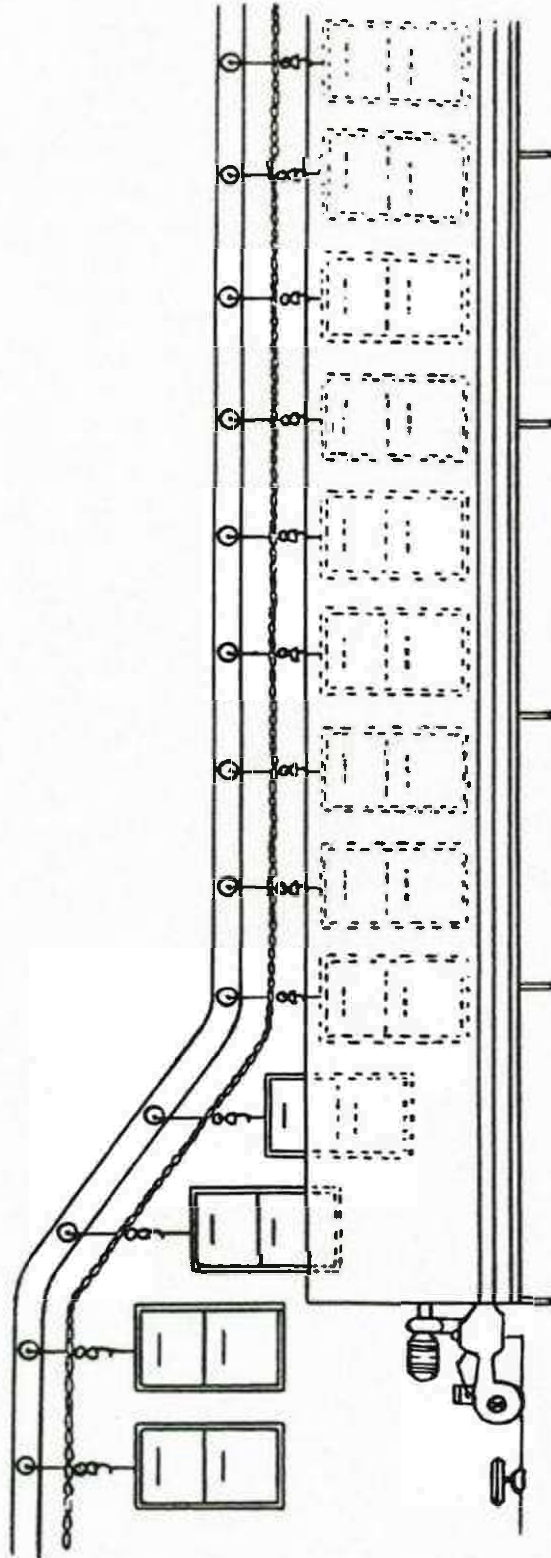


Fig. 6. Esquema general de un hidrotérmico tipo continuo modificado.

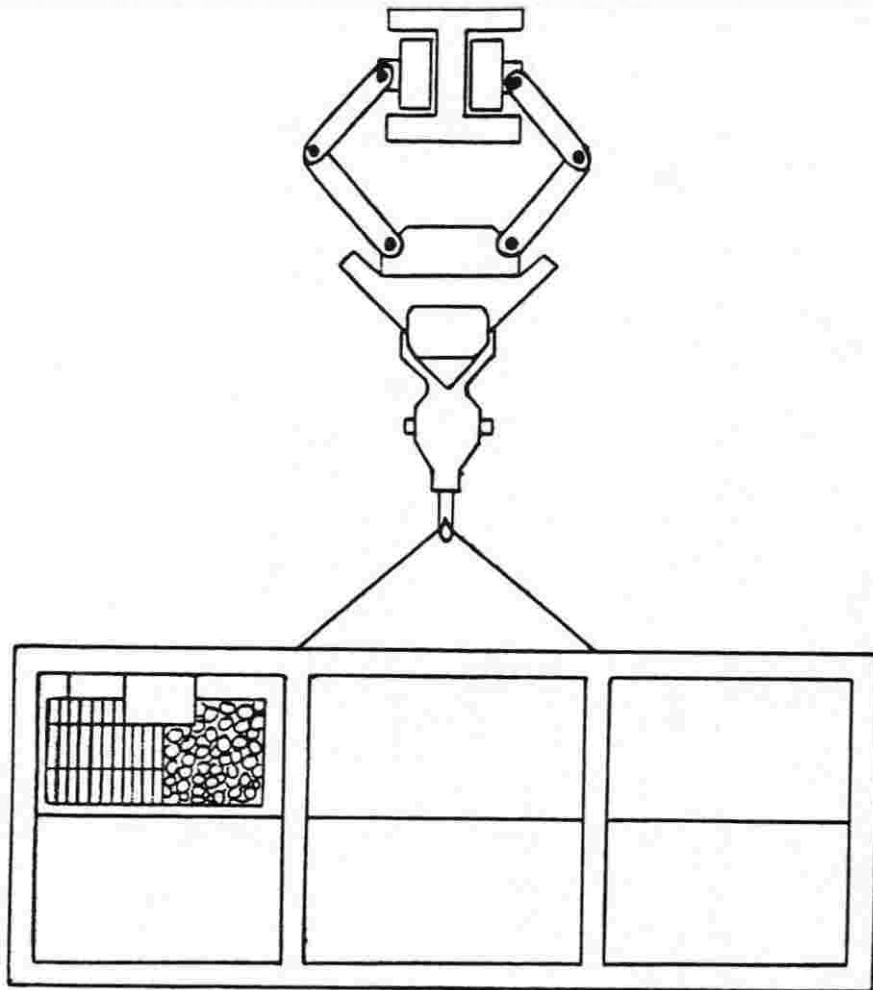


Fig. 7. Esquema del enganche de una canasta con sistema continuo modificado.

