



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DESHIDRATACIÓN
ENTRE DOS SECADORES SOLARES INDIRECTOS CON
VARIACIÓN DE DISEÑO EN EL COLECTOR, MEDIANTE
EL USO DE FRUTA DEL TRÓPICO SECO DE GUATEMALA**

INGRID FIGUEROA RAMÍREZ
ASESORADA POR: ING. OTTO RAÚL DE LEÓN

Guatemala, octubre de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DESHIDRATACIÓN
ENTRE DOS SECADORES SOLARES INDIRECTOS
CON VARIACIÓN DE DISEÑO EN EL COLECTOR,
MEDIANTE EL USO DE FRUTA DEL TRÓPICO SECO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA POR
INGRID FIGUEROA RAMÍREZ
ASESORADA POR ING. OTTO RAÚL DE LEÓN
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales G.
EXAMINADORA	Ing. Sandra Regina Figueroa Carrillo
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl de León de Paz
EXAMINADOR	Ing. Alberto Arango Siekavizza
SECRETARIO	Ing. Edgar José Bravatti Castro

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DESHIDRATACIÓN ENTRE DOS SECADORES SOLARES INDIRECTOS CON VARIACIÓN DE DISEÑO EN EL COLECTOR, MEDIANTE EL USO DE FRUTA DEL TRÓPICO SECO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química con fecha 15 de octubre de 1996.

Ingrid Figueroa Ramírez

AGRADECIMIENTOS:

Al Doctor Edmundo Álvarez, por proporcionar las instalaciones, materia prima y personal para desarrollar el presente trabajo.

A Don Romeo Suchité y familia, por toda la colaboración que tan amablemente me prestaron.

A Edna, Adolfo, Marcelo y Estuardo, por la enorme ayuda y apoyo que me brindaron durante el trabajo experimental y teórico.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	v
LISTA DE SÍMBOLOS.....	vii
GLOSARIO	ix
RESUMEN.....	xi
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xv
1. REVISIÓN DE LA LITERATURA	
1.1. Antecedentes	1
1.2. Generalidades	2
2. EL PROCESO DE SECADO	
2.1. Transferencia de calor	5
2.2. Transferencia de masa	6
2.3. Aprovechamiento fototérmico	
2.3.1. Transmitancia	9
2.3.2. Absorbancia	9
2.3.3. Reflectancia	10
2.3.4. Emitancia	10
2.3.5. Captación fotométrica	10
2.4. Secadores solares	
2.4.1. Colector solar	11
2.4.2. Cámara de secado	12
2.4.3. Tipos de secadores solares	12

3. PROCESAMIENTO, ESTABILIDAD Y CONSERVACIÓN DE LA FRUTA	
3.1. Generalidades	15
3.2. Tipos de deterioros	
3.2.1. Cambios estéticos	17
3.2.2. Deterioro por ataque de insectos	18
3.2.3. Deterioro por ataque microbiano	18
3.2.4. Cambios en el contenido nutricional	19
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	
4.1. Diagrama de flujo	21
4.2. Operación	
4.2.1. Determinación del número óptimo de bandejas ...	23
4.2.2. Operación de secado	
4.2.2.1. Operación en paralelo	25
4.2.2.2. Operación en contracorriente	27
5. RESULTADOS	
5.1. Eficiencia de deshidratación	29
5.2. Efecto de la alimentación	29
5.3. Efecto del número de bandejas	30
5.4. Rango del contenido de humedad del aire	30
5.5. Rango de temperatura del aire	31
6. DISCUSIÓN	
6.1. Eficiencia de deshidratación	33
6.2. Efecto de la alimentación	33
6.3. Efecto del número de bandejas y empardeamiento	34

CONCLUSIONES.....	37
RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Curva típica de secado	6
2. Diagrama de operación en paralelo	25
3. Diagrama de operación en contracorriente	27
4. Secador solar indirecto - diseño general y materiales	47
5. Colector solar – vista lateral	48
6. Cámara de secado – vista desde la alimentación	49
7. Cámara de secado – vista lateral	50
8. Secadores solares indirectos utilizados	85
9. Colector solar, armazón de madera	86
10. Colector solar, aislamiento térmico (duropor y cartón)	86
11. Colector solar, aislamiento térmico (lámina negro mate y cubierta de vidrio)	87
12. Colector solar, cubierta plástica transparente	87
13. Colector solar y cámara de secado, armazón	88
14. Detalle de la entrada de aire	89
15. Bandejas con producto dentro de la cámara de secado	90

TABLAS

I. Comparación entre el secado al aire libre y con secadores solares	xviii
II. Datos originales. Contracorriente, corrida 1.....	55
III. Datos originales. Contracorriente, corrida 2.....	59
IV. Datos originales. Paralelo, corrida 1.....	63

V. Datos originales. Paralelo, corrida 2.....	67
VI. Datos calculados. Contracorriente, corrida 1	73
VII. Datos calculados. Contracorriente, corrida 2	75
VIII. Datos calculados. Contracorriente, promedios.....	77
IX. Datos calculados. Paralelo, corrida 1	79
X. Datos calculados. Paralelo, corrida 2	81
XI. Datos calculados. Paralelo, promedios	83

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentaje
°C	Temperatura en grados Celcius
T	Transmitancia
A	Absorbancia
R	Reflectancia
H.R.	Humedad relativa
pH	Potencial de hidrógeno
Aw	Actividad del agua
Ps	Presión de vapor del agua en una solución
Pw	Presión de vapor del agua pura
SO ₂	Dióxido de azufre
CO ₂	Dióxido de carbono
g	Gramos
u.d.t.	Unidad de tiempo
hrs sol	Horas sol
g/hrs sol-día	Gramos de fruta procesada por cantidad de horas sol en un día

GLOSARIO

Absorbancia	Capacidad de un cuerpo de atrapar la energía de un rayo.
Actividad del agua	Relación de la presión de vapor del agua en una solución, a la presión de vapor del agua pura.
Conducción	Transferencia de calor de una parte a otra de un mismo cuerpo, o de un cuerpo a otro, estando éstos en contacto físico.
Convección	Transferencia de calor de una parte a otra de un gas o líquido, al mezclarse entre sí.
Equilibrio líquido-vapor	Se refiere a que la cantidad de moléculas de líquido que se evaporan iguala la cantidad de moléculas de vapor que se condensan.
Horas sol	Tiempo efectivo durante el cual la radiación del sol puede aprovecharse.
Humedad relativa	Grado de saturación de una mezcla aire-vapor de agua.
Potencial de hidrógeno	Medida del nivel de acidez.

Presión de vapor	Presión que ejerce el vapor de un líquido que se encuentra en un recipiente cerrado, cuando se establece el equilibrio entre las fases líquida y vapor.
Radiación	Transferencia de calor entre dos cuerpos que no están en contacto, por medio de ondas electromagnéticas.
Reflectancia	Capacidad de un cuerpo de reflejar la radiación incidente.
Transmitancia	Capacidad de un rayo para pasar a través de un cuerpo.

RESUMEN

Se trabajó la deshidratación solar de mango Tomy Atkins utilizando dos secadores solares indirectos. El diseño básico de los secadores fue el mismo, pero se introdujo una variante en el colector solar: uno de los secadores se construyó con doble cubierta (una plástica y una de vidrio), con el objeto de obtener una mayor temperatura del aire en el colector, y lograr así, aumentar la eficiencia de secado.

Se determinó que la introducción de doble cubierta en el colector no aumenta significativamente la eficiencia de deshidratación de los secadores utilizados, pues la diferencia obtenida fue menor a 1.5%.

Se evaluó también la diferencia de rendimiento entre la operación con alimentación en paralelo y a contracorriente, concluyendo que ésta última es la más adecuada, ya que aumentó la eficiencia del proceso entre 21 y 22%.

Los secadores se operaron con doce bandejas por lote, distribuidas en dos columnas de seis bandejas paralelas. La humedad relativa máxima del aire, después de atravesar todas las bandejas, fue de 55% con la alimentación a contracorriente, y de 64% para la alimentación en paralelo. Esto indica que el aire en la salida no llegó a saturarse y, por consiguiente, que el número de bandejas en paralelo puede aumentarse.

Se trabajó en un rango de humedad relativa del aire entre 18 y 64% dentro de la cámara de secado, y un rango de temperatura entre 31 y 46°C.

OBJETIVOS

General

Evaluar la eficiencia de deshidratación por comparación entre dos secadores solares indirectos, con variación de diseño en el colector solar.

Específicos

3. Evaluar el rendimiento que se obtiene en cada secador.
4. Evaluar el efecto de la alimentación en paralelo contra la alimentación en contracorriente, sobre la eficiencia del secador.
5. Evaluar el efecto del número de bandejas (carga/unidad de área) respecto a la eficiencia del secador.

HIPÓTESIS

Es posible aumentar la eficiencia del proceso de deshidratación de un secador solar mediante la variación que se introducirá al colector solar (uso de doble cubierta).

INTRODUCCIÓN

En Centroamérica se pierde anualmente mucha fruta por ser rechazada o por haber excedentes que no se venden ni se consumen oportunamente. En relación con muchos otros alimentos, la vida de las frutas frescas después de cosechadas, es corta; en algunos casos, de tan sólo unos días.

La fruta que se descompone entre la cosecha y la venta, representa una pérdida económica significativa para proveedores y consumidores. En los países menos desarrollados, las pérdidas son aún más alarmantes, tanto porque el abastecimiento de alimentos es un problema por sí sólo, como porque para muchos países, la venta de la fruta al extranjero es una fuente importante de ingresos de divisas.

Comúnmente, se utilizan técnicas de conservación de la fruta como refrigeración, congelamiento, almacenamiento en atmósferas controladas y tratamientos químicos para extender la vida útil de las frutas de días o semanas, a varios meses. Por estos medios se obtienen productos semiperecederos o estables. Otro método de preservación de la fruta es la deshidratación. La reducción del contenido de humedad en la fruta la hace relativamente inmune al deterioro microbiológico y permite almacenarla a temperatura ambiente por meses, incluso años.

El proceso de secado consiste en la eliminación de un líquido (generalmente agua), que está contenido en un sólido, por medio de la evaporación del primero. En el caso de alimentos, el secado se utiliza para prolongar su vida almacenable y/o para aumentar el valor (económico) de los mismos.

Para llevar a cabo el proceso de secado se requiere de una fuente de energía que permita la evaporación del agua. En el caso del secado solar, se utiliza la energía radiante del sol, se la transforma en calor, el cual eleva la temperatura del líquido hasta que alcanza el valor al cual el vapor y el líquido coexisten en equilibrio, es decir, que la velocidad a la cual se forma el vapor y éste se condensa, es la misma. Cuando el vapor que se genera ejerce una presión equivalente a la presión del aire sobre el líquido (presión atmosférica) ocurre la evaporación. Esta presión se conoce como **presión de vapor** del líquido a temperatura y presión constantes. La circulación del aire de los alrededores arrastra las partículas de vapor y facilita el secado.

Las condiciones en las que se realiza el secado determinan la cantidad de material que puede procesarse y, especialmente, la calidad del producto ofrecido al mercado.

La velocidad a la que un sólido se seca, depende principalmente de las propiedades del aire de secado. Éstas son: temperatura, humedad relativa y velocidad de circulación del aire. Estos factores influyen en el secado durante la etapa inicial, en la cual la superficie del sólido está saturada y el agua se evapora prácticamente sin influencia del sólido. Conforme avanza el proceso, se hace más lento el flujo de agua del interior del sólido hacia la superficie, y la velocidad de secado depende más de la temperatura del sólido.

Tradicionalmente, los pequeños y medianos fruticultores secan la fruta al aire libre, lo cual, a pesar de ser ventajoso por el bajo costo de operación y el poco capital requerido, presenta desventajas respecto al proceso en secadores solares, como mayor posibilidad de contaminación y descomposición del producto, y necesidad de una extensión de tierra mayor.

El cuadro 1 (página siguiente) presenta las desventajas del secado al aire libre, y las compara con la alternativa de los deshidratadores solares, que aunque requieren una mayor inversión, son una solución, aún económica, para los interesados en procesar la fruta de esta manera.

ICAITI ha desarrollado dentro de su proyecto de "*Leña y Fuentes Alternas de Energía*" algunos estudios de secadores solares, buscando la minimización de costos. El presente trabajo busca complementar dicha información, evaluando la eficiencia de deshidratación por comparación entre dos secadores solares indirectos con variación de diseño en el colector solar. Se desea demostrar que la utilización de una cubierta doble en el colector solar produce un aumento mayor en la temperatura del aire de secado, con lo que es posible aumentar la eficiencia del proceso de deshidratación, con respecto al mismo diseño básico, con colector de cubierta simple.

Además, se evaluaron, para los diseños específicos presentados, el rendimiento obtenido con cada secador; el efecto de la alimentación en paralelo contra la alimentación en contracorriente; y el efecto del número de bandejas paralelas alimentadas al secador.

Por las condiciones favorables de temperatura y humedad relativa se eligió para el desarrollo del trabajo el área del trópico seco de Guatemala, que abarca los departamentos de Chiquimula, El Progreso, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa y Zacapa. Específicamente, se realizó la evaluación en El Manzanal, El Progreso (km 103 Carretera al Atlántico), y se trabajó con mango de la variedad Tommy Atkins.

Tabla I. Comparación entre el secado al aire libre y con secadores solares

<p align="center">SECADO AL AIRE LIBRE DESVENTAJAS</p>	<p align="center">UTILIZACIÓN DE SECADORES SOLARES - VENTAJAS</p>
<p>Contaminación con polvo, suciedad, el suelo, etc.</p> <p>Ataque por insectos, roedores y aves.</p> <p>No tiene protección contra la lluvia.</p> <p>Aumenta la posibilidad de que la fruta se arruine por el secado lento y/o intermitente.</p> <p>Se obtienen productos de baja calidad o calidad variable por el exceso o deficiencia de secado.</p> <p>El contenido de humedad final relativamente alto hace que se arruine la fruta durante el almacenamiento.</p> <p>Se requieren grandes extensiones de tierra para colocar la fruta al sol.</p> <p>Necesita mucha observación, ya que se debe dar vuelta al producto y quitarlo y colocarlo nuevamente cada vez que llueve.</p> <p>Debe vigilarse a los animales mientras se seca la fruta.</p> <p>La exposición directa a los rayos solares reduce la calidad de algunos alimentos (color y/o contenido vitamínico).</p>	<p>Los alimentos están en un ambiente cerrado, protegidos del polvo, insectos y animales.</p> <p>El producto está protegido de la lluvia y el sereno.</p> <p>El aumento en la velocidad de secado reduce el riesgo de que la fruta se arruine por ataque de microorganismos.</p> <p>El secado es más uniforme, pues los secadores operan aumentando la temperatura del aire entre 10 - 30°C sobre la temperatura ambiente, lo que hace que el aire circule a través del secador.</p> <p>La circulación y renovación del aire caliente dentro del secador, hace que se tenga un aire de secado menos saturado.</p> <p>La mayor velocidad de secado hace que se requiera una menor área para las mismas cantidades de producto.</p> <p>Los secadores pueden construirse con materiales disponibles localmente, con costos relativamente bajos.</p>

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1. Antecedentes

El Instituto Centroamericano de Investigación Y Tecnología Industrial - ICAITI - ha realizado diferentes evaluaciones en lo que se refiere a secadores solares, como parte de su proyecto "Leña y Fuentes Alternas de Energía". Ha proporcionado (Guatemala, 1985) información para la construcción y operación de los secadores tipo Carpa y Wengert. (9)

Asímismo, ICAITI presenta un estudio de secadores solares para fruta (Guatemala, 1987), buscando alternativas de fácil construcción y operación, y costo moderado, al alcance de los pequeños y medianos fruticultores. Literalmente, indica que "...se necesita una técnica moderna, sencilla, barata y confiable, que permita a los fruticultores pequeños y medianos, conservar la fruta rechazada o los excedentes producidos." (10)

Por último, presenta el caso específico de la deshidratación de piña fresca, buscando una solución de bajo costo y de operación sencilla, y que al mismo tiempo permita obtener un producto de buena calidad (Costa Rica, 1987). Además, busca que la solución sea desarrollable en el mismo lugar en que se cosecha la fruta. (11)

Argueta, (Guatemala, 1986) estudia el secado de frutas utilizando secadores solares de pequeña escala, comparando los resultados con el secado al aire libre; es decir, por exposición directa al sol. (1)

Cáceres, (Guatemala, 1976) presenta un estudio de deshidratación de fruta por secado en horno con circulación de aire forzada, y secado al vacío, utilizando para su evaluación papaya, piña, banano y mango.(3)

Holdsworth, (Irlanda, 1986) menciona que la utilización de energía solar ha cobrado interés durante la última década, y que los secadores desarrollados han mejorado calidad y tiempos de secado comparado con el secado atmosférico directo. Indica que los deshidratadores solares son adecuados para condiciones rurales e industrias de procesamiento de alimentos de pequeña escala. (15)

1.2. Generalidades

El término deshidratación térmica se utiliza en la industria alimenticia para designar el proceso en el cual se elimina parcial o totalmente el agua libre contenida en un sólido (el alimento), por medio de la evaporación. En el caso de las frutas, este proceso es conocido desde la antigüedad, y su objetivo ha sido el de prolongar la vida almacenable de la fruta. Durante el proceso se reduce la actividad del agua a niveles que inhiben la acción enzimática y el crecimiento microbiano, evitando así la descomposición de la fruta. (1)

Por agua libre se entiende aquélla existente en los espacios vacíos del sólido y que está unida físicamente a él. El agua libre ejerce una presión igual a la presión de vapor del agua líquida. El agua combinada, por el contrario, está en combinación química o fisicoquímica con el sólido, y desarrolla una presión menor a la presión de vapor del agua líquida. El agua combinada no puede eliminarse por métodos físicos como la evaporación.

Los pasos involucrados en la deshidratación se pueden describir, a nivel molecular, como:

a) el cambio del agua, de un estado líquido, sólido o adsorbido, a la fase de vapor; y

b) la transferencia del vapor, del cuerpo sólido a la atmósfera o a una trampa de vapor para su recolección.

Generalmente, por razones económicas, se busca que la cantidad de energía utilizada en el sistema sea optimizada, manteniendo siempre la calidad del producto terminado. En el caso de los secadores solares, la energía no representa un costo directo, pero su aprovechamiento permite utilizar áreas menores y secadores más pequeños, lo cual sí reduce los costos.

2. EL PROCESO DE SECADO

2.1. Transferencia de calor

Las técnicas de deshidratación están limitadas por la velocidad a la cual se puede suministrar calor de manera que la disminución en el contenido de humedad ocurra sin que aumente la temperatura del sólido; es decir, que el calor suministrado sea el calor requerido para la evaporación (calor latente).