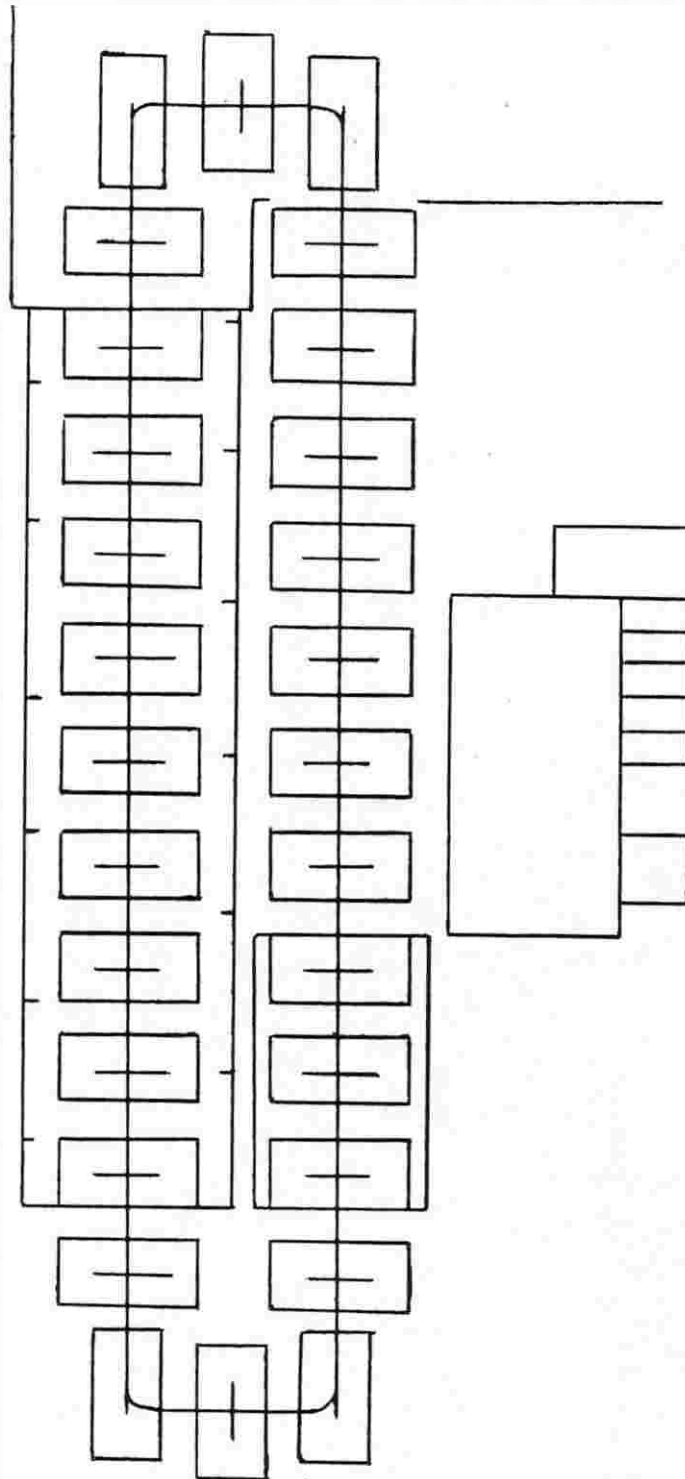


Fig. 8. Esquema general de un hidrotérmico tipo continuo modificado.

(Visto de arriba)

### **2.7.2.- Estructura y componentes de equipos con Sistema Jacuzzi.**

Dentro del panorama general de un sistema de proceso de grupo o, también conocido como sistema Jacuzzi, se encuentran la mayoría de establecimientos de tratamiento hidrotérmicos de mangos. En este sistema se colocan las canastas con mangos sobre una plataforma que desciende dentro de un tanque con agua caliente donde la fruta permanece a la temperatura prescrita y por el tiempo determinado, sacándose las canastas generalmente alzándolas. En este sistema el cuadro de tratamiento debe indicar (cuando por medio de una marca identificable) cuando una canasta con mango sale prematuramente del tanque.

Otras alternativas son una llave de solenoide, sensor o mecanismo similar que rompa el contacto cuando una canasta se saque del tanque del tratamiento, o un mecanismo de enganche para hacer físicamente imposible el sacar los mangos antes de que el tratamiento haya terminado completamente, (18).

### **Pasos a seguir para el tratamiento en lo que se refiere al Equipo Hidrotérmico y Sistemas de Computo.**

Debido a que este sistemas es muy independiente de un proceso continuo aquí no existe el factor velocidad ya que los equipos Jacuzzi carecen de movimiento en lo que respecta a las canastas en uno o varios tanques de tratamiento. Las canastas pueden ser llenadas a granel o con cajas de campo.

Básicamente el procedimiento de calibración del termómetro certificado y digital va a ser igual que en un sistema continuo; la diferencia radicará en que se puede escoger cualquier tanque de tratamiento, esto es debido a que vamos a obtener la temperatura real medida en cualquier punto la cual deberá estar mayor o igual a 115°F (46.1°C), (25). Así mismo el procedimiento de calibración del equipo de registro (computo) con los sensores fijos del o los tanques es muy semejante al de sistema continuo.

### **Estructura de los Sistemas Jacuzzi.**

La estructura de estos equipos varia mucho en cuanto a dimensiones y capacidad ya que hay una gran diversidad de equipos Jacuzzi modificados a nivel nacional desde los sistemas de llenado a granel hasta los de canastas con cajas de campo.



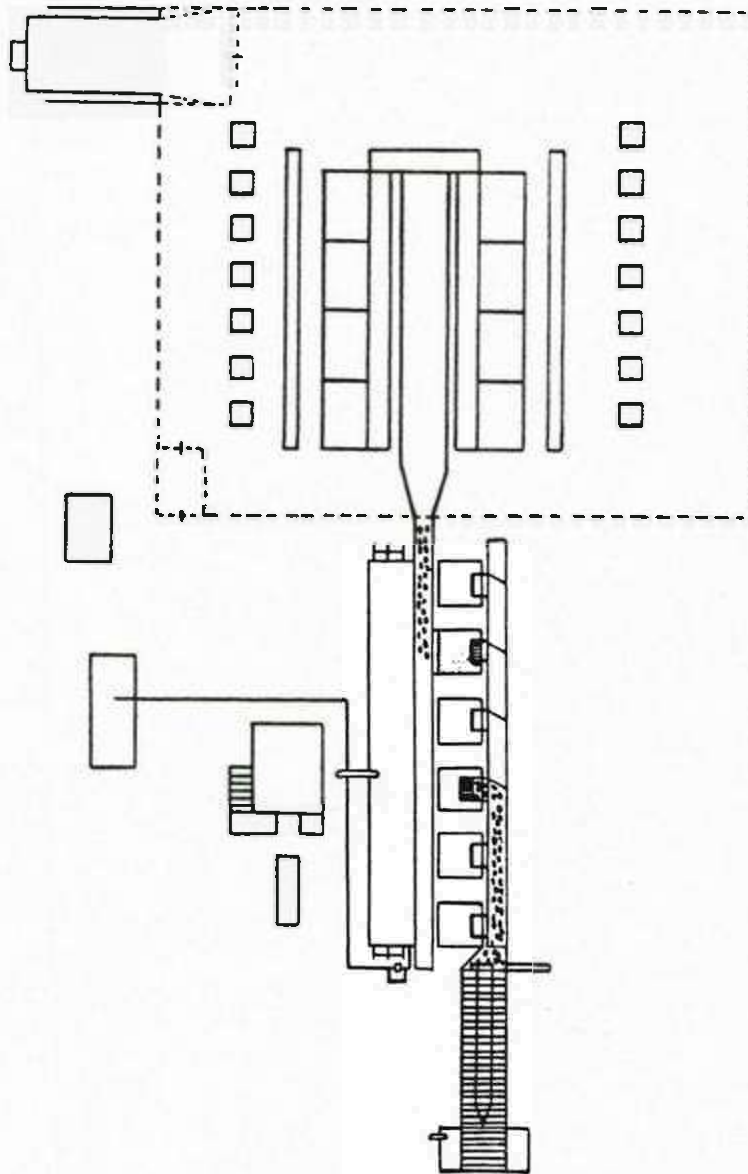


Fig. 9. Esquema general de un empaque de mango con sistema hidrotérmico tipo Jacuzzi a granel.

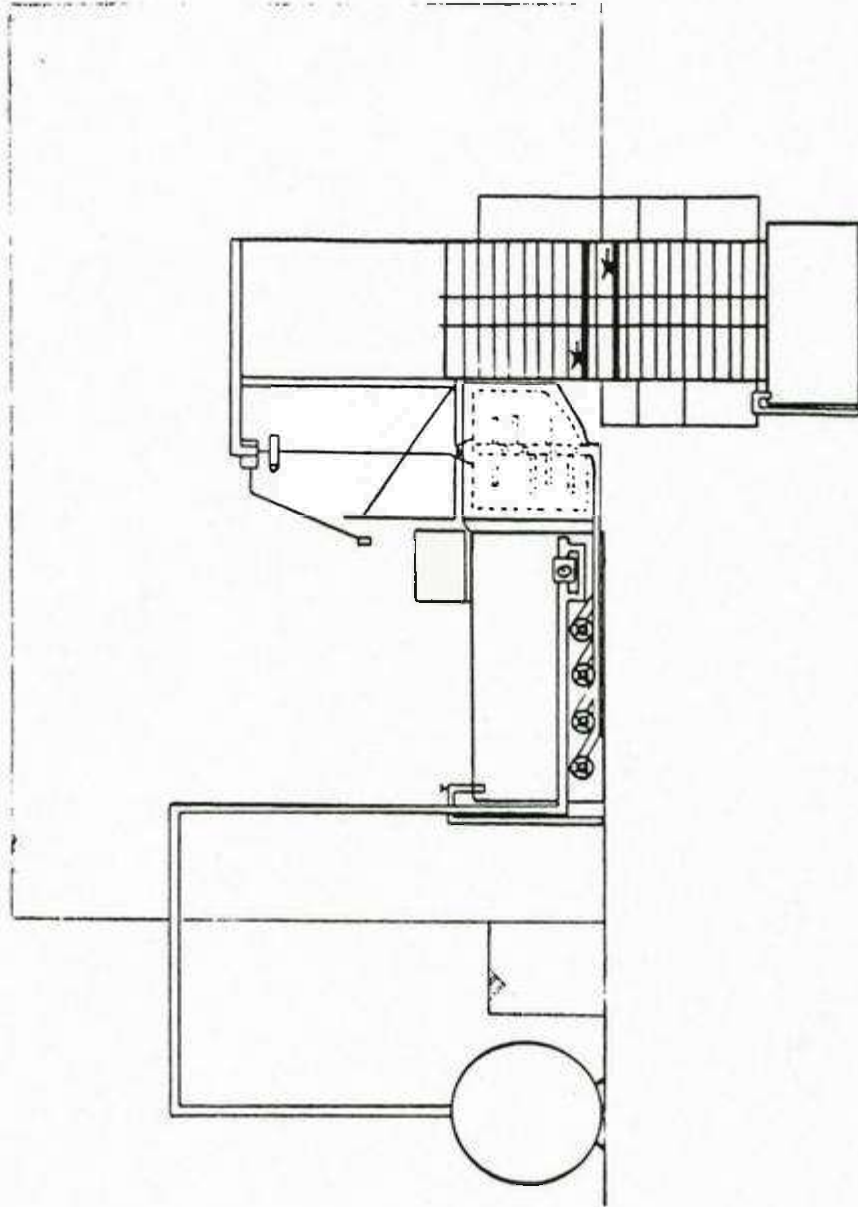


Fig. 10. Vista lateral de un hidrotérmico tipo jacuzzi a granel.

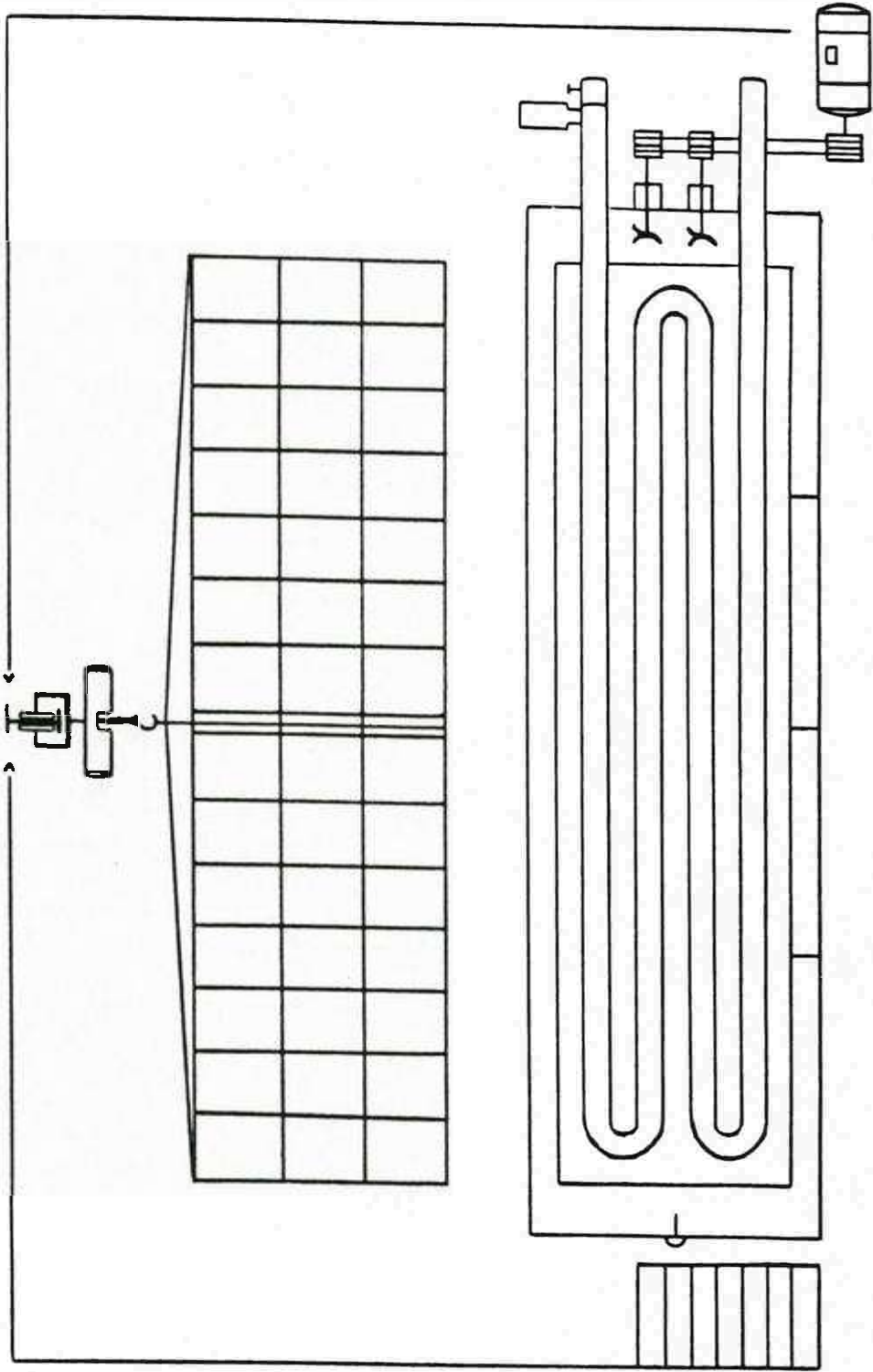


Fig. 11. Vista frontal de un tanque hidrotérmico tipo Jacuzzi con cajas de campo en canasta