Existen tres mecanismos básicos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. La conducción es la transferencia de calor de una parte a otra de un mismo cuerpo, o de un cuerpo a otro que esté en contacto físico con el primero, no habiendo desplazamiento apreciable de partículas. La convección es la transferencia de calor de una parte a otra de un gas o líquido, por medio de la mezcla de una parte del fluido con otra. Esta mezcla puede darse por la diferencia de densidades debida a las distintas temperaturas existentes, o por mezcla mecánica. La radiación es la transferencia de calor entre dos cuerpos que no están en contacto, por medio de ondas electromagnéticas que atraviesan el espacio entre ambos. Esta radiación puede ser capturada por otro cuerpo y transformada en calor, lo cual es el principio de funcionamiento de los secadores solares.

2.2. Transferencia de masa

Cuando se seca un sólido, ocurren dos procesos simultáneos: (a) transferencia de calor al líquido que se evapora; y (b) transferencia de agua como líquido o vapor dentro del sólido, y como vapor desde la superficie a los alrededores.

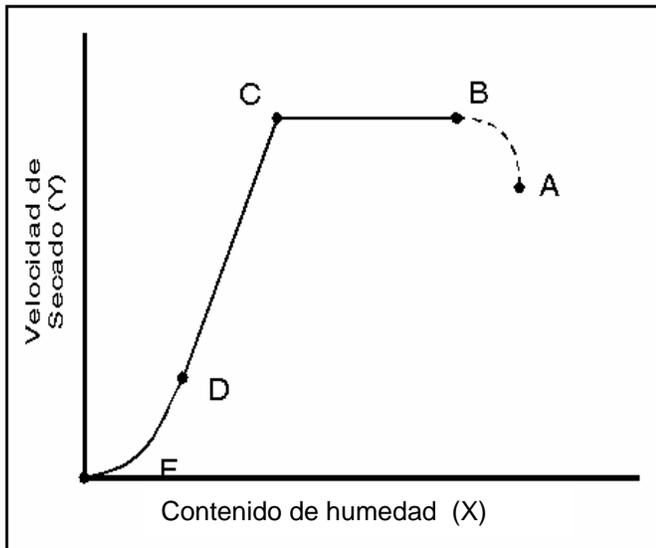
El proceso se lleva a cabo con los pasos sucesivos siguientes: (a) transporte de moléculas de agua a la superficie, (b) paso a través de la región superficial, y (c) difusión a través de la capa de aire directamente en contacto con la superficie.

Pueden existir dos zonas diferentes en un sólido que se está secando; la primera es la región saturada, en la cual las moléculas de agua poseen las características de agua continua; la segunda zona es la no saturada, que consiste en moléculas de agua aisladas unidas al componente no acuoso del objeto que se está secando. Dentro de la zona saturada el agua puede transferirse por flujo capilar, difusión del agua líquida, vaporización, flujo causado por encogimiento o presión, o flujo gravitacional. En la zona no saturada la transferencia de agua debe ocurrir por el desplazamiento de moléculas individuales, que puede ir seguido de adsorción o condensación dentro del sólido o por pérdida hacia la atmósfera circundante.

El proceso de secado se divide en varios períodos que se definen de acuerdo a la velocidad con que ocurre la pérdida de agua. (Fig. 1) Al inicio, el sólido suele estar a una temperatura inferior a la que tendrá durante el proceso, y la velocidad de evaporación aumenta hasta determinado valor, cuando la temperatura de la superficie alcanza su valor de equilibrio (A - B, fig. 1).

Este período inicial de ajuste con estado inestable suele ser bastante corto y generalmente se ignora en el análisis de los tiempos de secado. (5)

Figura 1. Curva típica de secado.



Las dos zonas principales en la curva de velocidad de secado se denominan Período de Velocidad Constante y Período de Velocidad Decreciente.

Período de velocidad constante

Cuando el contenido de humedad es relativamente alto, el agua que se evapora es la que se encuentra en la superficie del sólido y que forma una película de agua continua.

Durante esta etapa la cantidad de agua evaporada por unidad de tiempo no varía; de allí su nombre. El secado se da por difusión del vapor de agua desde la superficie saturada del sólido hacia los alrededores.

El agua que se evapora es reemplazada por agua del interior del sólido, y esto sucede lo suficientemente rápido para mantener la condición saturada de la superficie y la velocidad de secado. El comportamiento es esencialmente el de un líquido evaporándose, independientemente del sólido. (B - C, fig. 1)

En el momento en que el líquido en la superficie del sólido es insuficiente para mantener la película continua, la velocidad de secado disminuye. Este punto se conoce como contenido crítico de humedad, y marca la transición entre el período de velocidad constante y el de velocidad decreciente. (punto C, fig. 1)

Período de velocidad decreciente

Se caracteriza porque la velocidad de evaporación del líquido disminuye, debido a que la difusión del agua desde el interior del sólido a la superficie se dificulta cada vez más. (C - D, fig. 1) La superficie ya no está totalmente húmeda, y la porción que sí lo está disminuye hasta que la superficie se seca totalmente. Después de esto, comienza el segundo período de velocidad decreciente, (D - E, fig 1) en el cual la superficie se encuentra seca. El plano de evaporación se desplaza con lentitud por debajo de la superficie. El calor para la evaporación se transfiere a través del sólido hasta la zona de vaporización y el agua evaporada atraviesa el sólido para llegar hasta la corriente de aire exterior.

En algunos casos no hay una discontinuidad marcada entre la primera y segunda fases; el cambio de una superficie húmeda parcialmente a una superficie seca es tan gradual, que no se detecta ningún punto de inflexión en la curva de secado.

2.3. Aprovechamiento fototérmico

Una onda electromagnética que incide sobre un cuerpo puede atravesarlo, ser absorbida o reflejada, dependiendo de si el cuerpo es transparente, translúcido u opaco. (15) Si el cuerpo es transparente, más del 90% de la radiación lo atraviesa. No existe un cuerpo 100% transparente, excepto el vacío absoluto. Un cuerpo opaco no puede ser atravesado por el rayo incidente, el cual es absorbido o reflejado. Un cuerpo translúcido es intermedio entre el opaco y el transparente.

2.3.1. Transmitancia

Es la capacidad de un rayo para pasar a través de un cuerpo, y depende de la naturaleza del mismo, de su espesor, y del ángulo de incidencia del rayo sobre el cuerpo. En teoría, el vacío absoluto tendría una transmitancia $T = 1.0$, y un cuerpo opaco un valor $T = 0.0$.

2.3.2. Absorbancia

La capacidad de un cuerpo de atrapar la energía de un rayo se denomina absorbancia, y su valor depende del color, la textura superficial y el ángulo de incidencia del rayo. En teoría, un CUERPO NEGRO absorbería el 100% de la energía incidente, y su absorbancia sería $A = 1.0$, mientras que el vacío absoluto tendría un valor $A = 0.0$.

2.3.3. Reflectancia

Es la capacidad de un cuerpo de reflejar la radiación incidente, y es función del pulido de la superficie, y del color y la naturaleza del cuerpo. No existe un espejo perfecto con $R = 1.0$.

2.3.4. Emitancia

Es la energía emitida por un cuerpo a determinada temperatura, y depende del color, la textura y el material de dicho cuerpo.

2.3.5. Captación fototérmica

Para captar la energía radiante proveniente de los rayos solares, se requiere un cuerpo opaco que absorba dicha energía y la transforme en calor. Al calentarse el cuerpo, emite energía hacia el medio que lo rodea (aire). Se necesita aislar el cuerpo y el aire que lo rodea para evitar que la energía se pierda al ambiente. Para esto se protege al cuerpo con un aislamiento térmico por el lado que no recibe la radiación solar. Por la parte superior se utiliza un material transparente o translúcido, que permita al rayo solar ingresar, pero que no permita que el aire caliente se pierda. Esta cubierta transparente de alta transmitancia permite el paso de las ondas U.V. y de luz visible, pero retienen y reflejan las ondas infrarojas, que son las que emite el cuerpo opaco.

Ésto hace que un porcentaje de las ondas infrarojas que inciden en la cubierta retornen al absorbedor, aumentando la captación de éste y contribuyendo al calentamiento del aire entre ambos. Este fenómeno se conoce como EFECTO DE INVERNADERO.

2.4. Secadores solares

Un secador solar es un equipo diseñado para extraer la humedad de un sólido, por circulación de aire caliente a su alrededor, (1) el cual se ha calentado previamente utilizando la radiación directa del sol. El secador solar consta de dos partes básicas, que se describen a continuación:

2.4.1. Colector solar

En éste se absorbe la energía radiante que proviene de los rayos solares, por medio de una placa negra que se calienta y emite energía en forma de calor, al aire de los alrededores. El aire calentado es utilizado para secar el producto. El colector solar, a su vez, se compone de:

- a) **Absorbedor:** es el elemento que capta la energía solar, con lo que aumenta su temperatura. El absorbedor transfiere la energía al aire de los alrededores, en forma de calor.
- b) **Cubierta transparente:** ésta permite que los rayos solares pasen al interior del colector, e incidan en el absorbedor. La cubierta también evita que circule aire frío hacia el colector, y al mismo tiempo, que el aire caliente salga del sistema.

- b) **Aislante térmico:** es un material cuya función es retener el calor dentro del colector para evitar pérdidas de calor. El material del aislante debe ser de baja conductividad térmica.

2.4.2. Cámara de secado

Es el espacio donde se coloca el producto para ser secado. En algunos casos, posee aislantes térmicos, para evitar las pérdidas de calor hacia los alrededores.

2.4.3. Tipos de secadores solares

Los secadores solares se clasifican en directos e indirectos.

En el primer caso, el colector solar y la cámara de secado son un mismo compartimiento. Los rayos solares inciden directamente sobre el producto, brindando una fuente energética adicional al calor del aire circundante. El aire alcanza temperaturas superiores a los 40°C. El problema que se presenta con este tipo de secador, es que el producto puede deteriorarse o su calidad puede verse afectada por la exposición directa al sol. La transferencia de calor, en este tipo de secadores, se da por convección y radiación.

Los secadores indirectos, tienen separados el colector y la cámara de secado. En el primero, los rayos inciden sobre una placa negra que absorbe la energía radiante y la transforma en calor, con lo cual se eleva la temperatura del aire. En la cámara se encuentra el producto, protegido de los rayos solares.

El aire caliente circula a través de la cámara de secado, arrastrando el vapor de agua que se elimina del sólido. Las temperaturas existentes en este tipo de secador son generalmente menores de los 40°C. En este caso, se tiene un mayor rendimiento por unidad de área, debido a que pueden colocarse varias bandejas con producto en forma paralela. La transferencia de calor se da por convección únicamente.

Las etapas involucradas en el proceso de transferencia de calor y masa en un secador de tipo solar son:

- a) Insolación a través de la cubierta transparente (radiación) y conversión a calor por medio de una placa negra absorbadora de energía.
- b) Calentamiento del aire que circula, por convección natural.
- c) Flujo de aire caliente hacia la zona de secado y eliminación de humedad del sólido por evaporación y difusión a los alrededores. En algunos casos se utilizan ventiladores o chimeneas para mejorar el flujo del aire caliente y asegurar que el aire que circula no está saturado.

Los secadores utilizados en el desarrollo de este trabajo son del tipo indirecto, y se utilizaron chimeneas para mejorar la circulación del aire.

3. PROCESAMIENTO, ESTABILIDAD Y CONSERVACIÓN DE LA FRUTA

3.1. Generalidades

Las frutas son una materia prima biológica de composición química variable, la cual depende de la variedad, grado de madurez, etc. En general las frutas están compuestas de azúcares invertidos, sacarosas, almidón, pentosas, celulosa y pectina, albúmina y globulina vegetal, extracto etéreo y ácidos orgánicos. (1)

La importancia nutritiva de las frutas radica en su contenido vitamínico y mineral. La calidad de las frutas puede disminuir por diversas razones tan variadas como el exceso de maduración, el ataque microbiano, mala manipulación e incluso el procesamiento, si éste no se hace bajo condiciones controladas.

La fruta es cosechada cuando ha alcanzado su máximo tamaño y la coloración característica de su variedad; es decir, cuando está sazona. Después de cosechada, sigue un período de maduración para que alcance el sabor y color adecuados para su consumo. Los principales factores que influyen en la maduración y el subsiguiente deterioro de la fruta son los siguientes:

Respiración de la fruta. para madurar la fruta requiere de aire (oxígeno y dióxido de carbono), pues la respiración es una de sus funciones vitales.

Temperatura ambiente. A mayor temperatura del ambiente, más rápido madura la fruta. De la misma manera, una temperatura elevada hará que la fruta se descomponga más fácilmente, pues propicia el desarrollo microbiano. Cada fruta tiene una temperatura ideal de almacenamiento.

Humedad relativa. Las frutas al ser cosechadas pierden su fuente de humedad. Una H.R. elevada facilita el ataque microbiano a la fruta. Por el otro lado, como las frutas contienen entre 75 y 95% de agua, si la humedad relativa es muy baja, la fruta pierde su propia humedad por evaporación al ambiente, y se deforma.

Luz. La luz favorece la maduración de la fruta. La mayoría de frutas presentan decoloración por exposición a la luz. A su vez, puede destruir las vitaminas que contienen las frutas como por ejemplo, la vitamina C. La longitud de onda e intensidad de iluminación son entonces importantes en la conservación de las frutas.

pH. Los pH ácidos ayudan a evitar el crecimiento de microorganismos. (pH<5). Es por ésto que se utiliza jugo de limón o ácido cítrico para alcanzar valores de pH bajos y aumentar el tiempo de almacenamiento de las frutas. (4)

Actividad del agua. El agua es el factor más importante involucrado en los procesos de deterioro. Durante las últimas décadas, la actividad del agua se ha vuelto una herramienta muy útil en el procesamiento de alimentos.

La actividad del agua (A_w) se define como la relación de la presión de vapor del agua en una solución (P_s) a la presión de vapor del agua pura (P_w):

$$A_w = P_s/P_w \quad (5)$$

La actividad del agua es alta en frutas y verduras debido al gran contenido de humedad y las bajas concentraciones de solutos en ellas. Las bacterias, levaduras y hongos crecen y se multiplican fácilmente con altos valores de A_w , por lo que estos alimentos son susceptibles a la descomposición por microorganismos. Por ello es que la deshidratación es un método efectivo para la preservación de frutas, ya que disminuye la actividad del agua lo suficiente para que el crecimiento de microorganismos no pueda sostenerse.

A la par de la temperatura, se considera a la actividad del agua como el parámetro más importante en la conservación y el procesamiento de alimentos. (16)

3.2. Tipos de deterioros

3.2.1. Cambios estéticos

Los cambios en el sabor, color, textura y apariencia de la fruta, en general, son formas importantes de deterioro de las frutas y pueden provocar el rechazo de las mismas por parte del consumidor o del comprador intermedio. (17)

Color. El signo más obvio de deterioro en fruta deshidratada, rodajada, es la pérdida de su color claro. El oscurecimiento generalmente está asociado a otros cambios que a su vez disminuyen la calidad del producto. En fruta rodajada o en trozos, la pérdida de SO_2 y la velocidad de oscurecimiento están relacionadas íntimamente, y ambos fenómenos son dependientes de la temperatura.

Sabor. El sabor de la fruta procesada se ve afectado notablemente por altas temperaturas durante el almacenamiento.

Azucaramiento. Durante el almacenamiento muchas frutas deshidratadas forman una granulaci3n en la superficie o debajo de 3sta, conocida como azucaramiento. Esta da una apariencia no deseable a la fruta porque se asemeja al crecimiento microbiano o a colonias de hongos. Adem3s, el azucaramiento afecta la calidad del producto porque da una textura granular o arenosa. Este problema es m3nimo cuando el producto final tiene elevados contenidos de humedad.

3.2.2. Deterioro por ataque de insectos

Las frutas secas no sulfuradas son vulnerables al ataque de insectos a menos que se utilicen empaques que las protejan, o insecticidas. Sin embargo, 3stos no pueden utilizarse en fruta cortada. Las temperaturas bajas (35 - 50°F) inhiben el desarrollo de los huevos de insectos o larvas. Los niveles de SO₂ controlados proporcionan protecci3n de los insectos.

3.2.3. Deterioro por ataque microbiano

La condici3n b3sica para que se d3e el deterioro enzim3tico o microbiol3gico en los alimentos es la presencia de agua. La limitaci3n de 3sta ya sea por adici3n de solutos o por remoci3n f3sica, minimiza el crecimiento microbiano y la actividad enzim3tica, debido al aumento de la concentraci3n del soluto en la humedad disponible.

La concentración del soluto puede aumentar también por adición de sal o azúcar al alimento.

Para evitar al máximo los cambios organolépticos en los alimentos durante el secado, los tiempos y temperaturas se mantienen tan cortos y bajos como sea posible. Por esto, los microbios no son expuestos a condiciones letales. Con algunos alimentos se utiliza un tratamiento previo, generalmente calor, letal para los microorganismos. En el caso de frutas y vegetales, esto no es posible, y para minimizar su existencia, la selección y la preparación previa al proceso debe ser muy cuidadosa e higiénica.

Las frutas no sulfuradas, con un bajo contenido de humedad, no permiten el crecimiento microbiano bajo condiciones normales. Las frutas secas sulfuradas proporcionan un medio pobre para el crecimiento de microorganismos, si el contenido de SO₂ se mantiene a niveles suficientemente altos para conservar su color claro. (17) A elevados contenidos de humedad, mayores del 25%, se utilizan ácido ascórbico o sus sales para inhibir el crecimiento microbiano.