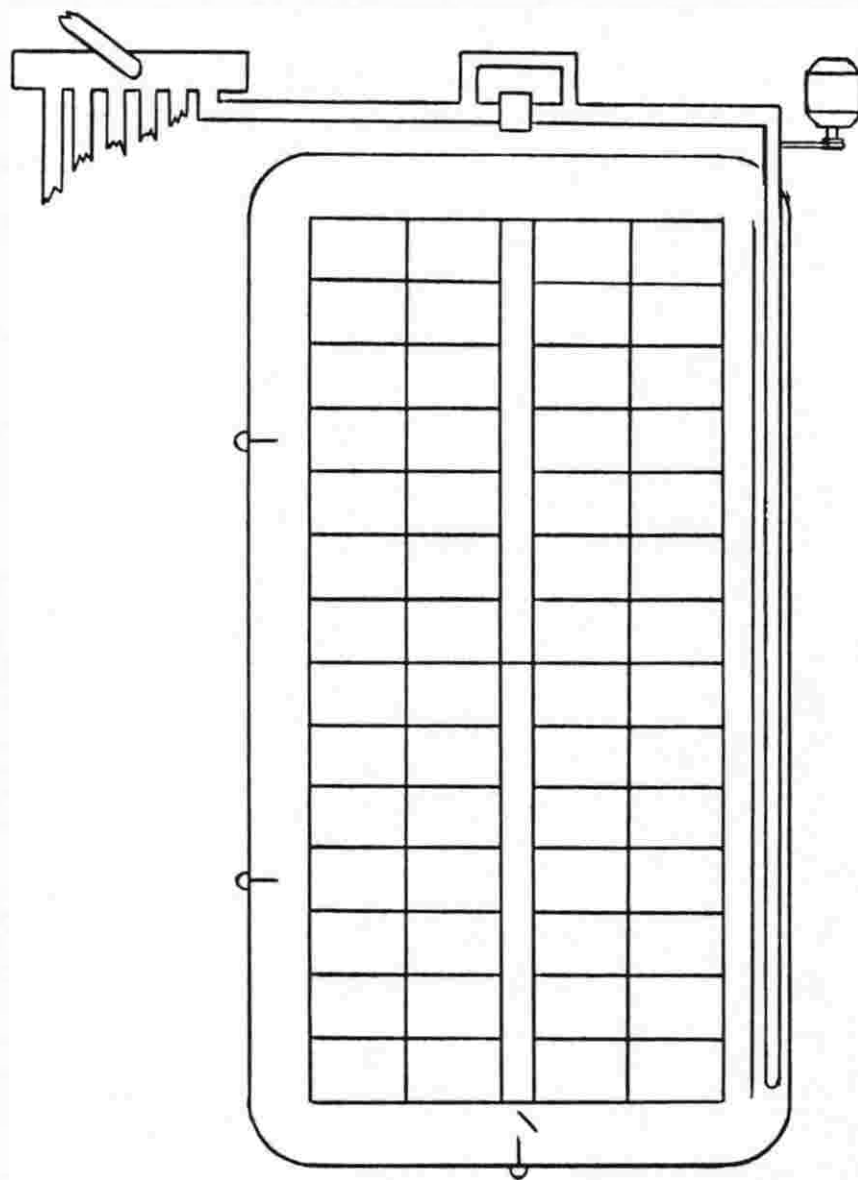


Fig. 12. Vista de arriba de un tanque hidrotérmico tipo Jacuzzi con cajas de campo en canasta.

1.- Componentes en general del sistema:

a).- Quemador

b).- Válvula Modutrol

c).-Componentes eléctricos y electrónicos en general

Estos tres elementos son similares a los usados en el sistema continuo y con ciertas diferencias a los usados en el sistema mencionado

d).- Serpentín

La función básica de este Serpentín es el de llevar y transmitir el calor producido por el quemador y vapor por la caldera.

Para los sistemas Jacuzzi hay una gran diversidad de acomodo de serpentines en o los tanque de tratamiento esto dependerá del diseño de ingeniería del equipo de hidrotérmico.

e).- Detectores de temperatura (sensores).

A diferencia del numero de sensores de un sistema continuo, diez como mínimo por tanque, los sistemas de grupo Jacuzzi requieren dos detectores por tanque por lo menos. Sin embargo los tanques que tratan múltiples canastas de mangos deben tener por lo menos un detector por cada posición de la canasta (18).

f).- Circulación del agua.

A diferencia de un sistema continuo aquí podemos encontrar en los

diferentes equipos Jacuzziy bombas o aspas (propelas).

g).- Caldera.

Es un recipiente cerrado en el cual se aprovecha el calor de un combustible al quemarse para convertir el agua que contiene en vapor y a una presión mayor que la atmosférica. (7).

Dentro de las características generales de una caldera paquete consiste de un envolvente de cuerpo cilíndrico, quemador con sus controles , ventilador para tiro, control de tiro y otros componentes ensamblados. Todos los componentes de la unidad paquete están seleccionados para trabajar en conjunto dando el máximo de seguridad en la operación .(14)

De acuerdo a los requisitos mínimos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA APHIS) .

1).- La instalación hidrotérmica debe tener la capacidad de calentar el agua ( caldera suficientemente grande) y los controles del termostato (válvula Modutrol) deben ser precisos para mantener el agua a la temperatura indicada dentro del tiempo adecuado para el tratamiento. La caldera usada para calentar el agua en el sistema del grupo de tanques (Jacuzziy) necesita generalmente tener un rendimiento aproximado de 1,000,000 BTUs, 30 caballos de fuerza (18). (Fig. 13.)

2).- Uno de los requisitos de APHIS es que los controles del termostato sean automáticos; para esto los puntos fijos de temperatura se determinaran

durante la prueba oficial de funcionamiento y serán suficientemente altos para asegurar que el agua en el tanque de tratamiento cumpla o exceda la temperatura mínima indicada para tratar la fruta. Una vez determinados los puntos fijos de temperatura estos no deben moverse, deberán ser constantes durante toda la estación de embarque (18).

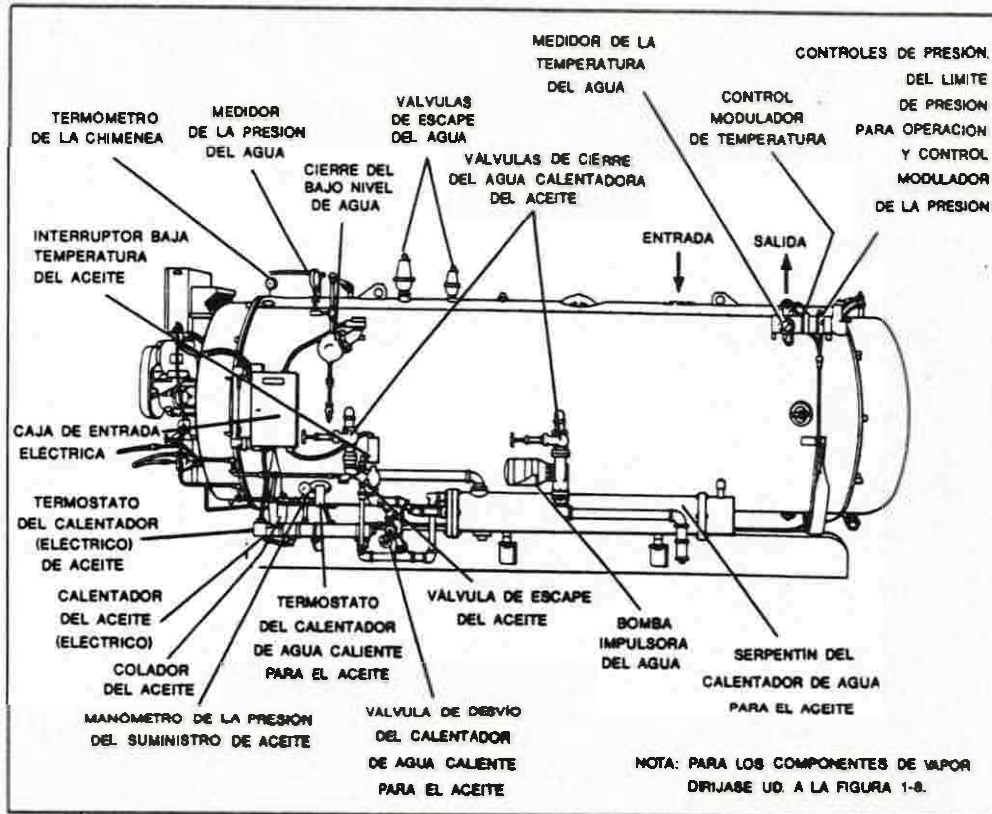


Fig. 13. Caldera básica de vapor.



h).-Registro de temperatura (computadora).

A continuación se nombran los modelos de registro de temperatura actualmente usados y aprobados por APHIS en los Equipos Jacuzzi.

Honeywell DPR-3000, versión D4

(capacidad canal 32).

Honeywell DPR-1500,

(capacidad canal 30). Este modelo se dejó de construir en 1990.

Honeywell Versaprint -131

(capacidad canal 8).

Contech

(capacidad canal 10). (18).

Dentro de los sistemas de registro cabe mencionar que el control termostático deberá trabajar automáticamente por lo tanto: los equipos podrán tener un controlador automático de temperatura integrado o independiente, según sea el caso.

Cuadro 9. Modelos de registro de temperatura de Equipos Jaccuzy

SISTEMA DE REGISTRO	MICHOACAN			SINALOA		
	CANASTAS A GRANEL	CANASTAS CON CAJAS	TOTAL	CANASTAS A GRANEL	CANASTAS CON CAJAS	TOTAL
DPR 3000	3	9	12	2	2	4
DPR 1500	1	1	2	0	0	0
VERSAPRINT	0	0	0	0	1	1
CONTECH	1	1	2	2	4	6

SISTEMA DE REGISTRO	NAYARIT			JALISCO		
	CANASTAS A GRANEL	CANASTAS CON CAJAS	TOTAL	CANASTAS A GRANEL	CANASTAS CON CAJAS	TOTAL
DPR 3000	1	8	9	0	3	3
DPR 1500	0	0	0	0	0	0
VERSAPRINT	1	0	1	0	0	0
CONTECH	1	2	3	0	2	2

SISTEMA DE REGISTRO	CHIAPAS			COLIMA		
	CANASTAS A GRANEL	CANASTAS CON CAJAS	TOTAL	CANASTAS A GRANEL	CANASTAS CON CAJAS	TOTAL
DPR 3000	0	4	4	0	0	0
DPR 1500	0	0	0	0	1	1
VERSAPRINT	0	0	0	0	0	0
CONTECH	0	0	0	0	0	0

SISTEMA DE REGISTRO	GUERRERO			CAMPECHE		
	CANASTAS A GRANEL	CANASTAS CON CAJAS	TOTAL	CANASTAS A GRANEL	CANASTAS CON CAJAS	TOTAL
DPR 3000	0	0	0	0	0	0
DPR 1500	0	0	0	0	0	0
VERSAPRINT	0	0	0	0	0	0
CONTECH	0	1	1	0	1	1

### 2.7.3.- Sistema de calor.

En conjunto los sistemas de calor componentes, eléctricos y electrónicos deberán trabajar y ser operados automáticamente en un equipo hidrotérmico tanto Jacuzzi como continuo, como lo describe USDA APHIS; por lo tanto la evolución a marcado el hacer el buen uso de dichos componentes ya que de estos dependerá en gran parte el obtener y mantener temperaturas optimas en un periodo de tratamiento determinado.

Para esto algunos administradores de los establecimientos prefieren tener dos puntos fijos para cada tanque. En este tipo de sistema , la temperatura de inmersión inicial ( punto establecido 1).

1).- Se fija ligeramente más alto los primeros cinco minutos. El segundo punto fijo señala la temperatura que se va a mantener durante el resto del tratamiento, debiéndose verificar durante la prueba oficial de funcionamiento y el mismo procedimiento deberá repetirse para cada tratamiento comercial subsecuente. Dos puntos fijos no son necesarios, pero facilitan la aprobación de la prueba de funcionamiento. Este sistema es bueno para tanques que tratan solo una canasta de mangos a la vez .  
(18).

### **2.7.3.1.-Válvulas Solenoides.**

Para el año 1994 son aprobadas las válvulas solenoides como sistemas de calor directo al o los tanques de tratamiento. La necesidad de incurrir a dichas válvulas fue y es debido a que en una prueba oficial de funcionamiento muchos equipos presentaron y presentan hasta la fecha serios problemas de recuperación de temperatura durante los primeros cinco minutos de certificación del equipo de hidrotérmicos.

#### **Válvulas solenoide**

Dicha válvula sirve para controlar la presión de un flujo determinado cuando este circula por alguna tubería. (Fig. 14.)

Dentro de las principales partes constitutivas tenemos:

- a).- Resorte
- b).- tornillo de ajuste
- c).- Diafragma
- d).- Asiento fijo
- e).-Asiento móvil (14).

Principios de operación.

Una válvula de solenoide es una combinación de dos unidades funcionales.

1).- Una solenoide (Electromagneto), con un embolo o núcleo

2).- Una válvula conteniendo un disco en posición de abrir y cerrar

La válvula es abierta o cerrada con el movimiento magnético del embolo o núcleo cada vez que el coil es energizado (3).

Las válvulas solenoides utilizadas en los hidrotérmicos son de dos vías la cual tiene dos conexiones a tubería una de entrada y otra de salida. La cual al estar cerrada se desenergiza y al abrir se energiza por medio de una señal