3.2.4. Cambios en el contenido nutricional

El efecto del secado en el contenido nutricional de los alimentos depende del nutriente involucrado, y de la técnica de secado utilizada. Los daños a la calidad proteínica pueden dividirse en:

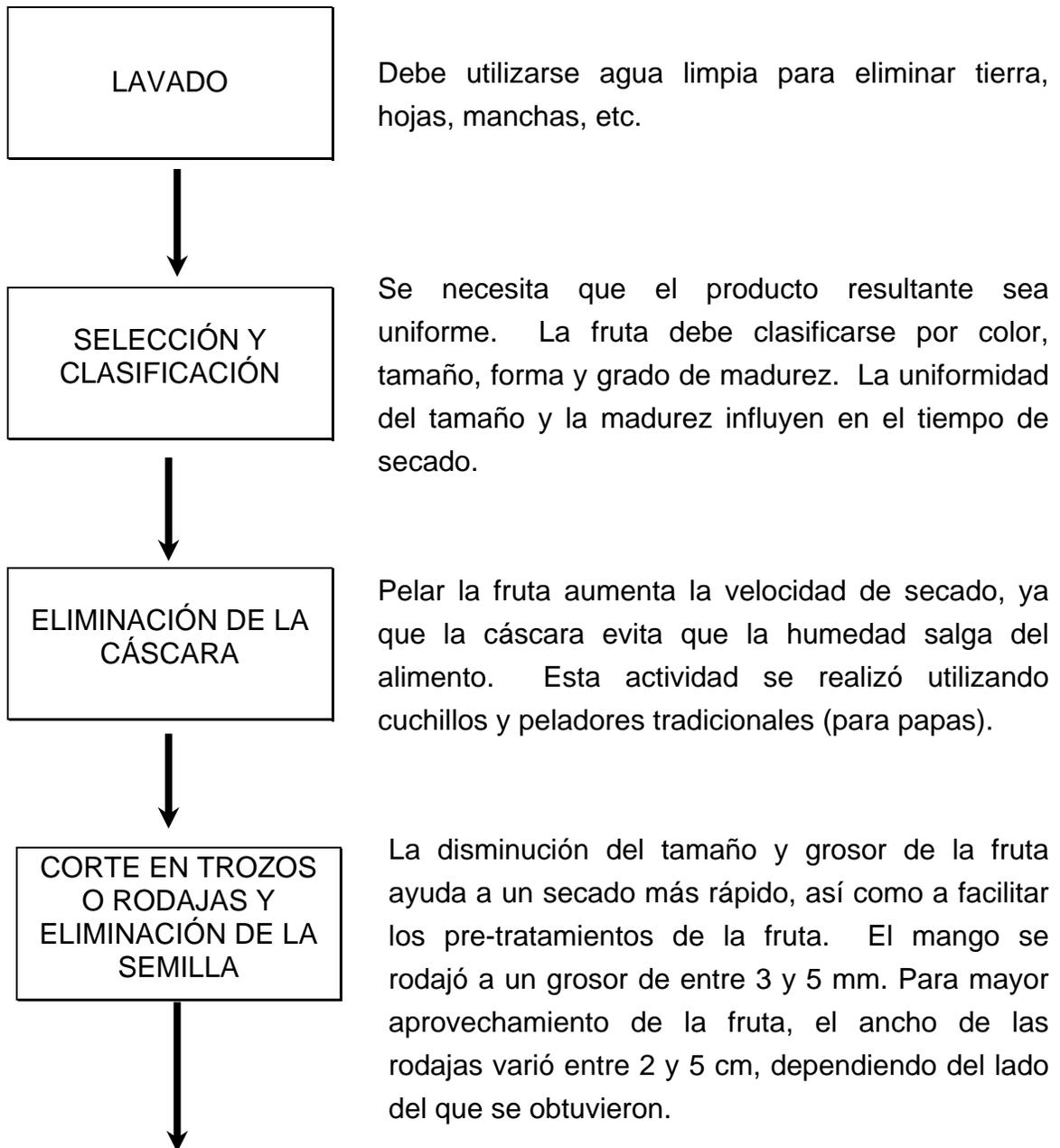
- (a) destrucción total de aminoácidos, que ocurre a altas temperaturas;
- (b) derivación de algunos aminoácidos individuales; y
- (c) reacciones cruzadas entre ciertos aminoácidos.

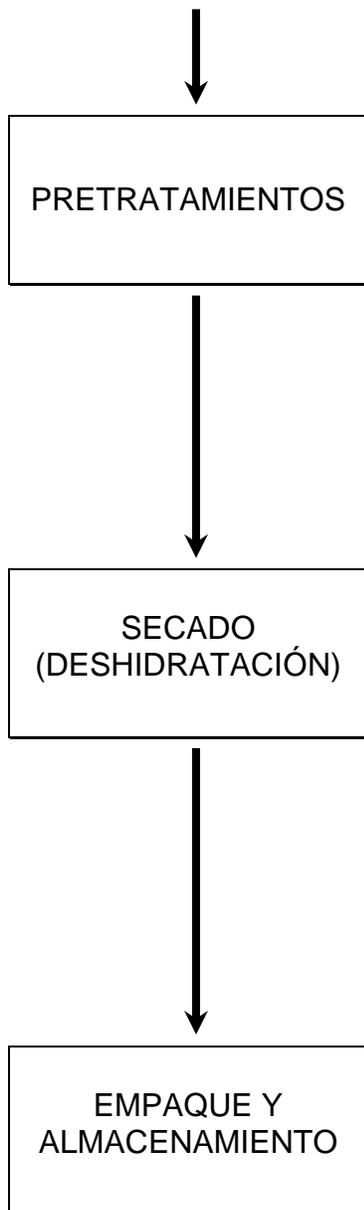
Las dos últimas reducen la disponibilidad de aminoácidos. Las reacciones cruzadas a su vez, disminuyen la digestibilidad si se da en grandes proporciones.

Las vitaminas más vulnerables al procesamiento de alimentos son la C, B₁ , B₆ y el ácido fólico. (7) El daño en el contenido nutricional de los alimentos es significativo sólo si la dieta completa diaria no provee de un consumo adecuado de nutrientes. En general, las pérdidas de vitaminas B son menores del 10% y los alimentos secos no contribuyen grandemente a la provisión de tiamina, ácido fólico y vitamina B₆. La vitamina C es afectada mayormente, pero éste no es limitante en la dieta promedio. Los aminoácidos que son parcialmente inactivados o destruidos son menos sustituibles, especialmente si existe uno en particular que esté muy limitado dentro de la dieta normal.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1. Diagrama de flujo





Después de la reducción del tamaño se llevan a cabo los pretratamientos para asegurar la calidad del producto, cuando éstos se hacen necesarios. En este caso, la fruta se trató con jugo de limón, para lograr una mejor apariencia y preservación de la misma.

La velocidad de secado depende de la temperatura, la humedad, la velocidad de circulación del aire y del tipo y tamaño de las rodajas del alimento. La temperatura del aire en la cámara de secado varió entre 31 y 46°C, y la humedad relativa entre 18 y 64 %, dependiendo de la hora del día.

Las características del empaque y las condiciones del almacenamiento influyen en el tiempo de vida del alimento ya procesado. El producto final se guardó en bolsas plásticas con cierre hermético, y su duración fue muy variable: el producto que se quedó en la localidad (condiciones de altas temperaturas; 25-40°C) se descompuso al cabo de una semana, en promedio; el producto que se llevó a la capital (temperaturas entre 15-25°C) se conservó en condiciones ambientales hasta por 4 meses.

4.2. Operación

4.2.1. Determinación del número óptimo de bandejas

La operación de un secador con un número grande de bandejas en paralelo disminuye el rendimiento del mismo y la calidad del secado. El aire entra caliente y relativamente seco a la cámara de secado y atraviesa la primer bandeja, después de lo cual aumenta su contenido de humedad y disminuye su temperatura. Lo mismo ocurre con las bandejas siguientes hasta que con determinado número de bandejas en paralelo las condiciones de temperatura y humedad del aire son tales, que el secado se vuelve muy lento y es más rentable - desde el punto de vista de la cantidad de fruta secada por unidad de tiempo - eliminar dicha bandeja y procesar menos fruta por lote y una mayor cantidad de lotes.

Basado en lo anterior, se hizo la determinación del número óptimo de bandejas a utilizar en paralelo, comenzando con tres bandejas y aumentando de una en una, hasta encontrar el rendimiento óptimo para el diseño básico de los secadores. El número de bandejas fue el mismo para ambos diseños.

Definiendo el rendimiento como la cantidad de fruta deshidratada (g) por unidad de tiempo (u.d.t.), se calcula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{g fruta}}{\text{bandeja}} * \frac{\# \text{ bandejas}}{\text{lote}} * \frac{\# \text{ lotes}}{\text{u.d.t.}}$$

Como la cantidad de fruta (gramos) por bandeja será fija, se sustituye:

$$\text{g fruta procesada} = \frac{\text{g fruta}}{\text{bandeja}} * \# \text{ bandejas}$$

de donde el rendimiento óptimo se obtiene para una unidad de tiempo determinada, como la combinación de número de bandejas y número de lotes que de la mayor cantidad de fruta procesada por unidad de tiempo.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{g fruta procesada}}{\text{lote}} * \frac{\# \text{ lotes}}{\text{u.d.t.}}$$

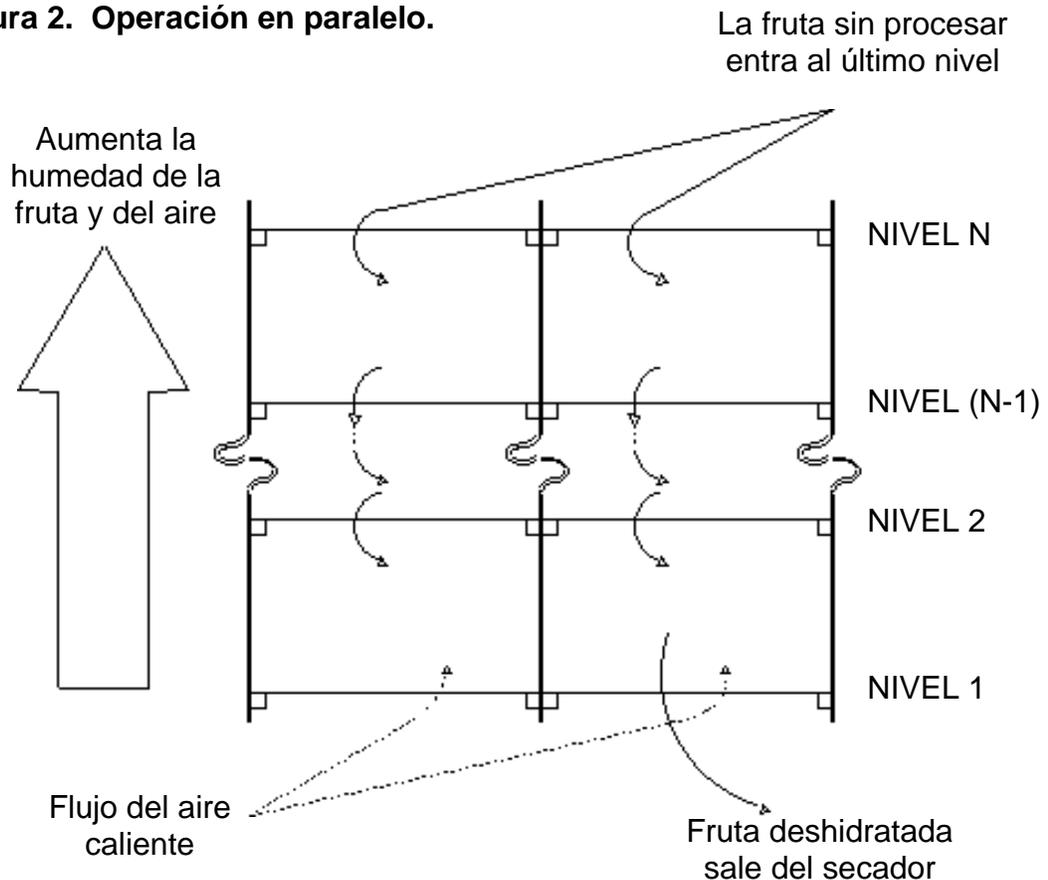
4.2.2. Operación de secado

Debido a que el diferencial de temperatura entre el aire que llega a la primera bandeja, y el que sale de la última es muy amplio, se operó el secador de dos formas distintas, buscando maximizar el rendimiento del mismo.

4.2.2.1. Operación en paralelo

De acuerdo al diseño del secador (véase pág. 47), cada nivel utiliza dos bandejas, una a la par de la otra. El secador se va alimentando por niveles, en el siguiente orden:

Figura 2. Operación en paralelo.



Se colocan las dos bandejas en el nivel más bajo permitiendo que se elimine la mayor porción de agua de la fruta en estas bandejas. Se colocan las siguientes dos bandejas en el nivel 2 (véase figura 2) permitiendo la eliminación de la mayor cantidad de humedad de la fruta que contienen, y así sucesivamente con el nivel 3, etc., hasta llenar todos los niveles de la cámara de secado.

El intervalo de tiempo entre la colocación de cada bandeja se determina experimentalmente, en función del contenido de humedad de la fruta, y del funcionamiento práctico del secador.

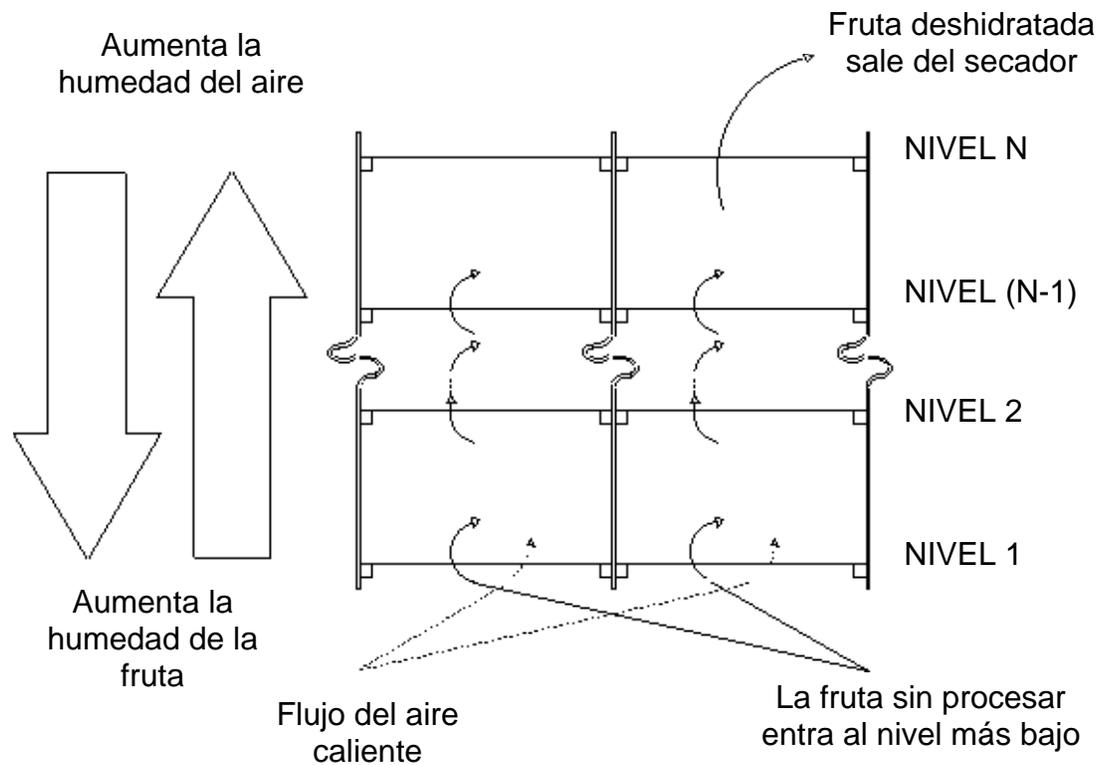
Cuando la fruta del nivel inferior (1) está seca, (al nivel de humedad deseado), se sacan dichas bandejas y se mueven las de los niveles superiores a la posición inmediata inferior, colocando la fruta sin procesar (nuevas bandejas) en el nivel más alto.

Esta operación se denomina EN PARALELO, porque la humedad de la fruta es mayor a un nivel más alto dentro de la cámara de secado, y la humedad del aire aumenta en el mismo sentido.

4.2.2.2. Operación en contracorriente

El secador se va alimentando por niveles, en el siguiente orden:

Figura 3. Operación en contracorriente.



Se colocan las dos bandejas en el nivel más alto permitiendo que se elimine la mayor porción de agua de la fruta en estas bandejas. Se colocan las siguientes dos bandejas debajo de las anteriores (véase figura 3) permitiendo la eliminación de la mayor cantidad de humedad de la fruta que contienen, y así hasta llenar (hacia abajo) todos los niveles de la cámara de secado.

Cuando la fruta del nivel superior (N) está seca, (al nivel de humedad deseado), se sacan dichas bandejas y se mueven las de los niveles inferiores a la posición inmediata superior, colocando la fruta sin procesar (nuevas bandejas) en el nivel más bajo.

Esta operación se denomina EN CONTRACORRIENTE, porque la humedad de la fruta es menor a un nivel más alto dentro de la cámara de secado, y la humedad del aire aumenta en el sentido contrario.

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se basan en un área del colector solar de 1m², para ambos diseños.

5.1. Eficiencia de deshidratación

A. Alimentación en paralelo

Colector de cubierta simple:	916.5 g/hrs sol-día
Colector de cubierta doble:	927.2 g/hrs sol-día
Aumento de la eficiencia:	1.2 %

B. Alimentación a contracorriente

Colector de cubierta simple:	1118.4 g/hrs sol-día
Colector de cubierta doble:	1122.7 g/hrs sol-día
Aumento de la eficiencia:	0.4 %

5.2. Efecto de la alimentación

A. Colector de cubierta simple

Aumento de la eficiencia contracorriente vrs paralelo:	22.0 %
--	--------

B. Colector de cubierta doble

Aumento de la eficiencia contracorriente vrs paralelo: 21.1 %

5.3. Efecto del número de bandejas

Se utilizaron 12 bandejas por lote, distribuidas en dos columnas de 6 bandejas paralelas (ver diseño), el área de cada bandeja fue de 0.282 m².

La carga promedio fue de 468.3g por bandeja, es decir, 1660.5 g/m².

5.4. Rango del contenido de humedad del aire

	Paralelo	Contracorriente
Entrando a la cámara de secado:	19 - 57 %	22 - 47 %
Al salir de la bandeja superior:	18 - 64 %	23 - 55%

Variaciones del contenido de humedad del aire:

	Paralelo	Contracorriente
Variación máxima:	10 %	8 %
Variación promedio:	5 %	3 %

Se determinó, con base a los datos anteriores, que con la operación en contracorriente se arrastra menos humedad de una bandeja a la otra, lo que se traduce en una mejor eficiencia del secado. Esto apoya los rendimientos obtenidos con ambos modos de operación (ver Efecto de la Alimentación).

5.5. Rango de temperatura del aire

	Paralelo	Contracorriente
Entrando a la cámara de secado:	34.5 - 46.0 °C	36.0 - 46.0 °C
Al salir de la bandeja superior:	31.0 - 43.0 °C	33.0 - 43.0 °C

Variaciones en la temperatura del aire:

	Paralelo	Contracorriente
Variación máxima:	- 4.0 °C	- 4.0 °C
Variación promedio:	- 2.3 °C	- 4.0 °C

6. DISCUSIÓN

6.1. Eficiencia de deshidratación

Como puede observarse, la eficiencia de deshidratación entre el diseño de secador con colector de cubierta simple y el de cubierta doble no presentó un aumento apreciable. Los aumentos de 1.2% y 0.4% no son significativos. Las temperaturas generadas en el colector solar de cubierta simple variaron entre 35 y 45°C, mientras que para el colector de cubierta doble variaron entre 34.5 y 46°C; es decir, que no hubo un aumento en la temperatura del aire que entra a la cámara de secado. Esto coincide con los resultados obtenidos respecto a las eficiencias de ambos secadores.

6.2. Efecto de la alimentación

En cuanto a la forma de alimentación utilizada, sí se obtuvo una diferencia significativa entre la alimentación en paralelo y a contracorriente. Esta última mejoró, como promedio, en un 21.6% respecto a la alimentación en paralelo. Esto se debe a que, con la alimentación en paralelo, las bandejas de fruta que llevan más tiempo dentro del secador se van corriendo hacia los niveles superiores, dejando la fruta más húmeda en los niveles más bajos. El aire que entra a la cámara de secado atraviesa primero por estas bandejas, arrastrando la humedad que elimina de ellas hacia las bandejas superiores. Se trata, por lo tanto, de un aire con mayor contenido de humedad y esto hace que el rendimiento sea menor.

En el caso de la alimentación a contracorriente, las bandejas de fruta que llevan más tiempo dentro del secador se van corriendo hacia los niveles inferiores, dejando la fruta más húmeda en los niveles más altos. El aire que entra a la cámara de secado atraviesa por fruta más seca primero, por lo que su contenido de humedad no aumenta tanto como en el caso anterior, y se obtiene un mayor rendimiento.

6.3. Efecto del número de bandejas y empardeamiento

Los secadores se operaron con un máximo de 6 bandejas en paralelo, colocadas a una distancia de 10 cm entre sí. Con base en los datos de humedad relativa del aire después de atravesar por todas las bandejas (el máximo fue de 55% para la alimentación a contracorriente y 64% para la alimentación en paralelo), se puede concluir que el diseño tiene capacidad para aumentar el número de bandejas, ya que el aire de la salida no llegó a saturarse.

Se realizó una prueba utilizando el mismo número de bandejas, pero duplicando la carga. Debido a que la fruta tuvo que traslaparse en dos capas y no toda su superficie quedó expuesta al aire, al segundo día la fruta comenzó a descomponerse, sin haber logrado su deshidratación. Se observó el oscurecimiento de la fruta, que técnicamente se conoce como empardeamiento no-enzimático. Se trata de empardeamiento de naturaleza exclusivamente química, en el que intervienen tres mecanismos distintos: a) la reacción de Maillard o condensación de melanoidina; b) mecanismo del ácido ascórbico; y c) la teoría del aldehído activo. (...) En los alimentos que son sistemas muy complejos acaecen a menudo combinaciones de estos tres mecanismos. (7)

En la reacción de Maillard los aldehídos, cetonas y azúcares reductores se combinan fácilmente con los aminoácidos, péptidos y proteínas en tres fases, perdiendo en la última fase una molécula de CO_2 a partir de la molécula del aminoácido, y dando lugar al oscurecimiento. La adición del dióxido de azufre y los sulfitos inhibe el empardeamiento, porque su combinación con el grupo carbonilo funcional del azúcar impide su combinación con el compuesto amino. Sin embargo, si los pigmentos pardos ya han aparecido, la adición de los sulfitos no impide su desarrollo interior. Las teorías respecto a la reacción de Maillard indican que las condiciones óptimas para que ocurra son en pH mayores de 7; es decir, en medios alcalinos. El mango utilizado se trató con jugo de limón previo a la deshidratación, por lo que es poco probable que el oscurecimiento presentado se deba a esta reacción.

El empardeamiento de los jugos cítricos, sobre todo en los concentrados y muy especialmente en los de limón y pomelo, se debe a la descomposición del ácido ascórbico (7).. Se ha demostrado que este tipo de empardeamiento se produce al calentar el ácido ascórbico con un ácido; el ácido ascórbico se transforma con formación de CO_2 en furfural. Se sabe que el furfural experimenta una polimerización y empardeamiento. Además, dado que se trata de un aldehído activo, puede experimentar con facilidad la reacción de Maillard.

Los fenómenos de empardeamiento en los jugos cítricos dependen del pH y la concentración. El jugo de naranja (pH~3.4) es el que menos se pardea, mientras que los jugos de pomelo (pH ~2.9) y de limón (pH~2.15) se oscurecen rápidamente, aún cuando se conservan con SO_2 . El mango utilizado se trató con jugo de limón, con lo que se logró una mejor coloración y mayor preservación de la fruta; sin embargo, para la corrida realizada con doble capa por bandeja, el secado se volvió muy lento, propiciando con las altas temperaturas y el bajo pH, el empardeamiento.

Para aumentar la capacidad de los secadores, sería conveniente aumentar el número de bandejas reduciendo la distancia entre ellas. Así se tendría toda la superficie de la fruta expuesta al aire caliente, y se podrían realizar corridas aumentando gradualmente el número de bandejas hasta obtener el óptimo.

CONCLUSIONES

1. La variación de doble cubierta, utilizada en el diseño del colector solar, sobre el diseño básico, no aumenta significativamente la eficiencia del proceso de deshidratación. El aumento obtenido fue menor a 1.5%.
2. Los resultados obtenidos mediante la alimentación en contracorriente son entre 21 y 22% más eficientes que por medio de la alimentación en paralelo, para este tipo de secador.
3. El número de bandejas por lote de alimentación puede incrementarse con el mismo diseño, disminuyendo la distancia entre ellas, para poder procesar mayor cantidad de fruta simultáneamente y obtener un mayor rendimiento.

RECOMENDACIONES

1. Se pueden mejorar los resultados obtenidos, buscando una mejor ubicación para los secadores (área sin árboles alrededor y mejor corriente de aire). Esto requerirá de la construcción de un área de pesaje cerrada, para que las corrientes de aire no afecten el funcionamiento de la balanza. También se recomienda colocar los secadores sobre una plancha de cemento fundida, para evitar contaminación con polvo.
2. Como se indicó en las conclusiones, se debe modificar el diseño para aumentar el número de bandejas por lote, y mejorar así el rendimiento. Se sugiere colocar las bandejas más cerca unas de otras, para que quepan más niveles de bandejas.
3. Para la preparación de la fruta previa al secado (pelado y corte en rebanadas), se requiere más personal operativo trabajando en ello, a manera de garantizar que la alimentación sea continua y aprovechar las horas-sol con toda la fruta alimentada.
4. Se podría idear una forma de pelar la fruta con un mecanismo similar a los peladores rotativos de papa o naranja. Esto agilizaría esta etapa del procesamiento.
5. La deshidratación de la fruta requirió de 2 días de exposición por lote. Ya que durante la noche la humedad asciende, se recomienda tapar la entrada de aire al colector solar para evitar que entre aire húmedo. Esto se puede hacer con plástico, como se hizo durante la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARGUETA, Walter A. Secado de Frutas Mediante el Uso de Secadores Solares Pasivos de Pequeña Escala. Tesis de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1986.
2. Amorigi, Guisepe. "La Maravillosa Barra de Mango", **Revista CERES**. pp 25-28. México D.F., Julio - Agosto de 1982.
3. CÁCERES, Jorge A. Deshidratación de Frutas Tropicales por los Métodos de Aire Forzado y Vacío. Tesis de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1976.
4. CHARALAMBOUS, George. **Handbook of Food and Beverage Stability**. Academic Press Inc. EUA, 1986.
5. CHARLEY, Helen. **Tecnología de alimentos**. Editorial Limusa. México D.F. 1989
6. GEANKOPLIS, Christie J. **Procesos de transporte y operaciones Unitarias**. CECSA, México, D.F., 1981.
7. HOYEM, Tore y Oscar Kvale. **Physical, Chemical and Biological Changes in Food, Caused by Thermal Processing**. Applied Science Publishers Ltd. Inglaterra, 1977.
8. JAGTIANI, Jethro et al. **Tropical Fruit Processing**. Academic Press Inc. EUA, 1988.
9. ICAITI. **Secadores solares Carpa y Wengert - Construcción, uso y mantenimiento**. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Guatemala, 1985.
10. ICAITI. **Secadores solares para fruta**. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Guatemala, 1987.
11. ICAITI. **Pequeño secador para piña**. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Costa Rica, 1987.
12. MAC CARTHY, Diarmuid. **Concentration and Drying of Foods** (2nd International Food Research Symposium in Ireland, Sept. 1985). Elsevier Applied Science Publishers. Gran Bretaña, 1986.

13. MATZ, Samuel. **Water in Foods**. The AVI Publishing Company Inc. EUA, 1965.
14. MC. CABE, W., J.C. Smith y P. Harriot. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 4a de Mc. Graw-Hill Book Co. EUA, 1985.
15. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. **Fundamentos sobre el aprovechamiento solar en Guatemala**. Dirección General de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía. Guatemala, 1992.
16. SOLÉ, Pedro C. **Ensayos preliminares sobre deshidratación de frutas tropicales**. Investigaciones Tecnológicas de ICAITI. Guatemala, 1966.
17. VAN ARSDEL, N., M. Copley y A. Morgan. **Food Dehydration**. 2a ed. Volúmenes I y II. The AVI Publishing Co. EUA, 1973.

ANEXOS

ANEXO 1

DISEÑO DE LOS SECADORES Y MATERIALES

Figura 4. Secador solar indirecto. Diagrama general y materiales

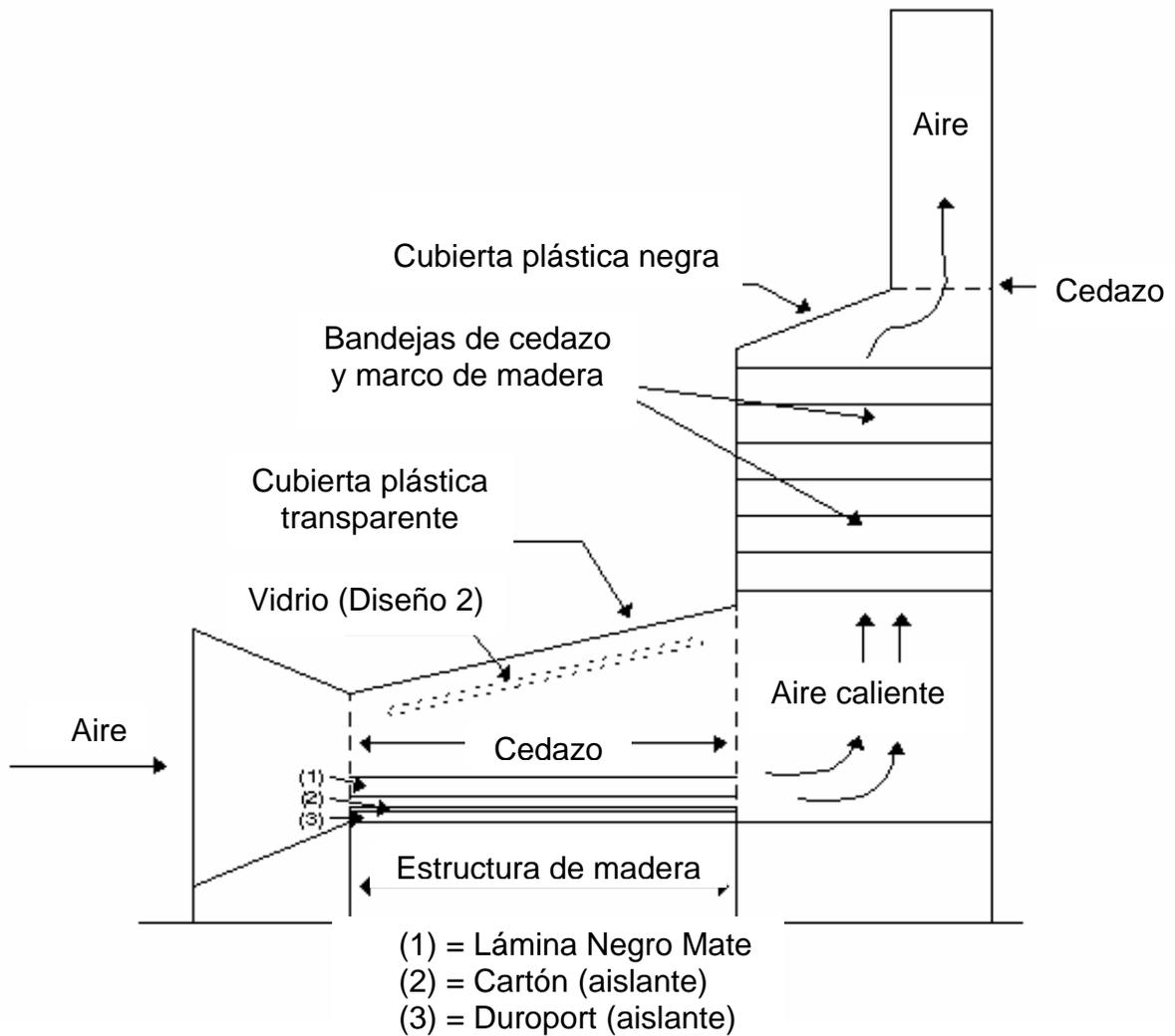
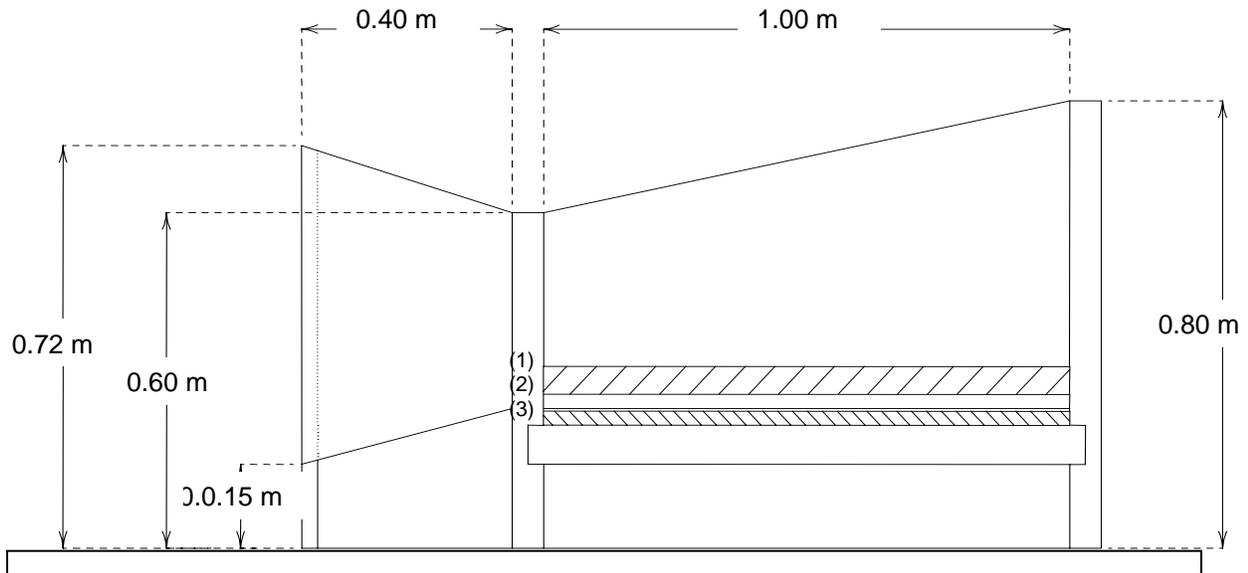


Figura 5. Colector solar. Detalle – vista lateral



- (1) = Lámina Negro Mate
- (2) = Cartón (aislante)
- (3) = Duroport (aislante)

Figura 6. Cámara de secado. Detalle – vista desde la alimentación de la fruta

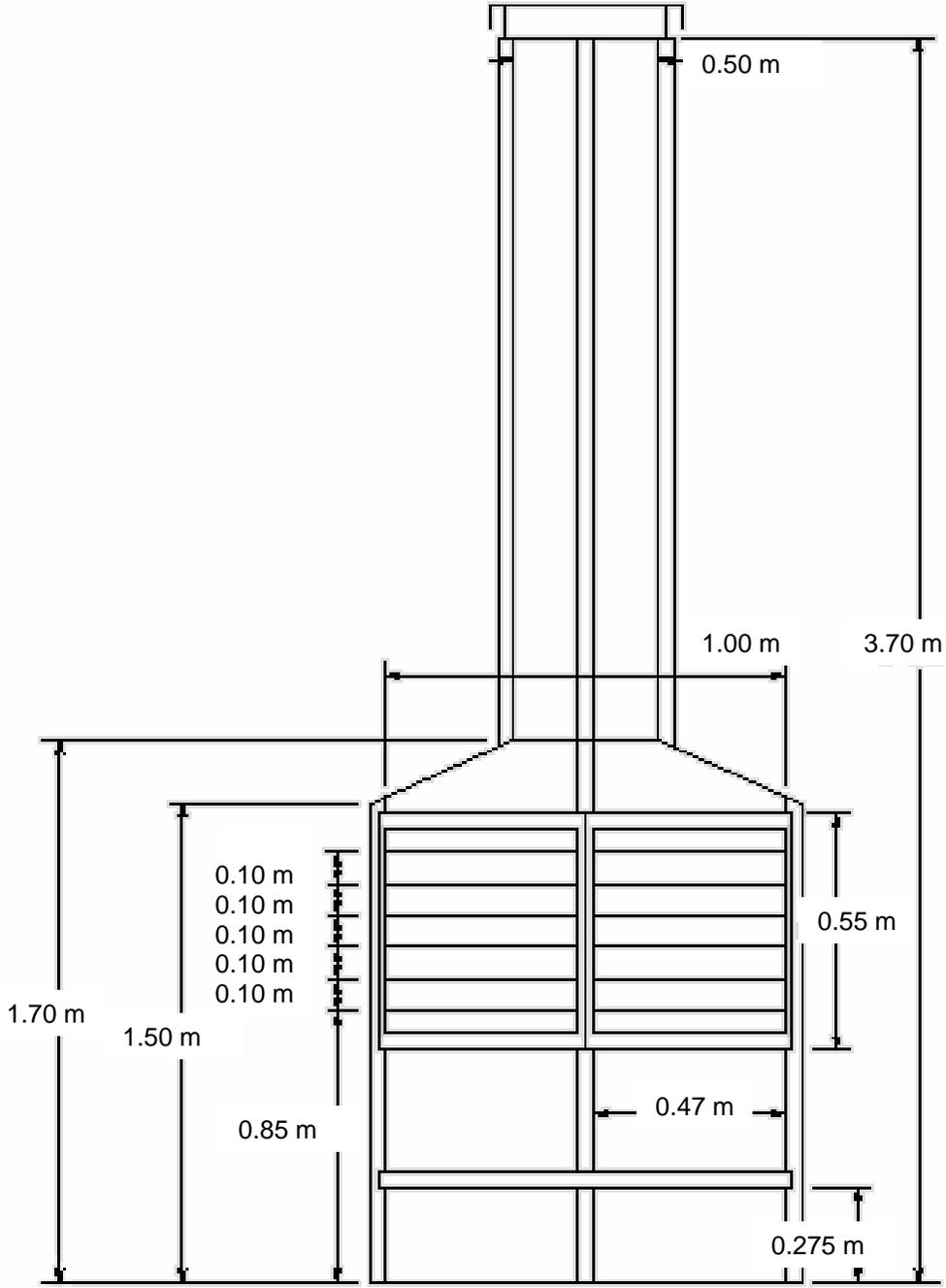
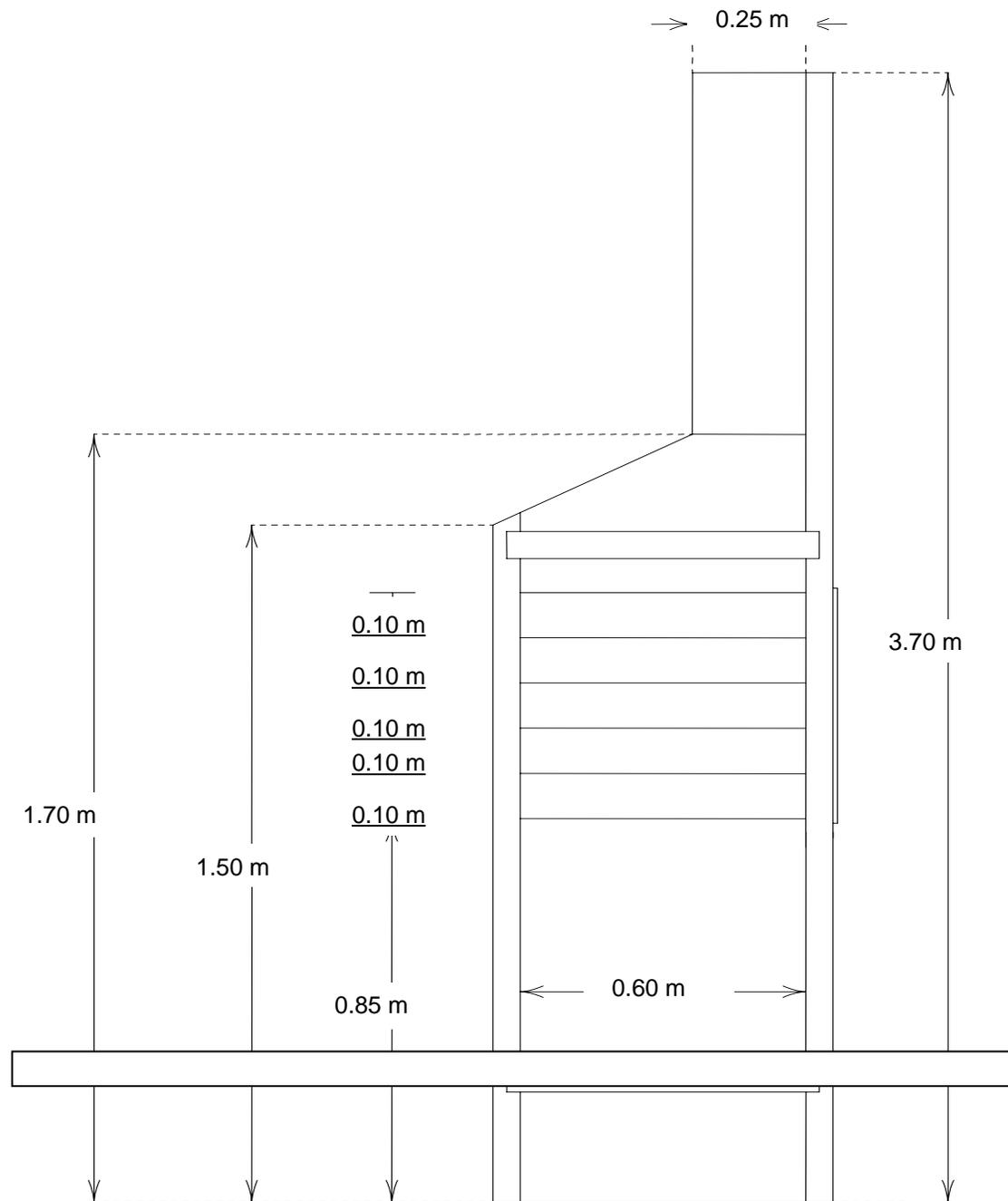