# VALVULA DE SOLENOIDE

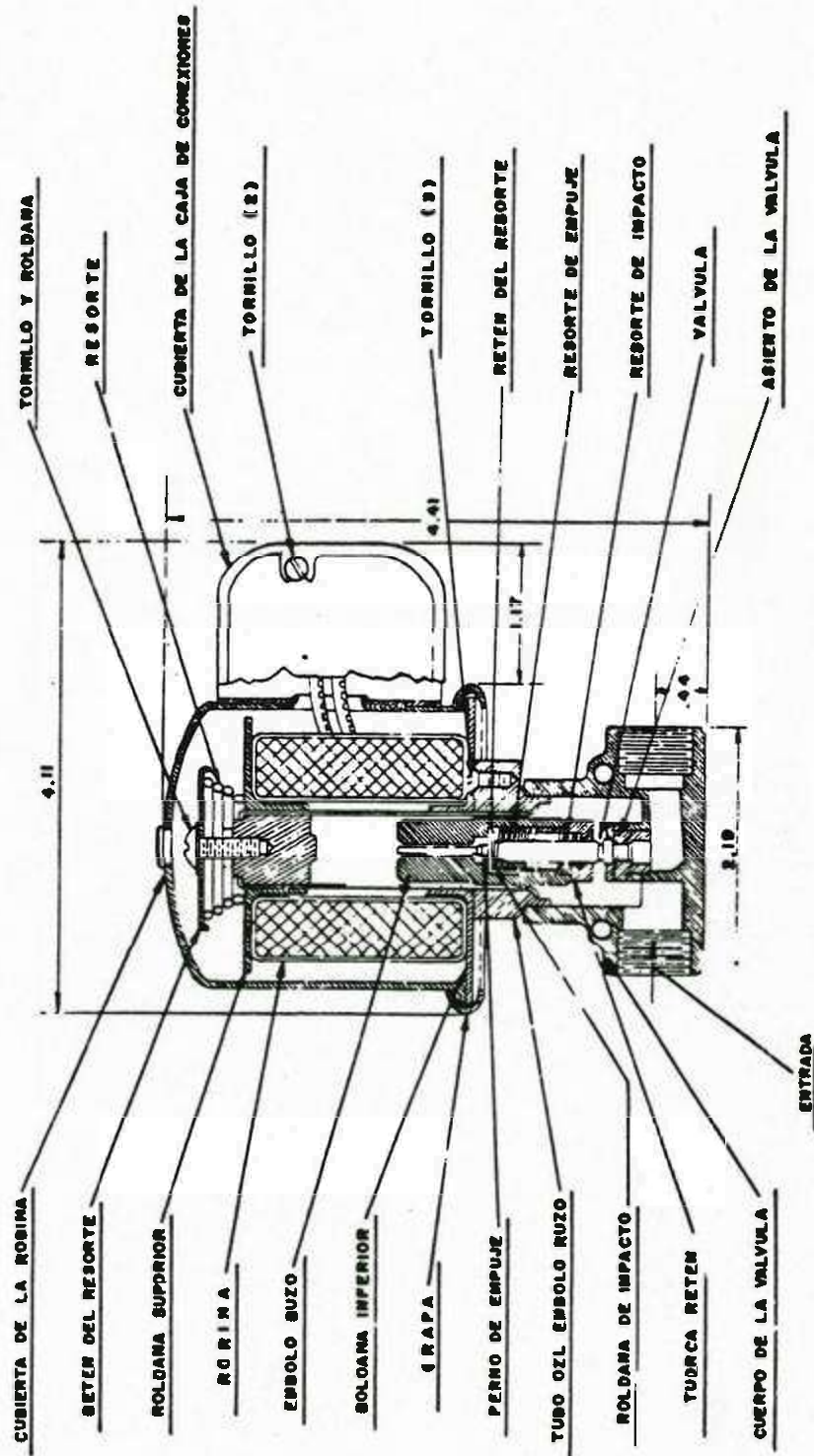


Fig. 14

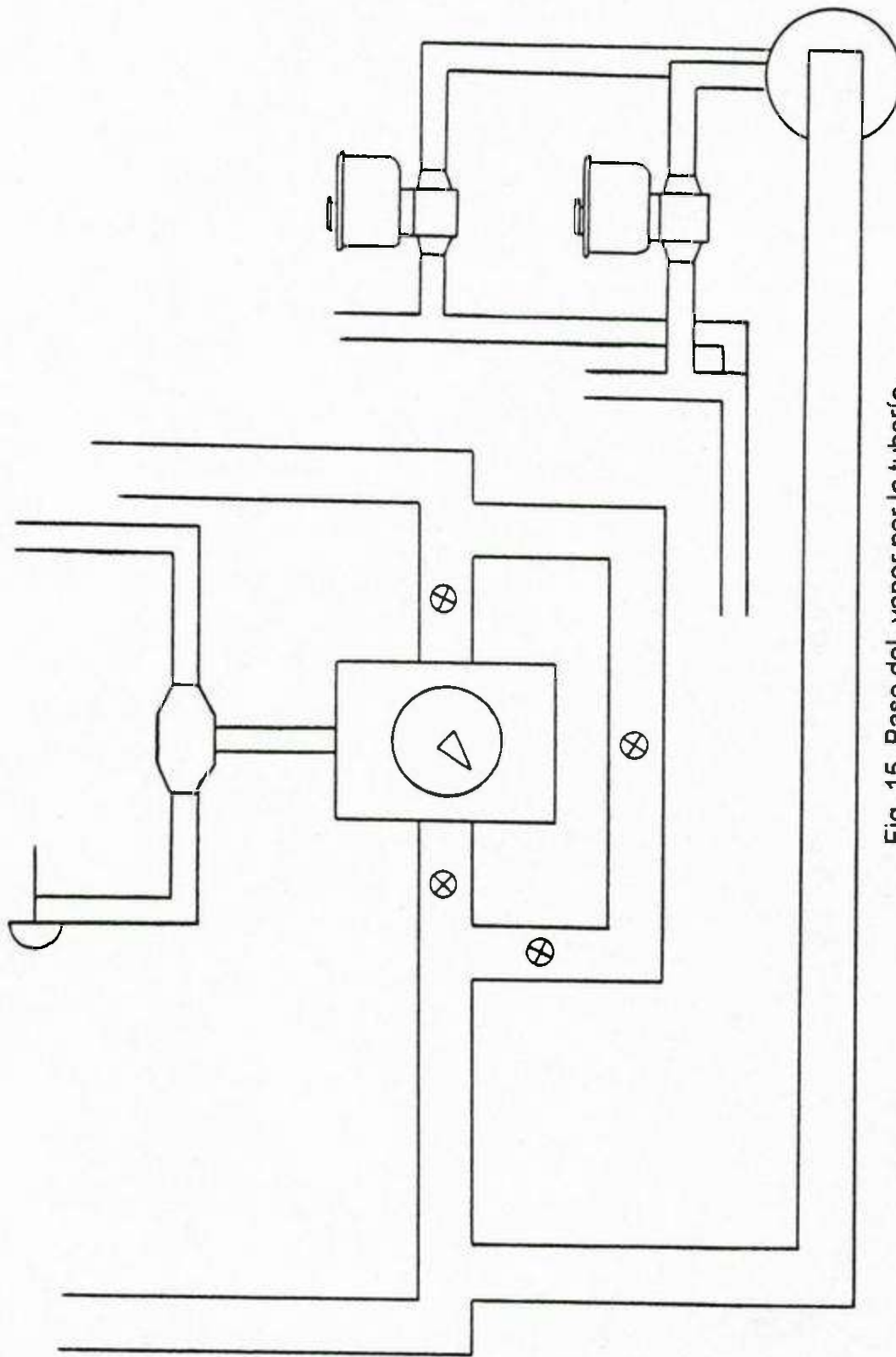


Fig. 15. Paso del vapor por la tubería.