Figura 7. Cámara de secado. Detalle – vista lateral



ANEXO 2

MATERIALES UTILIZADOS

Nota: Los materiales listados a continuación corresponden a un secador solar del tipo utilizado, excepto el equipo de medición.

COLECTOR SOLAR - PIEZAS DE MADERA (PINO)

2 piezas de 2½" x 1½" x 1.05 m
2 piezas de 2½" x 1½" x 0.80 m
2 piezas de 2½" x 1½" x 0.60 m
2 piezas de 2½" x ¾" x 1.10 m
2 piezas de 2½" x ¾" x 1.05 m
6 piezas de 2½" x ½" x 1.10 m
2 piezas de 1" x ½" x 1.10 m
4 piezas de 2½" x 1" x 1.10 m
2 piezas de 2½" x 1" x 1.00 m
2 piezas de 2½" x 1" x 0.72 m
2 piezas de 2½" x 1" x 0.45 m

CÁMARA DE SECADO - PIEZAS DE MADERA (PINO)

4 piezas de 2½" x 2½" x 1.50 m
4 piezas de 2½" x 2½" x 1.05 m
4 piezas de 2½" x 2½" x 0.70 m
2 piezas de 2½" x ¾" x 1.50 m
4 piezas de 2½" x ¾" x 1.05 m

4 piezas de 2½" x ¾" x 0.50 m
2 piezas de 2½" x ¾" x 0.34 m
2 piezas de 2½" x ¾" x 0.25 m
2 piezas de ¾" x ¾" x 0.50 m
2 piezas de ¾" x ¾" x 0.25 m
48 piezas de ½" x ½" x 0.60 m
48 piezas de ½" x ½" x 0.48 m
24 piezas de 1" x ½" x 0.60 m
4 piezas de 2½" x ¾" x 1.40 m
4 piezas de 2½" x ¾" x 0.55 m

OTROS MATERIALES

1 vidrio de 1.00 m x 1.00 m (para el diseño con cubierta doble)
8 yd de cedazo plástico
5 yd de plástico transparente
5 yd de plástico negro
7 ft de material aislante de fibra de vidrio (ancho 7 ft)
1 plancha de duroport de 1.00 m x 1.00 m y de 1" de grosor
1 plancha de cartón de 1.00 m x 1.00 m
1 plancha de lámina galvanizada de 1.00 m x 1.00 m
pintura para lámina, negro mate
4 bisagras

EQUIPO DE MEDICIÓN

2 medidores de temperatura y humedad

4 termómetros de 100°C

1 potenciómetro portátil

1 balanza semianalítica

1 balanza mecánica

cuchillos con filo

peladores

ANEXO 3
DATOS ORIGINALES

Tabla II. Datos Originales: Contracorriente, corrida 1.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 19, 1999
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 1
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA-DOR	UBICACIÓN	BANDEJA	LADO	DATOS INICIALES				CONTROL 1				CONTROL 2													
				HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO										
1	6	IZQ	09 : 02	9.03	2.2	472.7	470.5	11 : 17	11.28	2.2	351.4	349.2	2.25	2.25	13 : 12	13.20	2.2	276.2	274.0	4.17	4.17	186.5	186.5	41.8%	
1	6	DER	09 : 02	9.03	2.2	445.5	443.3	11 : 17	11.28	2.2	349.5	347.3	2.25	2.25	13 : 12	13.20	2.2	284.6	282.4	4.17	4.17	160.9	160.9	36.3%	
1	5	IZQ	10 : 54	10.90	2.0	476.2	474.2								13 : 54	13.90	2.1	332.9	330.8	3.00	3.00	143.4	143.4	30.2%	
1	5	DER	10 : 54	10.90	2.0	471.5	469.5								13 : 54	13.90	2.0	323.5	321.5	3.00	3.00	146.0	146.0	31.5%	
1	4	IZQ	12 : 15	12.25	2.1	465.6	463.5								14 : 55	14.92	2.0	304.7	302.7	2.67	2.67	160.8	160.8	34.7%	
1	4	DER	12 : 15	12.25	2.2	471.2	469.0								14 : 55	14.92	2.2	334.4	332.2	2.67	2.67	156.8	156.8	29.2%	
1	3	IZQ	13 : 00	13.00	2.3	451.4	449.1								14 : 15	14.25	2.2	383.3	381.1	1.25	1.25	88.0	88.0	19.6%	
1	3	DER	13 : 00	13.00	2.2	481.9	479.7								14 : 15	14.25	2.2	363.8	361.6	1.25	1.25	89.1	89.1	21.3%	
1	2	IZQ	14 : 30	14.50	2.1	470.3	468.2																		
1	2	DER	14 : 30	14.50	2.2	465.9	463.7																		
1	1	IZQ	15 : 30	15.50	2.2	472.4	470.2																		
1	1	DER	15 : 30	15.50	2.4	456.0	453.6																		
2	6	IZQ	09 : 02	9.03	2.2	470.5	468.3	11 : 02	11.03	2.2	350.2	348.0	2.00	2.00	13 : 17	13.28	2.2	251.4	249.2	4.25	4.25	219.1	219.1	46.8%	
2	6	DER	09 : 02	9.03	2.2	430.0	427.8	11 : 02	11.03	2.2	334.6	332.4	2.00	2.00	13 : 17	13.28	2.3	248.3	246.0	4.25	4.25	181.8	181.8	42.5%	
2	5	IZQ	10 : 54	10.90	2.0	478.9	476.9								13 : 34	13.57	2.1	206.9	204.8	2.67	2.67	182.1	182.1	38.2%	
2	5	DER	10 : 54	10.90	2.2	468.9	466.7								13 : 34	13.57	2.3	302.1	299.8	2.67	2.67	166.9	166.9	35.8%	
2	4	IZQ	12 : 15	12.25	2.1	477.7	475.6								14 : 50	14.83	2.1	360.2	358.1	2.58	2.58	117.5	117.5	24.7%	
2	4	DER	12 : 15	12.25	2.2	435.1	432.9								14 : 50	14.83	2.4	328.8	324.4	2.58	2.58	108.5	108.5	25.1%	
2	3	IZQ	13 : 00	13.00	2.3	470.9	468.6																		
2	3	DER	13 : 00	13.00	2.1	444.4	442.3																		
2	2	IZQ	14 : 30	14.50	2.0	463.6	461.6																		
2	2	DER	14 : 30	14.50	2.1	470.0	467.9																		
2	1	IZQ	15 : 30	15.50	2.4	470.2	467.8																		
2	1	DER	15 : 30	15.50	2.2	457.7	455.5																		

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 16, 1999
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 1
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

UBICACIÓN		DATOS INICIALES										CONTROL 3										CONTROL 4									
SECA- DOR	BANDEJA	LADO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TAPA	PESO BRUTO	PESO NETO	I. HRS TOTAL	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	I. HRS TOTAL	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA						
1	6	IZQ	09 : 02	9.03	2.2	472.7	470.5	16 : 30	16.50	2.2	172.9	170.7	7.47	7.47	299.8	63.7%	07 : 50	7.83	2.1	147.1	145.0	22.80	7.47	325.5	69.2%						
1	6	DER	09 : 02	9.03	2.2	445.5	443.3	16 : 30	16.50	2.2	160.8	178.6	7.47	7.47	264.7	59.7%	07 : 50	7.83	2.1	153.8	151.7	22.80	7.47	291.6	65.8%						
1	5	IZQ	10 : 54	10.90	2.0	476.2	474.2	16 : 39	16.65	2.1	245.3	243.2	5.75	5.60	231.0	48.7%	08 : 10	8.17	2.0	214.6	212.6	21.27	5.77	261.6	55.2%						
1	5	DER	10 : 54	10.90	2.0	471.5	469.5	16 : 39	16.65	2.0	266.1	264.1	5.75	5.60	215.4	45.9%	08 : 10	8.17	2.1	217.2	215.1	21.27	5.77	254.4	54.2%						
1	4	IZQ	12 : 15	12.25	2.1	465.6	463.5	16 : 55	16.92	2.0	269.1	267.1	4.67	4.25	196.4	42.4%	08 : 39	8.65	2.0	259.5	256.5	20.40	4.90	207.0	44.7%						
1	4	DER	12 : 15	12.25	2.2	471.2	469.0	16 : 55	16.92	2.2	302.9	300.7	4.67	4.25	166.3	35.9%	08 : 39	8.65	2.2	259.1	256.9	20.40	4.90	212.1	45.2%						
1	3	IZQ	13 : 00	13.00	2.3	451.4	449.1	17 : 15	17.25	2.2	295.9	293.7	4.25	3.50	155.4	34.6%	08 : 50	8.83	2.3	227.5	225.2	19.83	4.33	223.9	49.9%						
1	3	DER	13 : 00	13.00	2.2	481.9	459.7	17 : 15	17.25	2.2	275.6	273.4	4.25	3.50	186.3	40.5%	08 : 50	8.83	2.2	244.5	242.3	19.83	4.33	217.4	47.3%						
1	2	IZQ	14 : 30	14.50	2.2	465.9	463.7	16 : 32	16.53	2.2	363.0	360.8	2.03	2.00	102.9	22.2%	09 : 10	9.17	2.1	281.0	278.9	18.67	3.17	184.8	39.9%						
1	2	DER	14 : 30	14.50	2.1	470.3	468.2	16 : 32	16.53	2.0	347.1	345.1	2.03	2.00	123.1	26.5%	09 : 10	9.17	2.2	294.5	292.3	16.67	3.17	175.9	37.6%						
1	1	IZQ	15 : 30	15.50	2.2	472.4	470.2	16 : 47	16.78	2.2	377.0	374.8	1.28	1.00	95.4	20.3%	09 : 28	9.47	2.2	265.9	264.7	17.97	2.47	205.5	43.7%						
1	1	DER	15 : 30	15.50	2.4	456.0	453.6	16 : 47	16.78	2.4	352.4	350.0	1.28	1.00	103.6	22.8%	09 : 28	9.47	2.2	291.9	289.7	17.97	2.47	163.9	58.1%						
2	6	IZQ	09 : 02	9.03	2.2	470.5	468.3	16 : 35	16.58	2.2	162.1	159.9	7.55	7.47	306.4	65.9%	08 : 00	8.00	2.1	155.8	153.7	22.97	7.47	314.6	67.2%						
2	6	DER	09 : 02	9.03	2.2	430.0	427.8	16 : 35	16.58	2.3	164.0	161.7	7.55	7.47	246.1	57.5%	08 : 00	8.00	2.1	146.4	144.3	22.97	7.47	283.5	68.3%						
2	5	IZQ	10 : 54	10.90	2.0	478.9	476.9	16 : 42	16.70	2.1	255.0	252.9	5.80	5.60	224.0	47.0%	08 : 10	8.17	2.2	230.0	227.8	21.27	5.77	249.1	52.2%						
2	5	DER	10 : 54	10.90	2.2	468.9	466.7	16 : 42	16.70	2.3	269.3	267.0	5.80	5.60	199.7	42.6%	08 : 10	8.17	2.2	207.4	205.2	21.27	5.77	261.5	56.0%						
2	4	IZQ	12 : 15	12.25	2.1	477.7	475.6	17 : 05	17.08	2.1	367.1	365.0	4.83	4.25	170.6	35.9%	08 : 39	8.65	2.3	229.9	227.6	20.40	4.90	248.0	52.1%						
2	4	DER	12 : 15	12.25	2.2	435.1	432.9	17 : 05	17.08	2.4	279.3	276.9	4.83	4.25	156.0	36.0%	08 : 39	8.65	2.0	222.6	220.6	20.40	4.90	212.3	48.0%						
2	3	IZQ	13 : 00	13.00	2.3	470.9	468.6	16 : 37	16.62	2.2	302.9	300.7	3.62	3.50	167.9	35.6%	08 : 50	8.83	2.2	247.6	245.4	19.83	4.33	223.2	47.6%						
2	3	DER	13 : 00	13.00	2.1	444.4	442.3	16 : 37	16.62	2.2	310.7	308.5	3.62	3.50	133.8	30.3%	08 : 50	8.83	2.2	259.7	257.5	19.83	4.33	164.8	41.9%						
2	2	IZQ	14 : 30	14.50	2.0	463.6	461.6	16 : 51	16.85	2.1	355.2	353.1	2.35	2.00	108.5	23.5%	09 : 10	9.17	2.1	297.7	295.6	18.67	3.17	166.0	36.0%						
2	2	DER	14 : 30	14.50	2.1	470.0	467.9	16 : 51	16.85	2.0	356.6	354.6	2.35	2.00	113.3	24.2%	09 : 10	9.17	2.1	282.0	279.9	18.67	3.17	188.0	40.2%						
2	1	IZQ	15 : 30	15.50	2.4	470.2	467.8	16 : 58	16.97	2.2	373.9	371.7	1.47	1.00	96.1	20.3%	09 : 28	9.47	2.4	282.2	279.8	17.97	2.47	188.0	40.2%						
2	1	DER	15 : 30	15.50	2.2	457.7	455.5	16 : 58	16.97	2.4	359.8	357.4	1.47	1.00	98.1	21.5%	09 : 28	9.47	2.4	262.0	259.6	17.97	2.47	195.9	43.0%						

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 18, 1999
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 1
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

UBICACIÓN		DATOS INICIALES						CONTROL 5						CONTROL 6											
SECA-DOR	BANDEJA	LADO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	TOTAL	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	TOTAL	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA
1	6	IZQ	09 : 02	9.03	2.2	472.7	470.5										10 : 30	10.50	2.2	125.8	123.8	25.47	9.97	346.9	73.7%
1	6	DER	09 : 02	9.03	2.2	446.5	443.3										10 : 30	10.50	2.3	115.4	113.1	25.47	9.97	330.2	74.5%
1	5	IZQ	10 : 54	10.90	2.0	476.2	474.2										12 : 20	12.33	2.3	137.6	135.3	25.43	10.10	338.9	71.5%
1	5	DER	10 : 54	10.90	2.0	471.5	469.5										12 : 20	12.33	2.1	142.9	140.8	25.43	10.10	328.7	70.0%
1	4	IZQ	12 : 15	12.25	2.1	465.6	463.5										12 : 46	12.77	2.2	131.5	129.3	24.52	9.67	334.2	72.1%
1	4	DER	12 : 15	12.25	2.2	471.2	469.0										12 : 46	12.77	2.3	145.3	143.0	24.52	9.67	326.0	69.5%
1	3	IZQ	13 : 00	13.00	2.3	451.4	449.1	09 : 45	9.75	2.3	190.4	188.1	20.75	6.08	261.0	58.1%	13 : 40	13.67	2.4	116.9	114.5	24.67	10.00	334.6	74.5%
1	3	DER	13 : 00	13.00	2.2	461.9	459.7	09 : 45	9.75	2.2	207.6	205.4	20.75	6.08	254.3	55.3%	13 : 40	13.67	2.3	125.8	123.5	24.67	10.00	336.2	73.1%
1	2	IZQ	14 : 30	14.50	2.2	465.9	463.7	10 : 18	10.30	2.1	230.7	228.6	19.80	5.47	235.1	50.7%	14 : 20	14.33	2.1	123.7	121.8	23.83	9.50	342.1	73.8%
1	2	DER	14 : 30	14.50	2.1	470.3	468.2	10 : 18	10.30	2.2	239.0	236.8	19.80	5.47	231.4	49.4%	14 : 20	14.33	2.3	117.5	115.2	23.83	9.50	353.0	75.4%
1	1	IZQ	15 : 30	15.50	2.2	472.4	470.2	10 : 37	10.62	2.2	205.3	204.1	19.12	5.08	256.1	56.6%	15 : 02	15.03	2.4	123.1	120.7	23.53	9.50	349.5	74.3%
1	1	DER	15 : 30	15.50	2.4	456.0	453.6	10 : 37	10.62	2.2	216.8	214.6	19.12	5.08	239.0	52.7%	15 : 02	15.03	2.5	114.4	111.9	23.53	9.50	341.7	75.3%
2	6	IZQ	09 : 02	9.03	2.2	470.5	468.3	10 : 30	10.50	2.3	123.0	120.7	25.47	9.97	341.6	72.9%	11 : 12	11.20	2.3	115.6	113.3	26.17	10.67	355.0	75.6%
2	6	DER	09 : 02	9.03	2.2	430.0	427.8	10 : 30	10.50	2.2	128.6	126.4	25.47	9.97	301.4	70.5%	11 : 12	11.20	2.2	107.3	105.1	26.17	10.67	322.7	75.4%
2	5	IZQ	10 : 54	10.90	2.0	478.9	476.9	12 : 20	12.33	2.0	136.2	134.2	25.43	10.10	342.7	71.9%	13 : 35	13.58	2.0	113.2	111.2	26.66	11.35	365.7	76.7%
2	5	DER	10 : 54	10.90	2.2	468.9	466.7	12 : 20	12.33	2.4	149.5	147.1	25.43	10.10	319.6	68.5%	13 : 35	13.58	2.4	122.4	120.0	26.66	11.35	346.7	74.9%
2	4	IZQ	12 : 15	12.25	2.1	477.7	475.6	12 : 46	12.77	2.2	161.6	159.4	24.52	9.67	316.2	66.5%	14 : 11	14.18	2.2	122.9	120.7	25.93	11.08	354.9	74.6%
2	4	DER	12 : 15	12.25	2.2	435.1	432.9	12 : 46	12.77	2.4	140.6	138.2	24.52	9.67	294.7	68.1%	14 : 11	14.18	2.4	107.7	105.3	25.93	11.08	327.6	75.7%
2	3	IZQ	13 : 00	13.00	2.3	470.9	468.6	11 : 15	11.25	2.3	174.7	172.4	22.25	7.58	295.2	63.2%	13 : 40	13.67	2.3	125.8	123.5	24.67	10.00	346.1	73.6%
2	3	DER	13 : 00	13.00	2.1	444.4	442.3	11 : 15	11.25	2.2	175.1	172.9	22.25	7.58	269.4	60.9%	13 : 40	13.67	2.2	117.6	115.4	24.67	10.00	326.9	73.9%
2	2	IZQ	14 : 30	14.50	2.0	463.6	461.6	11 : 20	11.33	2.3	192.4	190.1	20.83	6.50	288.7	59.8%	14 : 20	14.33	2.6	140.5	138.2	23.83	9.50	323.4	70.1%
2	2	DER	14 : 30	14.50	2.1	470.0	467.9	11 : 20	11.33	2.1	181.3	179.2	20.83	6.50	268.7	61.7%	14 : 20	14.33	2.3	130.3	127.7	23.83	9.50	340.2	72.7%
2	1	IZQ	15 : 30	15.50	2.4	470.2	467.6	11 : 17	11.28	2.2	209.8	207.6	19.78	5.75	260.2	55.6%	15 : 02	15.03	2.2	139.9	137.7	23.53	9.50	330.1	70.6%
2	1	DER	15 : 30	15.50	2.2	457.7	455.5	11 : 17	11.28	2.3	188.2	185.9	19.78	5.75	269.6	59.2%	15 : 02	15.03	2.3	145.4	143.1	23.53	9.50	312.4	68.6%

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 19, 1999
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIIDA 1
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

UBICACIÓN		DATOS INICIALES				CONTROL 7				% HUM PERCIDA						
SECA-DOR	BANDEJA	LADO	HORA	HORA, decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA, decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	TOTAL	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERCIDA
1	6	IZQ	09 : 02	9.03	2.2	472.7	470.5	11 : 32	11.53	2.2	112.9	110.7	26.50	11.00	359.8	76.5%
1	6	DER	09 : 02	9.03	2.2	445.5	443.3	11 : 32	11.53	2.3	102.6	100.5	26.50	11.00	342.8	77.3%
1	5	IZQ	10 : 54	10.90	2.0	476.2	474.2	13 : 35	13.58	2.3	114.1	111.8	26.68	11.35	362.4	76.4%
1	5	DER	10 : 54	10.90	2.0	471.5	469.5	13 : 35	13.58	2.1	118.6	116.5	26.68	11.35	353.0	75.2%
1	4	IZQ	12 : 15	12.25	2.1	465.6	463.5	14 : 11	14.18	2.1	117.5	115.4	25.93	11.08	348.1	75.1%
1	4	DER	12 : 15	12.25	2.2	471.2	469.0	14 : 11	14.18	2.3	120.7	118.4	25.93	11.08	350.6	74.8%
1	3	IZQ	13 : 00	13.00	2.3	451.4	449.1									
1	3	DER	13 : 00	13.00	2.2	461.9	459.7									
1	2	IZQ	14 : 30	14.50	2.2	465.9	463.7	15 : 30	15.50	2.1	112.8	110.7	25.00	10.67	353.0	76.1%
1	2	DER	14 : 30	14.50	2.1	470.3	468.2	15 : 30	15.50	2.3	108.2	105.9	25.00	10.67	362.3	77.4%
1	1	IZQ	15 : 30	15.50	2.2	472.4	470.2	15 : 52	15.87	2.4	116.9	114.5	24.37	10.33	365.7	75.6%
1	1	DER	15 : 30	15.50	2.4	456.0	453.6	15 : 52	15.87	2.5	106.3	103.9	24.37	10.33	349.8	77.1%
2	6	DER	09 : 02	9.03	2.2	430.0	427.8									
2	5	IZQ	10 : 54	10.90	2.0	478.9	476.9									
2	5	DER	10 : 54	10.90	2.2	468.9	466.7									
2	4	IZQ	12 : 15	12.25	2.1	477.7	475.6									
2	4	DER	12 : 15	12.25	2.2	435.1	432.9									
2	3	IZQ	13 : 00	13.00	2.3	470.9	468.6									
2	3	DER	13 : 00	13.00	2.1	444.4	442.3									
2	2	IZQ	14 : 30	14.50	2.0	463.6	461.6	15 : 05	15.08	2.2	116.1	113.9	24.58	10.25	347.7	75.3%
2	2	DER	14 : 30	14.50	2.1	470.0	467.9	15 : 05	15.08	2.1	110.8	108.7	24.58	10.25	359.2	76.8%
2	1	IZQ	15 : 30	15.50	2.4	470.2	467.8	16 : 02	16.03	2.2	120.6	118.4	24.53	10.50	349.4	74.7%
2	1	DER	15 : 30	15.50	2.2	457.7	455.5	16 : 02	16.03	2.2	124.7	122.5	24.53	10.50	333.0	73.1%

Tabla III. Datos Originales: Contracorriente, corrida 2.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 21, 1999
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 2
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA- DOR	UBICACIÓN	DATOS INICIALES						CONTROL 1						CONTROL 2												
		LADO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HRS SOL	HRS DIFER.	% HUM PERDIDA			
1	6	IZQ	08 : 10	8.17	5.1	480.0	474.9	11 : 10	11.17	2.2	256.7	257.5	3.00	3.00	217.4	45.8%	13 : 30	13.50	2.2	178.5	176.3	5.33	5.33	288.6	62.9%	
1	6	DER	08 : 10	8.17	3.9	475.2	471.3	11 : 10	11.17	2.2	266.8	267.6	3.00	3.00	203.7	43.2%	13 : 30	13.50	2.2	189.9	187.7	5.33	5.33	283.8	60.2%	
1	5	IZQ	09 : 25	9.42	3.1	472.3	469.2	12 : 25	12.42	2.3	263.9	261.6	3.00	3.00	207.6	44.2%	14 : 20	14.33	2.3	205.3	203.0	4.92	4.92	266.2	56.7%	
1	5	DER	09 : 25	9.42	2.9	474.4	471.5	12 : 25	12.42	2.0	275.1	273.1	3.00	3.00	198.4	42.1%	14 : 20	14.33	2.0	198.7	196.7	4.92	4.92	274.8	58.3%	
1	4	IZQ	10 : 40	10.67	4.7	474.6	469.9										15 : 30	15.50	2.1	221.4	219.3	4.83	4.83	250.6	53.3%	
1	4	DER	10 : 40	10.67	4.7	474.4	469.7										15 : 30	15.50	2.2	236.2	234.0	4.83	4.83	235.7	50.2%	
1	3	IZQ	12 : 30	12.50	2.5	473.5	471.1																			
1	3	DER	12 : 30	12.50	2.5	473.3	470.8																			
1	2	IZQ	14 : 42	14.70	2.6	476.1	473.5																			
1	2	DER	14 : 42	14.70	2.4	470.4	468.0																			
1	1	IZQ	15 : 45	15.75	2.7	475.8	473.1																			
1	1	DER	15 : 45	15.75	2.8	475.0	472.2																			
2	6	IZQ	08 : 10	8.17	3.3	470.3	467.0	10 : 20	10.33	3.3	257.9	254.6	2.17	2.17	212.4	45.5%	11 : 50	11.84	3.3	216.5	216.2	3.67	3.67	250.8	53.7%	
2	6	DER	08 : 10	8.17	2.6	477.2	474.6	10 : 20	10.33	2.5	265.4	262.8	2.17	2.17	211.9	44.6%	11 : 50	11.84	2.6	229.8	227.2	3.67	3.67	247.4	52.1%	
2	5	IZQ	09 : 25	9.42	2.5	476.0	473.5																			
2	5	DER	09 : 25	9.42	3.5	475.5	472.0																			
2	4	IZQ	10 : 40	10.67	3.8	474.3	470.5																			
2	4	DER	10 : 40	10.67	3.0	473.9	470.9																			
2	3	IZQ	12 : 30	12.50	2.5	471.9	469.4																			
2	3	DER	12 : 30	12.50	2.5	475.3	472.8																			
2	2	IZQ	13 : 42	13.70	2.6	472.9	470.3																			
2	2	DER	13 : 42	13.70	2.9	475.5	472.6																			
2	1	IZQ	14 : 45	14.75	2.7	475.5	472.8																			
2	1	DER	14 : 45	14.75	2.4	475.4	473.0																			

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 21, 1999
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 2
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA-DOR	UBICACIÓN	DATOS INICIALES										CONTROL 3										CONTROL 4									
		LADO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	I. HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	I. HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA						
1	6	IZQ	08 : 10	8.17	5.1	480.0	474.9	07 : 43	7.72	2.2	116.1	113.9	23.55	8.33	361.0	76.0%															
1	6	DER	08 : 10	8.17	3.9	475.2	471.3	07 : 43	7.72	2.2	137.0	134.8	23.55	8.33	336.5	71.4%															
1	5	IZQ	09 : 25	9.42	3.1	472.3	469.2	07 : 54	7.90	2.3	141.3	139.0	22.48	7.08	330.2	70.4%															
1	5	DER	09 : 25	9.42	2.9	474.4	471.5	07 : 54	7.90	2.0	161.0	159.0	22.48	7.08	312.5	66.3%															
1	4	IZQ	10 : 40	10.67	4.7	474.6	469.9	08 : 15	8.25	2.1	168.0	165.9	21.58	6.08	304.0	64.7%	10 : 30	10.50	2.1	134.5	132.4	23.03	8.33	337.5	71.9%						
1	4	DER	10 : 40	10.67	4.7	474.4	469.7	08 : 15	8.25	2.2	187.4	185.2	21.58	6.08	284.5	60.6%	10 : 30	10.50	2.2	146.3	144.1	23.03	8.33	325.6	69.3%						
1	3	IZQ	12 : 30	12.50	2.5	473.6	471.1	08 : 40	8.67	2.2	203.5	201.3	20.17	4.67	268.8	57.3%	11 : 10	11.17	2.2	170.9	168.7	22.67	7.17	302.4	64.2%						
1	3	DER	12 : 30	12.50	2.5	473.3	470.8	08 : 40	8.67	2.4	227.2	224.8	20.17	4.67	246.0	52.3%	11 : 10	11.17	2.4	189.0	186.6	22.67	7.17	284.2	60.4%						
1	2	IZQ	14 : 42	14.70	2.6	476.1	473.5	08 : 54	8.90	2.2	260.9	258.7	18.20	2.70	194.8	41.1%															
1	2	DER	14 : 42	14.70	2.4	470.4	468.0	08 : 54	8.90	2.1	292.4	290.3	18.20	2.70	177.7	38.0%															
1	1	IZQ	15 : 45	15.75	2.7	475.8	473.1	08 : 39	8.65	2.3	288.5	286.2	16.90	1.40	186.9	39.5%															
1	1	DER	15 : 45	15.75	2.8	475.0	472.2	08 : 39	8.65	2.5	300.1	297.6	16.90	1.40	174.6	37.0%															
2	6	IZQ	08 : 10	8.17	3.3	470.3	467.0	07 : 43	7.72	2.2	121.2	119.0	23.55	8.33	348.0	74.5%															
2	6	DER	08 : 10	8.17	2.6	477.2	474.6	07 : 43	7.72	2.1	138.6	136.7	23.55	8.33	337.9	71.2%															
2	5	IZQ	08 : 25	9.42	2.5	476.0	473.5	07 : 54	7.90	2.1	160.3	158.2	22.48	7.08	315.3	66.6%															
2	5	DER	08 : 25	9.42	3.5	475.5	472.0	07 : 54	7.90	2.3	175.0	172.7	22.48	7.08	299.3	63.4%															
2	4	IZQ	10 : 40	10.67	3.6	474.3	470.5	08 : 15	8.25	2.0	158.0	156.6	21.58	6.08	313.9	66.7%	09 : 40	9.67	2.0	144.5	142.5	23.00	7.50	328.0	69.7%						
2	4	DER	10 : 40	10.67	3.0	473.9	470.9	08 : 15	8.25	2.4	192.1	189.7	21.58	6.08	281.2	59.7%	09 : 40	9.67	2.4	156.1	153.7	23.00	7.50	317.2	67.4%						
2	3	IZQ	12 : 30	12.50	2.5	471.9	469.4	08 : 40	8.67	2.2	254.4	252.2	20.17	4.67	217.2	46.3%															
2	3	DER	12 : 30	12.50	2.5	475.3	472.8	08 : 40	8.67	2.1	270.9	268.8	20.17	4.67	204.0	43.1%															
2	2	IZQ	13 : 42	13.70	2.6	472.9	470.3																								
2	2	DER	13 : 42	13.70	2.9	475.5	472.6																								
2	1	IZQ	14 : 45	14.75	2.7	475.5	472.8	08 : 45	9.75	2.5	235.4	232.9	19.00	3.50	239.9	50.7%															
2	1	DER	14 : 45	14.75	2.4	475.4	473.0	09 : 45	9.75	2.2	228.7	226.5	19.00	3.50	246.5	52.1%															

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 21, 1999
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 2
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

UBICACIÓN		DATOS INICIALES						CONTROL 7								
SECA- DOR	BANDEJA LADO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	L. HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM. PERDIDA	
1	6	IZQ	08 : 10	8.17	5.1	480.0	474.9	:	:	:	:	:	:	:	:	
1	6	DER	08 : 10	8.17	3.9	475.2	471.3	:	:	:	:	:	:	:	:	
1	5	IZQ	09 : 25	9.42	3.1	472.3	469.2	12 : 45	2.0	109.1	107.1	27.33	11.83	362.1	77.2%	
1	5	DER	09 : 25	9.42	2.9	474.4	471.5	12 : 45	2.0	117.2	115.2	27.33	11.83	356.3	75.6%	
1	4	IZQ	10 : 40	10.67	4.7	474.6	469.9	:	:	:	:	:	:	:	:	
1	4	DER	10 : 40	10.67	4.7	474.4	469.7	:	:	:	:	:	:	:	:	
1	3	IZQ	12 : 30	12.50	2.5	473.8	471.1	15 : 30	15.50	2.1	109.9	107.8	27.00	11.50	303.3	77.1%
1	3	DER	12 : 30	12.50	2.5	473.3	470.8	15 : 30	15.50	2.1	121.3	119.2	27.00	11.50	351.6	74.7%
1	2	IZQ	14 : 42	14.70	2.6	476.1	473.5	16 : 27	16.45	2.2	118.3	114.1	25.75	10.25	359.4	75.9%
1	2	DER	14 : 42	14.70	2.4	470.4	468.0	16 : 27	16.45	1.9	124.5	122.6	25.75	10.25	345.4	73.8%
1	1	IZQ	15 : 45	15.75	2.7	475.8	473.1	16 : 48	16.82	2.2	110.8	108.6	25.07	9.35	364.5	77.0%
1	1	DER	15 : 45	15.75	2.8	475.0	472.2	16 : 49	16.82	2.4	116.7	114.3	25.07	9.35	357.9	75.8%
2	6	IZQ	08 : 10	8.17	3.3	470.3	467.0	:	:	:	:	:	:	:	:	
2	6	DER	08 : 10	8.17	2.6	477.2	474.8	:	:	:	:	:	:	:	:	
2	5	IZQ	09 : 25	9.42	2.5	476.0	473.5	12 : 45	12.75	2.0	115.7	113.7	27.33	11.83	359.8	76.0%
2	5	DER	09 : 25	9.42	3.5	475.5	472.0	12 : 45	12.75	2.1	123.8	121.7	27.33	11.83	350.3	74.2%
2	4	IZQ	10 : 40	10.67	3.8	474.3	470.5	:	:	:	:	:	:	:	:	
2	4	DER	10 : 40	10.67	3.0	473.9	470.9	:	:	:	:	:	:	:	:	
2	3	IZQ	12 : 30	12.50	2.5	471.9	469.4	16 : 30	16.50	2.2	113.0	110.8	27.00	11.50	358.6	76.4%
2	3	DER	12 : 30	12.50	2.5	475.3	472.8	16 : 30	16.50	2.2	119.4	117.2	27.00	11.50	356.6	75.2%
2	2	IZQ	13 : 42	13.70	2.6	472.9	470.3	16 : 30	16.50	2.1	116.5	114.4	26.80	11.30	355.9	75.7%
2	2	DER	13 : 42	13.70	2.9	475.5	472.9	16 : 30	16.50	2.1	119.4	117.3	26.80	11.30	355.3	75.2%
2	1	IZQ	14 : 45	14.75	2.7	475.5	472.8	16 : 35	16.58	2.4	117.8	115.4	25.83	10.25	357.4	75.6%
2	1	DER	14 : 45	14.75	2.4	475.4	473.0	16 : 35	16.58	2.2	115.3	113.1	25.83	10.25	359.9	76.1%