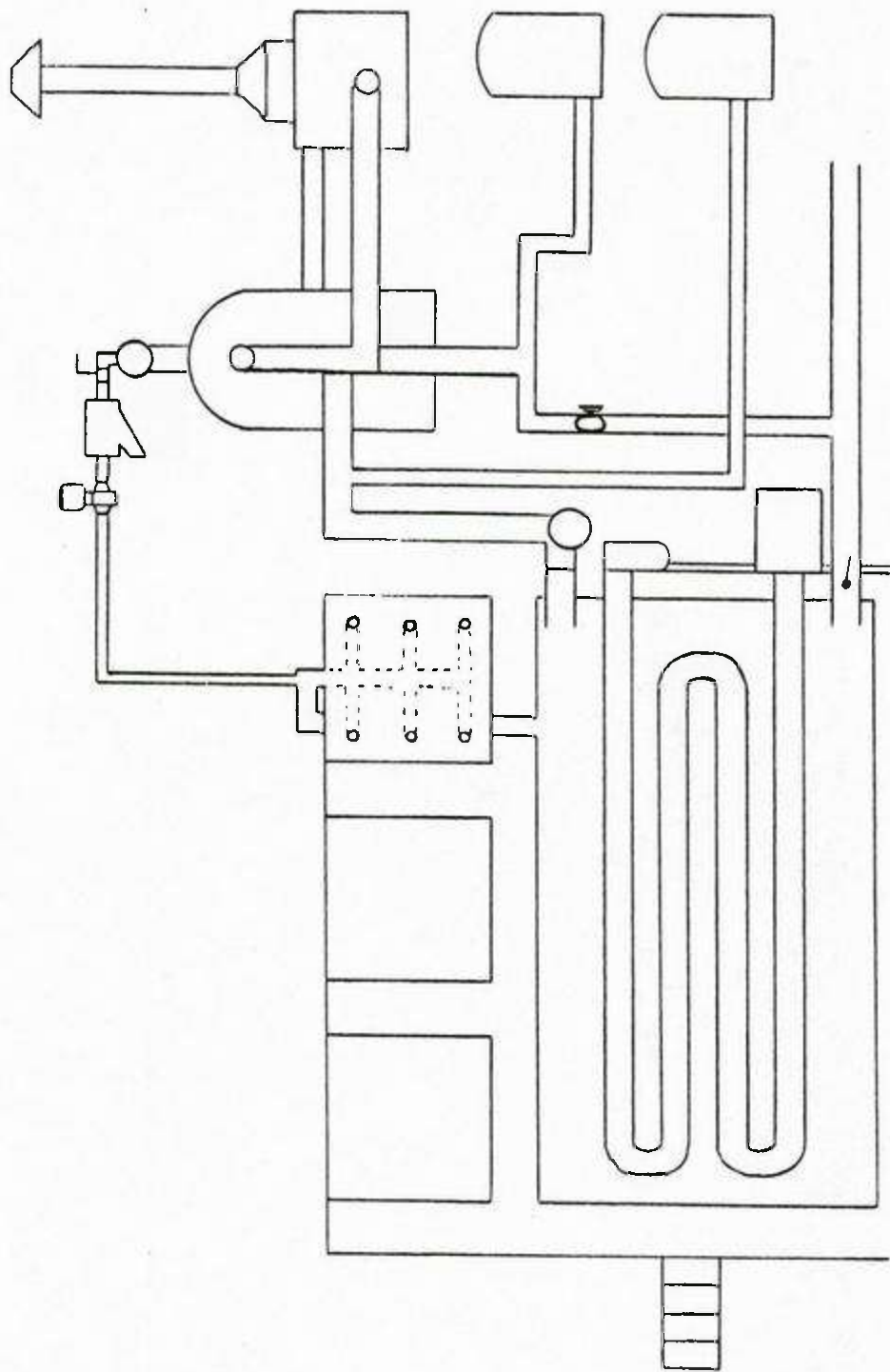


Fig. 16. Paso de agua caliente por la tubería .



## DISCUSIONES

Básica y fundamentalmente la discusión del presente trabajo, se basa en los periodos de proceso cuarentenarios (PARA EL CONTROL Y EVITAR LA PROPAGACIÓN DE MOSCAS DE LA FRUTA). Al que ha sido sometido el mango de exportación hacia los Estados Unidos de América. Teniéndose a la fecha como resultado de investigaciones el tratamiento térmico a base de agua caliente.

Anteriormente como alternativa de exportación de mango se uso el Dibromuro de Etileno (EDB), con este sistema de fumigación se obtenían resultados muy aceptables para el control de huevecillos y larvas de la fruta, además de ser de fácil uso dicho producto su precio era bajo. Este producto es prohibido el 30 de septiembre de 1987 por parte de La Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos de América, ya que este fumigante incrementaba los riesgos de cáncer y efectos adversos en la reproducción humana.

A raíz de dicho problema tanto en México como en otros países se buscaron alternativas para el tratamiento del mango de exportación, llevándose acabo trabajos experimentales.

Tratamiento por irradiación.

A pesar de las ventajas de este tratamiento que esta siendo evaluado por el Programa Moscamed y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares con el visto bueno de USDA, requiere de instalaciones grandes y costosas y

un sistema de supervisión extenso. Otra desventaja sería que el empaque del producto tendría que llevar ensamblado el sello de tratamiento por irradiación, lo cual desmeritaría mucho al producto en el mercado.

#### Tratamiento químico.

De acuerdo a las dosis de bromuro de metilo, temperaturas y tiempo de exposición de mango ataulfo, se han obtenido buenos resultados contra *A. ludens* en huevecillos y larvas del tercer estadio. Se dice que no deja residuos tóxicos más sin embargo este tratamiento no ha sido autorizado, ya que el bromuro de metilo es muy tóxico.

#### Tratamiento térmico a base de temperaturas bajas.

Este tratamiento ha demostrado ser efectivo con la refrigeración de mango a una temperatura de 0.56 °C a 12.2 °C eliminando larvas de *A. ludens* y *A. obliqua* en un 100%. Se dice que la temperatura más recomendada para este tratamiento es de 12.2 °C pero con el gran inconveniente que la fruta dura 14 días en almacenamiento.

Para esto México obtiene el tratamiento cuarentenario con agua caliente en el transcurso de 1987 a 1988 aprobado por USDA. El cual se llevo a cabo por medio del programa MOSCAMED, SARH en coordinación con USDA.

De acuerdo a los resultados se estableció los siguientes parámetros de tiempo y temperatura eliminándose mas de cien mil larvas del tercer estadio y registrándose cero sobrevivientes.

\_ 90 min. Tiempo estándar de tratamiento.

\_ 46.1 °C (115 °F) Temperatura estándar de tratamiento.

Una vez determinado y aprobado el tratamiento térmico a base de agua caliente. La (Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) firman un acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Inspección de Sanidad Agropecuaria, Servicio Internacional (USDA, APHIS IS). Denominado PLAN DE TRABAJO OFICIAL PARA EL TRATAMIENTO Y CERTIFICACIÓN DE MANGO MEXICANO, el cuál este plan de trabajo estará vigente hasta que una nueva versión sea aprobada y firmada por todas las partes.

De acuerdo con el plan de trabajo las empacadoras que cuenten con sistema hidrotérmico deberán de cumplir, con los requisitos mínimos de USDA, APHIS, IS.

Para el establecimiento de una planta con tratamiento hidrotérmico se requerirá la aprobación de los planos de ingeniería los cuales primeramente a través de la SAGAR serán enviados a la oficina regional de APHIS IS, con copia al Director de área y al Oxford Plant Protection Center.

La construcción deberá realizarse conforme a las especificaciones descritas en el plano de ingeniería previamente aprobado. USDA no provee detalle de construcción, solamente señala los requisitos mínimos de aprobación y construcción. Por lo tanto el dueño es responsable por el

diseño y construcción del establecimiento de tratamiento hidrotérmico, en consulta con una compañía de ingenieros.

Dentro de los sistemas hidrotérmicos existen dos diseños básicos para los establecimientos de tratamiento hidrotérmico, a pesar que cada establecimiento construido hasta la fecha ha sido, en cierta forma, único. Los dos tipos son el "BATCH SYSTEM" ó sistema de grupo (Jacuzzi) y el "CONTINUOUS FLOW" ó sistema de proceso continuo.

En relación a lo mencionado anteriormente el establecimiento de una planta con tratamiento hidrotérmico dependerá del dueño de dicha planta por lo tanto el decidirá el tipo de sistema escoger (Jacuzzi ó Continuo).

En la actualidad existen seis sistemas continuos de los cuales uno trabaja bajo condiciones a granel y los cinco restantes son modificados, estos han ido evolucionando de acuerdo a la necesidad del productor ya que hoy en día estos sistemas cuentan con canastas enganchadas en una cadena sin fin las cuales son transportadas dentro del tanque con agua caliente.

Para el sistema de grupo, también conocido como sistema Jacuzzi, nos vamos a encontrar con una gran diversidad de equipos modificados a nivel nacional, esto como resultado a la experiencia que han adquirido los dueños de los empaques.

En este sistema también se usan las canastas ya sea a granel o con cajas de campo, las cuales descienden dentro del tanque con agua caliente

a la temperatura y tiempo determinado. Estos equipos carecen de movimiento y las canastas se sumergen y se sacan hacia arriba. Para el año de 1997 de los 58 empaques con sistema hidrotérmico 52 tienen el sistema Jacuzzi.

De acuerdo a la evolución a la que han sido sometidos los equipos hidrotérmicos el elegir el uno o el otro puede significar hasta cierto punto el sacar fruta de mejor calidad para su exportación, ya que la fruta al ser sometida en un tratamiento con agua caliente va a tener repercusiones mínimas o máximas en la misma, debido a las temperaturas establecidas. Esto va a depender en gran parte del buen funcionamiento del equipo tratando de mantener temperaturas optimas en un tiempo determinado de tratamiento.

Debido que los equipos presentaron y presentan hasta la fecha serios problemas de recuperación de temperatura durante los primeros 5 minutos de certificación del equipo hidrotérmico muchos empacadores se vieron en la necesidad de incurrir al uso de la válvula solenoide como sistema de calor directo al tanque de tratamiento en el año de 1994.

Como resultado de aplicación directa de calor ya sea por medio de vapor o agua caliente, los equipos han tenido una gran respuesta a los primeros 5 minutos de certificación así mismo en los tratamiento comerciales.

El hacer el buen uso de las válvulas solenoides en un determinado diseñado y equipo puede representar una gran ventaja en cuanto a

temperatura, más sin embargo la inyección de calor directo al tanque de tratamiento podrá repercutir en la fruta.

En la actualidad el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos aprobó el sistema de aire forzado caliente en cámara para el control de la mosca de la fruta en la Naranja y Mandarina de exportación en Montemorelos Nuevo León; México.

Este tratamiento puede ser utilizado también para mango de exportación, más sin embargo este sistema no se ha llevado a cabo en ninguna zona productora de Naranja, Mandarina y Mango de exportación.

## CONCLUSIONES

\_ Una vez prohibido el uso de fumigante (EDB) México obtiene como alternativa para la exportación de mango hacia los estados Unidos de América, el tratamiento térmico a base de agua caliente. Previa investigaciones que se llevaron a cabo las cuales no han surtido efecto en la actualidad.

\_ Será de suma importancia para el dueño del empaque y personas involucradas en el mismo el conocer el plan de trabajo para el tratamiento y certificación de mango mexicano ya que de este va a depender en gran parte el obtener tratamientos aceptables en los Estados Unidos de América.

\_ De acuerdo a las principales variedades de mango sometidas a tratamiento hidrotérmico será de mucha importancia para el empacador el conocer los índices de maduración y que la fruta este sana, ya que de aquí va a depender en gran parte el obtener fruta de mejor calidad de exportación.

\_ Es necesario que la evolución de los equipos hidrotérmicos siga adelante mientras que los Estados Unidos de América lo requiera como tratamiento cuarentenario para el control y propagación de mosca de la fruta ya que los equipos a pesar de que han estado evolucionando siguen presentando carencias en los frutos procesados.

Tendremos que considerar también el tratamiento con sistema con aire forzado caliente para el mango, que aun cuando ya a sido autorizado en

Naranja y Mandarina, no ha sido utilizado en estos productos ya que seria bueno el conocer este tratamiento para evaluar el resultado del mismo con un sistema hidrotérmico

\_ Toda persona interesada ó interesados que deseen exportar mango hacia los E.U.A., deberán ponerse en contacto con las partes involucradas con el plan de trabajo para tratamiento y certificación de mango mexicano.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Asharp, J.L., Ouye, W. 1989. Immersion of Florida mangos in hot water as a quarantine treatment for caribbean fruit fly (Diptera:tephritidae) J. Econ. Entomology. p. 82: 186-188.
2. Aluja, S.M. 1984. Manejo Integrado de Moscas de la Fruta. Programa mosca del mediterráneo. SARH, México p. 16
3. Asco Red-Hat Solenoid Valves Catalog N° 29 Automatic Switch Co. Florham Park. Nuw Jersey.
4. Bustos, R.M.E., 1989. Irradiación de mango como tratamiento cuarentenario. Res. XXIV Congreso Nacional de Entomología. México. p. 62-69
5. CALDERA INTEGRADA MODELO CB, DE CLEAVER- BROOKS. Manual de Operación Mantenimiento y Repuestos de 125 a 350 C.F. Número de catálogo 750-97
6. CONAFRUT, 1988. Hidrocalentamiento del mango. Comisión Nacional de Fruticultura, México p. 38
7. CURSO PARA FOGONEROS Y OPERADORES DE CALDERAS. SELMEC, Equipos Industriales S.A de C.V p. 2-21-39
8. EMEX, A.C. 1996. Estadísticas de Exportación de mango. Guadalajara, Jalisco; México p. 117.
9. Enkerlin, H.W. 1989. Situación actual del tratamiento postcosecha para mango en México Res. XXIV Cong. Nal. De Entomología. México p. 72-74.
10. Evento de Aprobación de Personas Físicas como unidades de verificación de tratamientos hidrotérmicos. 17-18 De Septiembre de 1997 Mazatlán Sin; México, SAGAR; DGSV y Universidad Autónoma Chapingo (Departamento de Parasitología Agrícola). Contenido N° VII.

11. Horticultura Mexicana. VII Congreso Nacional de Horticultura. Soc. Mex. De Ciencias Hortícolas, A.C. Culiacán Sinaloa del 16 al 20 de Marzo 1997. p. 165.
12. Hulme A.C. 1971. The Mango. The Biochemistry of Fruit and Their Products. Academic Press, NuwYork. p. 233.
13. INEGI. 1993, Anuario Estadístico del estado de Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Gobierno del Estado de Sinaloa. p. 172
14. INSTITUTO DE SELMEC DE CAPACITACIÓN Curso para Operadores de calderas Cleaver-Brooks sin año p. 1-10.
15. Lakshminarayana, S. 1980. Mango en: Tropical and Subtropical Fruits. Nagy. S. And Shaw, P:E: (Eds). A VI Publ. Co. Westport, Conn; USA. p.184-256-257.
16. NORMA MEXICANA DE CALIDAD PARA MANGO FRESCO. Marzo de 1996. EMEX, A.C. Empacadores de mango de exportación, A.C. Comité técnico Científico Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo, A.C. Guadalajara, Jalisco; México
17. Ochese, j.j; M:J: Souler. Jr. H. Dihjman y G Wehlburg 1965 Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales Vol. Y Ed. Limusa. México D.F p 594
18. Requisitos Mínimos del Departamento de Agricultura de los EE.UU. Servicio de Inspección de Sanidad Agropecuaria (USDA APHIS IS) para Establecimientos de tratamiento Hidrotérmico de Mangos. (Revisado el 10 de Marzo de 1995) p. 2-8 , 10,11.
19. SARH, 1982. Ciclo del cultivo. (INIA) p. 61-62.
20. SARH, 1991. Exportaciones de Mango en Nayarit 1987-1991. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Nayarit, México. p. 44.

21. SARH, 1992. Reunión de Trabajo del sistema Insumo-Producto del Cultivo del Mango. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Nayarit, México p. 3-14.
22. SARH, 1993. Mango Subsecretaria de Agricultura. División General de Política Agrícola. p. 162.
23. Tratamiento Hidrotérmico para mango (Terminología) 1996. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA APHIS IS) AREA III Guadalajara Jalisco; México.
24. USDA, 1987. Programa de Pláticas sobre Fumigaciones con EDB, para Exportación a los Estados Unidos de Norteamérica. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Sinaloa, México. p. 2-15
25. USDA- SAGAR- DGSV, 1997. Acuerdo Cooperativo del Plan de Trabajo para Tratamiento, Certificación y Exportación de mangos hacia los E.U. A. Plan de Trabajo Oficial
26. Velasco C.D. 1974. El Mango en México, Descripción, Cultivo, Mejoramiento y Utilización. CONAFRUT, Serie Inv. Fisiol. SAG. México.
27. Wills, R.H.H. y Colaboradores. Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Post- Recolección. Editorial ACRIBIA, S.A. (1981) Zaragoza, España p. 137.
28. Wolfenbarger D.A. 1989. Panorama de los tratamientos de postcosecha contra especies de Anastrepha. Res. XXIV Cong. Nal. De Entomología. México. p. 60-61