Tabla IV. Datos Originales: Paralelo, corrida 1.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 23, 1999
 ALIMENTACIÓN: PARALELO - CORRIDA 1
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA- DOR	UBICACIÓN BANDEJA	LADO	DATOS INICIALES			CONTROL 1						CONTROL 2													
			HORA	HORA, decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA, decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	l, HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	HORA	HORA, decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	l, HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA
1	1	IZQ	08 : 25	8.42	3.9	476.5	472.6	10 : 45	10.75	2.6	321.9	319.3	2.33	2.33	153.3	32.4%	14 : 30	14.50	2.6	216.8	214.2	6.08	6.08	258.4	54.7%
1	1	DER	08 : 25	8.42	3.7	472.8	469.1	10 : 45	10.75	2.6	317.4	314.8	2.33	2.33	154.3	32.5%	14 : 30	14.50	2.6	213.1	210.5	6.08	6.08	258.6	55.1%
1	2	IZQ	09 : 50	9.83	3.4	474.1	470.3										14 : 10	14.17	2.6	274.2	271.6	4.33	4.33	190.1	42.3%
1	1	DER	09 : 50	9.83	3.8	474.1	470.3										14 : 10	14.17	2.6	262.3	259.7	4.33	4.33	210.6	44.8%
1	3	IZQ	11 : 02	11.03	2.8	475.6	473.0										13 : 57	13.95	2.7	352.4	349.7	2.92	2.92	123.3	26.1%
1	3	DER	11 : 02	11.03	3.3	473.5	470.2										13 : 57	13.95	2.7	344.9	342.2	2.92	2.92	128.0	27.2%
1	4	IZQ	11 : 55	11.92	2.8	478.0	475.2																		
1	4	DER	11 : 55	11.92	3.6	476.2	472.6																		
1	5	IZQ	13 : 05	13.08	2.9	464.9	462.0																		
1	5	DER	13 : 05	13.08	3.4	477.9	474.5																		
1	6	IZQ	14 : 17	14.28	3.5	474.9	471.4																		
1	6	DER	14 : 17	14.28	3.4	471.5	468.1																		
2	1	IZQ	08 : 25	8.42	3.3	472.9	469.6	11 : 53	11.88	2.6	301.8	299.2	3.47	3.47	170.4	36.3%	15 : 25	15.42	2.6	224.8	222.2	7.00	7.00	247.4	52.7%
2	1	DER	08 : 25	8.42	3.3	472.7	469.4	11 : 53	11.88	2.7	304.1	301.4	3.47	3.47	168.0	35.9%	15 : 25	15.42	2.7	228.4	225.7	7.00	7.00	243.7	51.9%
2	2	IZQ	09 : 50	9.83	3.0	477.5	474.5										14 : 00	14.00	2.7	288.9	286.2	4.17	4.17	178.3	37.6%
2	2	DER	09 : 50	9.83	3.4	476.3	472.9										14 : 00	14.00	2.6	285.7	283.1	4.17	4.17	189.8	40.1%
2	3	IZQ	11 : 02	11.03	2.9	475.9	472.9										14 : 07	14.12	2.7	349.5	346.8	3.08	3.08	126.1	26.7%
2	3	DER	11 : 02	11.03	3.7	474.8	471.1										14 : 07	14.12	2.7	354.1	351.4	3.08	3.08	119.7	25.4%
2	4	IZQ	11 : 55	11.92	3.0	474.7	471.7																		
2	4	DER	11 : 55	11.92	3.1	474.4	471.3																		
2	5	IZQ	13 : 05	13.08	3.3	474.0	470.7																		
2	5	DER	13 : 05	13.08	3.5	473.3	469.8																		
2	6	IZQ	14 : 17	14.28	3.2	474.1	470.8																		
2	6	DER	14 : 17	14.28	3.3	474.0	470.7																		

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 23, 1989
 ALIMENTACIÓN: PARALELO - CORRIDA 1
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA- DOR	UBICACIÓN	DATOS INICIALES						CONTROL 3						CONTROL 4																						
		HORA	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA								
1	1	IZO	08 : 25	8.42	3.9	476.5	472.6	16 : 38	16.63	2.7	132.2	129.5	8.22	8.08	343.1	343.1	72.6%	08 : 08	8.13	2.6	120.0	117.4	23.72	8.22	355.2	355.2	8.22	8.13	2.6	120.0	117.4	23.72	8.22	355.2	355.2	75.2%
1	1	DER	08 : 25	8.42	3.7	472.8	469.1	16 : 38	16.63	2.7	144.2	141.5	6.22	8.08	327.6	327.6	69.8%	08 : 08	8.13	2.6	127.4	124.8	23.72	8.22	344.3	344.3	8.22	8.13	2.6	127.4	124.8	23.72	8.22	344.3	344.3	73.4%
1	2	IZO	09 : 50	9.83	3.4	474.1	470.7	16 : 22	16.37	2.7	211.3	208.6	6.53	6.53	262.1	262.1	55.7%	08 : 16	8.27	2.6	174.0	171.4	22.43	8.22	296.3	296.3	8.22	8.27	2.6	174.0	171.4	22.43	8.22	296.3	296.3	63.6%
1	2	DER	09 : 50	9.83	3.8	474.1	470.3	16 : 22	16.37	2.7	198.4	195.7	6.53	6.53	274.6	274.6	58.4%	08 : 16	8.27	2.6	165.6	164.0	22.43	8.22	306.3	306.3	8.22	8.27	2.6	165.6	164.0	22.43	8.22	306.3	306.3	65.1%
1	3	IZO	11 : 02	11.03	2.8	475.8	473.0	16 : 40	16.67	2.7	267.7	265.0	5.63	5.47	208.0	208.0	44.0%	08 : 19	8.32	2.7	233.0	230.3	21.26	5.78	242.7	242.7	5.78	8.32	2.7	233.0	230.3	21.26	5.78	242.7	242.7	51.3%
1	3	DER	11 : 02	11.03	3.3	475.5	470.2	16 : 40	16.67	2.7	264.1	261.4	5.63	5.47	208.8	208.8	44.4%	08 : 19	8.32	2.7	228.1	225.4	21.26	5.78	244.8	244.8	5.78	8.32	2.7	228.1	225.4	21.26	5.78	244.8	244.8	52.1%
1	4	IZO	11 : 55	11.92	2.8	476.0	475.2	16 : 30	16.50	2.7	331.0	328.3	4.58	4.58	146.9	146.9	30.9%	08 : 25	8.42	2.7	290.2	287.5	20.50	5.00	187.7	187.7	5.00	8.42	2.7	290.2	287.5	20.50	5.00	187.7	187.7	39.6%
1	4	DER	11 : 55	11.92	3.6	476.2	472.6	16 : 30	16.50	2.7	325.7	323.0	4.58	4.58	149.6	149.6	31.7%	08 : 25	8.42	2.7	286.1	285.4	20.50	5.00	187.2	187.2	5.00	8.42	2.7	286.1	285.4	20.50	5.00	187.2	187.2	39.6%
1	5	IZO	13 : 05	13.08	2.9	464.9	462.0	16 : 45	16.75	2.6	365.7	364.1	3.67	3.42	107.9	107.9	23.4%	08 : 57	8.95	2.7	315.1	312.4	19.87	4.37	149.6	149.6	4.37	8.95	2.7	315.1	312.4	19.87	4.37	149.6	149.6	32.4%
1	5	DER	13 : 05	13.08	3.4	477.9	474.5	16 : 45	16.75	2.6	371.9	369.3	3.67	3.42	105.2	105.2	22.2%	08 : 57	8.95	2.7	330.7	328.0	19.87	4.37	146.5	146.5	4.37	8.95	2.7	330.7	328.0	19.87	4.37	146.5	146.5	30.9%
1	6	IZO	14 : 17	14.28	3.5	474.9	471.4	16 : 30	16.50	2.6	367.2	364.6	2.22	2.22	106.8	106.8	22.7%	09 : 00	9.00	2.7	307.5	304.8	18.72	3.22	166.6	166.6	3.22	9.00	2.7	307.5	304.8	18.72	3.22	166.6	166.6	35.3%
1	6	DER	14 : 17	14.28	3.4	471.5	468.1	16 : 30	16.50	2.6	376.1	375.5	2.22	2.22	92.6	92.6	19.8%	09 : 00	9.00	2.7	317.4	314.7	18.72	3.22	153.4	153.4	3.22	9.00	2.7	317.4	314.7	18.72	3.22	153.4	153.4	32.8%
2	1	IZO	08 : 25	8.42	3.3	472.9	469.6	16 : 38	16.63	2.7	142.0	139.3	8.22	8.08	330.3	330.3	70.3%	08 : 08	8.13	2.6	123.9	121.3	23.72	8.22	348.3	348.3	8.22	8.13	2.6	123.9	121.3	23.72	8.22	348.3	348.3	74.2%
2	1	DER	08 : 25	8.42	3.3	472.7	469.4	16 : 38	16.63	2.7	144.2	141.5	8.22	8.08	327.9	327.9	69.9%	08 : 08	8.13	2.7	120.6	117.9	23.72	8.22	351.5	351.5	8.22	8.13	2.7	120.6	117.9	23.72	8.22	351.5	351.5	74.9%
2	2	IZO	09 : 50	9.83	3.0	477.5	474.5	16 : 22	16.37	2.7	224.5	218.6	6.53	6.53	265.7	265.7	53.9%	08 : 16	8.27	2.7	188.6	185.9	22.43	6.80	288.6	288.6	6.80	8.27	2.7	188.6	185.9	22.43	6.80	288.6	288.6	60.8%
2	2	DER	09 : 50	9.83	3.4	476.3	472.9	16 : 22	16.37	2.7	193.3	190.6	6.53	6.53	292.3	292.3	61.8%	08 : 16	8.27	2.6	198.1	195.5	22.43	6.80	317.4	317.4	6.80	8.27	2.6	198.1	195.5	22.43	6.80	317.4	317.4	67.1%
2	3	IZO	11 : 02	11.03	2.9	475.8	472.9	16 : 40	16.67	2.7	272.9	270.2	5.63	5.47	202.7	202.7	42.9%	08 : 19	8.32	2.7	234.0	231.3	21.28	5.78	241.6	241.6	5.78	8.32	2.7	234.0	231.3	21.28	5.78	241.6	241.6	51.1%
2	3	DER	11 : 02	11.03	3.7	474.8	471.1	16 : 40	16.67	2.7	284.7	282.0	5.63	5.47	189.1	189.1	40.1%	08 : 19	8.32	2.7	240.1	237.4	21.28	5.78	233.7	233.7	5.78	8.32	2.7	240.1	237.4	21.28	5.78	233.7	233.7	49.6%
2	4	IZO	11 : 55	11.92	3.0	474.7	471.7	16 : 30	16.50	2.7	331.8	329.1	4.58	4.58	142.6	142.6	30.2%	08 : 25	8.42	2.7	290.5	287.8	20.50	5.00	183.9	183.9	5.00	8.42	2.7	290.5	287.8	20.50	5.00	183.9	183.9	39.0%
2	4	DER	11 : 55	11.92	3.1	474.4	471.3	16 : 30	16.50	2.7	331.2	328.5	4.58	4.58	142.8	142.8	30.3%	08 : 25	8.42	2.7	287.8	285.1	20.50	5.00	186.2	186.2	5.00	8.42	2.7	287.8	285.1	20.50	5.00	186.2	186.2	39.5%
2	5	IZO	13 : 05	13.08	3.3	474.0	470.7	16 : 45	16.75	2.6	374.6	372.0	3.67	3.42	99.7	99.7	21.0%	08 : 57	8.95	2.7	327.9	325.2	19.87	4.37	145.5	145.5	4.37	8.95	2.7	327.9	325.2	19.87	4.37	145.5	145.5	30.8%
2	5	DER	13 : 05	13.08	3.5	473.3	469.8	16 : 45	16.75	2.6	366.1	365.5	3.67	3.42	104.3	104.3	22.2%	08 : 57	8.95	2.7	330.6	327.9	19.87	4.37	141.9	141.9	4.37	8.95	2.7	330.6	327.9	19.87	4.37	141.9	141.9	30.5%
2	6	IZO	14 : 17	14.28	3.2	474.1	470.9	16 : 30	16.50	2.6	376.5	375.9	2.22	2.22	95.0	95.0	20.2%	09 : 00	9.00	2.7	313.4	310.7	18.72	3.22	160.2	160.2	3.22	9.00	2.7	313.4	310.7	18.72	3.22	160.2	160.2	34.0%
2	6	DER	14 : 17	14.28	3.3	474.0	470.7	16 : 30	16.50	2.6	366.7	366.1	2.22	2.22	104.6	104.6	22.2%	09 : 00	9.00	2.7	303.9	301.2	18.72	3.22	169.5	169.5	3.22	9.00	2.7	303.9	301.2	18.72	3.22	169.5	169.5	36.0%

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 23, 1999
 ALIMENTACIÓN: PARALELO - CORRIDA 1
 TRATAMIENTO: INMERSION EN JUGO DE LIMÓN

SECA- DOR	UBICACIÓN	DATOS INICIALES						CONTROL 5						CONTROL 6													
		HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HRS SOL	PESO L. HRS	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA						
1	1	IZQ	08 : 25	8.42	3.9	476.5	472.6	11 : 35	11.58	2.6	103.1	100.5	27.17	11.67	372.1	78.7%											
1	1	DER	08 : 25	8.42	3.7	472.8	469.1	11 : 35	11.58	2.6	108.4	103.8	27.17	11.67	365.3	77.9%											
1	2	IZQ	09 : 50	9.83	3.4	474.1	470.7	11 : 36	11.60	2.6	124.9	122.3	25.77	10.13	348.4	74.0%	14 : 33	14.55	2.6	105.1	102.5	28.72	13.08	368.2	78.2%		
1	2	DER	09 : 50	9.83	3.8	474.1	470.3	11 : 36	11.60	2.6	121.6	119.0	25.77	10.13	351.3	74.7%	14 : 33	14.55	2.7	105.3	102.6	28.72	13.08	367.7	78.2%		
1	3	IZQ	11 : 02	11.03	2.8	475.8	473.0	11 : 58	11.97	2.6	161.3	158.7	24.93	9.43	314.3	66.4%	14 : 56	14.93	2.6	122.7	120.1	27.90	12.40	352.9	74.6%		
1	3	DER	11 : 02	11.03	3.3	473.5	470.2	11 : 58	11.97	2.6	157.6	155.0	24.93	9.43	315.2	67.0%	14 : 56	14.93	2.6	122.2	119.6	27.90	12.40	350.6	74.6%		
1	4	IZQ	11 : 55	11.92	2.8	479.0	475.2	12 : 00	12.00	2.6	199.4	196.8	24.08	8.58	278.4	58.6%	14 : 58	14.97	2.6	142.4	139.8	27.05	11.55	335.4	70.6%		
1	4	DER	11 : 55	11.92	3.6	476.2	472.9	12 : 00	12.00	2.6	199.1	196.5	24.08	8.58	276.1	58.4%	14 : 58	14.97	2.6	140.8	138.2	27.05	11.55	334.4	70.6%		
1	5	IZQ	13 : 05	13.08	2.9	484.9	482.0	12 : 45	12.75	2.6	224.6	222.2	23.67	8.17	239.8	51.9%	14 : 59	14.98	2.6	163.9	161.3	25.90	10.40	300.7	65.1%		
1	5	DER	13 : 05	13.08	3.4	477.9	474.5	12 : 45	12.75	2.6	236.5	233.9	23.67	8.17	240.6	50.7%	14 : 59	14.98	2.6	184.1	181.5	25.90	10.40	313.0	66.0%		
1	6	IZQ	14 : 17	14.28	3.5	474.9	471.4	12 : 25	12.42	2.7	205.1	202.4	22.13	6.63	289.0	57.1%	15 : 25	15.42	2.7	140.5	137.8	25.13	9.62	333.6	70.8%		
2	1	IZQ	08 : 25	8.42	3.3	472.9	469.6	11 : 35	11.56	2.6	106.2	103.6	27.17	11.67	366.0	77.9%											
2	1	DER	08 : 25	8.42	3.3	472.7	469.4	11 : 35	11.56	2.6	104.8	102.2	27.17	11.67	367.2	78.2%											
2	2	IZQ	09 : 50	9.83	3.0	477.5	474.5	11 : 38	11.60	2.6	136.4	133.8	25.77	10.13	340.7	71.8%	14 : 33	14.55	2.6	112.6	110.0	28.72	13.08	364.5	76.8%		
2	2	DER	09 : 50	9.83	3.4	476.3	472.9	11 : 38	11.60	2.6	118.5	115.9	25.77	10.13	357.0	75.5%	14 : 33	14.55	2.6	105.1	102.5	28.72	13.08	370.4	74.3%		
2	3	IZQ	11 : 02	11.03	2.9	475.8	472.9	11 : 58	11.97	2.6	157.6	155.0	24.93	9.43	317.9	67.2%	14 : 56	14.93	2.6	123.8	121.2	27.90	12.40	351.7	74.4%		
2	3	DER	11 : 02	11.03	3.7	474.8	471.1	11 : 58	11.97	2.6	163.8	161.2	24.93	9.43	309.9	65.8%	14 : 56	14.93	2.6	120.4	117.8	27.90	12.40	353.3	75.0%		
2	4	IZQ	11 : 55	11.92	3.0	474.7	471.7	12 : 00	12.00	2.6	202.1	199.5	24.08	8.58	272.2	57.7%	14 : 58	14.97	2.6	146.9	144.3	27.05	11.55	327.4	69.4%		
2	4	DER	11 : 55	11.92	3.1	474.4	471.3	12 : 00	12.00	2.6	207.9	205.3	24.08	8.58	286.0	58.4%	14 : 58	14.97	2.6	141.2	138.6	27.05	11.55	332.7	70.8%		
2	5	IZQ	13 : 05	13.08	3.3	474.0	470.7	12 : 45	12.75	2.6	229.4	226.8	23.67	8.17	243.9	51.8%	14 : 59	14.98	2.6	168.3	165.7	25.90	10.40	305.0	64.8%		
2	5	DER	13 : 05	13.08	3.5	473.3	469.8	12 : 45	12.75	2.6	232.4	228.8	23.67	8.17	240.0	51.1%	14 : 59	14.98	2.6	160.6	158.0	25.90	10.40	311.6	66.4%		
2	6	IZQ	14 : 17	14.28	3.2	474.1	470.9	12 : 25	12.42	2.7	203.4	200.7	22.13	6.63	270.2	57.4%	15 : 25	15.42	2.7	141.0	138.3	25.13	9.62	332.6	70.6%		
2	6	DER	14 : 17	14.28	3.3	474.0	470.7	12 : 25	12.42	2.7	205.1	202.4	22.13	6.63	269.3	57.0%	15 : 25	15.42	2.7	145.4	142.7	25.13	9.62	328.0	69.7%		

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 23, 1999
 ALIMENTACIÓN: PAPAIELO - CORRIDA 1
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA- DOR	UBICACIÓN BANDEJA	LADO	DATOS INICIALES			CONTROL 7											
			HORA	HORA, decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA, decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	l. HRS SOL	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	
1	1	IZQ	08 : 25	8.42	3.9	476.5	472.6										
1	1	DER	08 : 25	8.42	3.7	472.8	469.1										
1	2	IZQ	09 : 50	9.53	3.4	474.1	470.7										
1	2	DER	09 : 50	9.53	3.8	474.1	470.3										
1	3	IZQ	11 : 02	11.03	2.8	475.8	473.0	16 : 20	16.33	2.6	110.9	108.3	29.30	13.80	364.7	77.1%	
1	3	DER	11 : 02	11.03	3.5	473.5	470.2	16 : 20	16.33	2.6	109.3	106.7	29.30	13.80	363.5	77.3%	
1	4	IZQ	11 : 55	11.92	2.8	475.0	475.2	16 : 30	16.50	2.6	126.5	123.9	28.58	13.08	351.3	73.8%	
1	4	DER	11 : 55	11.92	3.0	476.2	472.6	16 : 30	16.50	2.6	116.4	113.8	28.58	13.08	356.8	75.8%	
1	5	IZQ	13 : 05	13.08	2.9	464.9	462.0	16 : 16	16.27	2.6	135.2	132.6	27.18	11.68	329.4	71.3%	
1	5	DER	13 : 05	13.08	3.4	477.9	474.5	16 : 16	16.27	2.6	136.8	134.2	27.18	11.68	340.3	71.7%	
1	6	IZQ	14 : 17	14.28	3.5	474.9	471.4	16 : 35	16.58	2.7	116.7	116.0	26.30	10.72	355.4	75.4%	
1	6	DER	14 : 17	14.28	3.4	471.5	468.1	16 : 35	16.58	2.7	124.1	121.4	26.30	10.72	346.7	74.1%	
2	1	IZQ	08 : 25	8.42	3.3	472.9	469.6										
2	1	DER	08 : 25	8.42	3.3	472.7	469.4										
2	2	IZQ	09 : 50	9.53	3.0	477.5	474.5										
2	2	DER	09 : 50	9.53	3.4	476.3	472.9										
2	3	IZQ	11 : 02	11.03	2.9	475.8	472.9	16 : 20	16.33	2.6	109.2	106.6	29.30	13.47	366.3	77.5%	
2	3	DER	11 : 02	11.03	3.7	474.8	471.1	16 : 20	16.33	2.6	106.9	106.3	29.30	13.47	364.8	77.4%	
2	4	IZQ	11 : 55	11.92	3.0	474.7	471.7	16 : 30	16.50	2.6	125.3	122.7	28.58	13.08	349.0	74.0%	
2	4	DER	11 : 55	11.92	3.1	474.4	471.3	16 : 30	16.50	2.6	120.1	117.5	28.58	13.08	353.8	75.1%	
2	5	IZQ	13 : 05	13.08	3.3	474.0	470.7	16 : 16	16.27	2.6	112.0	109.4	27.18	12.92	361.3	76.8%	
2	5	DER	13 : 05	13.08	3.5	473.3	469.8	16 : 16	16.27	2.6	104.7	102.1	27.18	12.92	367.7	78.3%	
2	6	IZQ	14 : 17	14.28	3.2	474.1	470.9	16 : 35	16.58	2.7	119.8	117.1	26.30	10.72	353.8	75.1%	
2	6	DER	14 : 17	14.28	3.3	474.0	470.7	16 : 35	16.58	2.7	122.8	120.2	26.30	10.72	350.5	74.5%	

Tabla V. Datos Originales: Paralelo, corrida 2.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 27, 1999
 ALIMENTACIÓN: PARALELO - CORRIDA 2
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA- DOR	UBICACIÓN	LADO	DATOS INICIALES						CONTROL 1						CONTROL 2										
			HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	L.HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	L.HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA
1	1	IZQ	09 : 09	9.15	3.1	472.6	469.5	12 : 49	12.82	2.8	285.3	282.5	3.67	3.67	187.0	39.8%	14 : 24	14.40	2.8	223.0	220.2	5.25	5.25	248.3	53.1%
1	1	DER	09 : 09	9.15	3.1	473.8	470.7	12 : 49	12.82	2.8	272.8	269.9	3.67	3.67	200.8	42.7%	14 : 24	14.40	2.9	218.3	213.4	5.25	5.25	257.3	54.7%
1	2	IZQ	10 : 36	10.60	2.9	477.1	474.2	13 : 21	13.35	2.8	347.9	345.1	2.75	2.75	129.1	27.2%	15 : 41	15.68	2.8	243.8	241.0	5.08	5.08	233.2	49.2%
1	2	DER	10 : 36	10.60	3.2	477.6	474.4	13 : 21	13.35	2.8	327.2	324.4	2.75	2.75	150.0	31.6%	15 : 41	15.68	2.8	232.1	228.3	5.08	5.08	245.1	51.7%
1	3	IZQ	11 : 24	11.40	3.0	476.1	473.1										14 : 22	14.37	2.8	355.9	353.1	2.97	2.97	120.0	25.4%
1	3	DER	11 : 24	11.40	3.5	474.0	470.5										14 : 22	14.37	2.8	327.7	324.9	2.97	2.97	145.6	30.9%
1	4	IZQ	11 : 45	11.75	3.0	473.4	470.4																		
1	4	DER	11 : 45	11.75	3.2	474.4	471.2																		
1	5	IZQ	12 : 20	12.33	3.3	474.7	471.4																		
1	5	DER	12 : 20	12.33	3.4	475.8	470.4																		
1	6	IZQ	12 : 55	12.92	3.1	472.4	469.3																		
1	6	DER	12 : 55	12.92	3.3	477.5	474.2																		
2	1	IZQ	09 : 09	9.15	3.2	475.1	471.9	12 : 14	12.23	2.8	278.7	275.9	3.08	3.08	196.0	41.5%	14 : 09	14.15	2.8	227.6	224.8	5.00	5.00	247.1	52.4%
2	1	DER	09 : 09	9.15	3.0	472.8	469.8	12 : 14	12.23	2.8	274.1	271.3	3.08	3.08	196.5	42.3%	14 : 09	14.15	2.8	236.8	234.0	5.00	5.00	235.8	50.2%
2	2	IZQ	10 : 36	10.60	3.2	473.1	469.9																		
2	2	DER	10 : 36	10.60	3.2	473.3	470.1																		
2	3	IZQ	11 : 24	11.40	3.2	476.4	473.2																		
2	3	DER	11 : 24	11.40	3.6	475.3	471.7																		
2	4	IZQ	11 : 45	11.75	3.0	474.8	471.8																		
2	4	DER	11 : 45	11.75	3.2	475.7	472.5																		
2	5	IZQ	12 : 20	12.33	3.4	477.3	473.9																		
2	5	DER	12 : 20	12.33	3.3	473.6	470.3																		
2	6	IZQ	12 : 55	12.92	2.9	477.8	474.9																		
2	6	DER	12 : 55	12.92	3.5	473.6	470.3																		

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 27, 1999
 ALIMENTACIÓN: PARELELO - CORRIDA 2
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA-DOR	UBICACIÓN	DATOS INICIALES						CONTROL 3						CONTROL 4											
		LADO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	t, HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	t, HRS	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA
1	1	IZQ	09 : 09	9.15	3.1	472.6	489.5	16 : 24	16.40	2.8	145.3	142.5	7.25	7.25	327.0	69.6%	08 : 11	8.18	3.1	131.3	128.2	23.03	7.53	341.3	72.7%
1	1	DER	09 : 09	9.15	3.1	473.8	470.7	16 : 24	16.40	2.9	137.2	134.3	7.25	7.25	336.4	71.5%	08 : 11	8.18	2.9	126.0	125.1	23.03	7.53	345.6	73.4%
1	2	IZQ	10 : 36	10.60	2.8	471.1	474.2	16 : 30	16.50	2.8	222.0	218.2	5.90	5.90	255.0	53.8%	09 : 13	8.22	2.9	188.7	185.8	21.02	6.12	286.4	60.8%
1	2	DER	10 : 36	10.60	3.2	477.6	474.4	16 : 30	16.50	2.8	210.8	208.0	5.90	5.90	266.4	56.2%	09 : 13	8.22	3.0	181.2	178.2	21.02	6.12	286.2	62.4%
1	3	IZQ	11 : 24	11.40	3.0	476.1	473.1	16 : 30	16.50	2.8	275.1	272.3	5.10	5.10	200.8	42.4%	08 : 27	8.45	3.0	238.4	235.4	21.05	5.55	237.7	50.2%
1	3	DER	11 : 24	11.40	3.5	474.0	470.5	16 : 30	16.50	2.8	249.4	246.6	5.10	5.10	223.9	47.6%	08 : 27	8.45	2.9	216.4	213.5	21.05	5.55	257.0	54.6%
1	4	IZQ	11 : 45	11.75	3.0	473.4	470.4	15 : 57	15.95	2.9	313.9	311.0	4.20	4.20	159.4	33.9%	09 : 23	8.38	2.9	277.3	274.4	20.63	5.13	186.0	41.7%
1	4	DER	11 : 45	11.75	3.2	474.4	471.2	15 : 57	15.95	3.0	302.2	299.2	4.20	4.20	172.0	36.5%	09 : 23	8.38	2.9	265.0	262.1	20.63	5.13	209.1	44.4%
1	5	IZQ	12 : 20	12.33	3.3	474.7	471.4	15 : 35	15.58	2.8	353.5	350.7	3.25	3.25	120.7	25.6%	07 : 55	7.92	2.9	317.0	314.1	19.56	4.17	157.3	33.4%
1	5	DER	12 : 20	12.33	3.4	473.8	470.4	15 : 35	15.58	2.9	351.5	348.6	3.25	3.25	121.8	25.9%	07 : 55	7.92	2.9	313.4	310.5	19.56	4.17	156.9	34.0%
1	6	IZQ	12 : 55	12.92	3.1	472.4	469.3	15 : 16	15.27	2.9	377.1	374.2	2.35	2.35	95.1	20.3%	08 : 04	8.07	3.0	326.4	323.4	19.15	3.65	145.9	31.1%
1	6	DER	12 : 55	12.92	3.3	477.5	474.2	15 : 16	15.27	2.9	360.8	357.9	2.35	2.35	116.3	24.5%	08 : 04	8.07	2.9	310.9	308.0	19.15	3.65	166.2	35.0%
2	1	IZQ	09 : 09	9.15	3.2	475.1	471.9	16 : 24	16.40	2.8	147.2	144.4	7.25	7.25	327.5	69.4%	08 : 11	8.18	2.9	133.3	130.4	23.03	7.53	341.5	72.4%
2	1	DER	09 : 09	9.15	3.0	472.8	469.8	16 : 24	16.40	2.8	137.5	134.7	7.25	7.25	335.1	71.3%	08 : 11	8.18	2.8	128.5	126.7	23.03	7.53	343.1	75.0%
2	2	IZQ	10 : 36	10.60	3.2	473.1	489.9	16 : 30	16.50	2.8	232.6	229.8	5.90	5.90	240.1	51.1%	09 : 13	8.22	3.0	183.4	180.4	21.62	6.12	278.5	59.5%
2	2	DER	10 : 36	10.60	3.2	473.3	470.1	16 : 30	16.50	2.8	215.1	212.3	5.90	5.90	257.8	54.8%	09 : 13	8.22	3.0	182.0	179.0	21.62	6.12	291.1	61.9%
2	3	IZQ	11 : 24	11.40	3.2	476.4	473.2	16 : 30	16.50	2.8	256.3	253.5	5.10	5.10	210.7	46.4%	09 : 27	8.45	2.9	236.9	234.0	21.05	5.55	236.2	50.5%
2	3	DER	11 : 24	11.40	3.6	475.3	471.7	16 : 30	16.50	2.8	280.4	277.6	5.10	5.10	194.1	41.1%	09 : 27	8.45	2.9	215.3	212.4	21.05	5.55	259.3	55.0%
2	4	IZQ	11 : 45	11.75	3.0	474.8	471.8	15 : 57	15.95	2.9	326.8	324.0	4.20	4.20	147.8	31.3%	09 : 23	8.38	2.9	283.2	280.3	20.63	5.13	191.5	40.6%
2	4	DER	11 : 45	11.75	3.2	475.7	472.5	15 : 57	15.95	2.8	316.2	313.4	4.20	4.20	159.1	33.7%	09 : 23	8.38	2.9	275.9	273.0	20.63	5.13	199.5	42.2%
2	5	IZQ	12 : 20	12.33	3.4	477.3	473.9	15 : 35	15.58	2.8	366.3	363.5	3.25	3.25	110.4	23.3%	07 : 55	7.92	2.9	326.0	323.1	19.56	4.17	150.8	31.8%
2	5	DER	12 : 20	12.33	3.3	473.6	470.3	15 : 35	15.58	2.9	365.1	362.2	3.25	3.25	108.1	23.0%	07 : 55	7.92	2.9	322.2	319.3	19.56	4.17	151.0	32.1%
2	6	IZQ	12 : 55	12.92	2.9	477.8	474.9	15 : 16	15.27	2.9	382.2	379.3	2.35	2.35	96.6	20.1%	08 : 04	8.07	2.9	329.3	326.4	19.15	3.65	146.5	31.3%
2	6	DER	12 : 55	12.92	3.5	473.8	470.3	15 : 16	15.27	2.9	377.5	374.6	2.35	2.35	95.7	20.3%	08 : 04	8.07	2.9	324.9	322.0	19.15	3.65	146.3	31.5%

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 27, 1989
 ALIMENTACIÓN: PAPAILELO - CORRIDA 2
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

SECA-DOR	UBICACIÓN	DATOS INICIALES				CONTROL 5						CONTROL 6														
		HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA	HORA	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HRS SOL	DIFER. PESO	% HUM PERDIDA							
1	1	IZO	09 : 09	9.15	3.1	472.6	469.5	11 : 56	11.93	3.0	107.4	104.4	26.78	11.28	365.1	361.1	15 : 30	15.50	2.9	113.2	110.3	28.90	13.40	363.9	363.9	76.7%
1	1	DER	09 : 09	9.15	3.1	473.8	470.7	11 : 56	11.93	2.9	108.1	105.2	26.78	11.28	367.5	363.5	15 : 30	15.50	2.9	113.5	110.6	28.90	13.40	363.8	363.8	76.7%
1	2	IZO	10 : 36	10.60	2.9	477.1	474.2	12 : 09	12.15	2.9	139.4	136.5	25.55	10.05	337.7	333.7	15 : 44	15.73	2.9	121.5	118.6	28.33	12.83	354.5	354.5	74.9%
1	2	DER	10 : 36	10.60	3.2	477.6	474.4	12 : 09	12.15	2.9	135.1	132.2	25.55	10.05	342.2	338.2	15 : 44	15.73	2.9	121.5	118.6	28.33	12.83	354.5	354.5	74.9%
1	3	IZO	11 : 24	11.40	3.0	476.1	473.1	12 : 21	12.35	2.9	169.9	167.0	24.95	9.45	306.1	302.1	15 : 44	15.73	2.9	109.6	106.7	28.33	12.83	363.8	363.8	77.3%
1	3	DER	11 : 24	11.40	3.5	474.0	470.5	12 : 21	12.35	2.9	149.9	147.0	24.95	9.45	323.5	319.5	15 : 44	15.73	2.9	124.6	121.7	27.82	12.32	348.7	348.7	74.1%
1	4	IZO	11 : 45	11.75	3.0	475.4	470.4	12 : 14	12.23	2.9	184.7	181.8	24.48	8.98	288.6	284.6	15 : 34	15.57	2.9	123.4	120.5	27.82	12.32	350.7	350.7	74.4%
1	4	DER	11 : 45	11.75	3.2	474.4	471.2	12 : 14	12.23	2.9	189.1	186.2	24.48	8.98	285.0	281.0	15 : 34	15.57	2.9	149.9	147.0	26.75	11.25	319.9	319.9	66.0%
1	5	IZO	12 : 20	12.33	3.3	474.7	471.4	11 : 54	11.90	2.9	225.8	223.9	23.57	8.07	250.8	246.8	15 : 05	15.08	2.9	163.8	160.9	26.23	10.73	308.4	308.4	65.7%
1	5	DER	12 : 20	12.33	3.4	473.8	470.4	11 : 54	11.90	2.9	226.8	223.9	23.57	8.07	250.8	246.8	15 : 05	15.08	2.9	136.4	133.5	26.23	10.73	340.7	340.7	71.8%
1	6	IZO	12 : 55	12.92	3.1	472.4	469.3	11 : 59	11.98	2.9	223.9	221.0	23.07	7.57	248.3	244.3	15 : 09	15.15	2.9	114.1	111.2	28.9	13.40	358.7	358.7	76.3%
1	6	DER	12 : 55	12.92	3.3	477.5	474.2	11 : 59	11.98	2.9	201.4	198.5	23.07	7.57	275.7	271.7	15 : 30	15.50	2.9	123.1	120.2	26.3	12.83	353.0	353.0	74.8%
2	1	IZO	09 : 09	9.15	3.2	475.1	471.9	11 : 56	11.93	2.8	110.4	107.6	26.78	11.28	364.3	360.3	15 : 30	15.50	2.9	111.0	108.1	28.3	12.83	363.6	363.6	77.1%
2	1	DER	09 : 09	9.15	3.0	472.8	469.8	11 : 56	11.93	3.0	107.8	104.9	26.78	11.28	365.2	361.2	15 : 30	15.50	2.9	126.3	123.4	27.8	12.32	348.4	348.4	73.9%
2	2	IZO	10 : 36	10.60	3.2	473.1	469.9	12 : 09	12.15	2.9	140.6	137.7	25.55	10.05	332.2	328.2	15 : 44	15.73	2.9	121.8	118.9	27.8	12.32	353.6	353.6	74.8%
2	2	DER	10 : 36	10.60	3.2	473.3	470.1	12 : 09	12.15	3.0	134.4	131.4	25.55	10.05	338.7	334.7	15 : 44	15.73	2.9	163.1	160.2	26.9	11.25	313.7	313.7	66.2%
2	3	IZO	11 : 24	11.40	3.2	476.4	473.2	12 : 21	12.35	2.9	146.5	143.6	24.95	9.45	328.6	324.6	15 : 05	15.08	2.9	152.8	149.9	26.2	10.73	329.5	329.5	70.1%
2	3	DER	11 : 24	11.40	3.6	475.3	471.7	12 : 21	12.35	2.8	168.2	165.3	24.95	9.45	308.4	304.4	15 : 05	15.08	2.9	143.7	140.8	26.2	10.73	329.5	329.5	70.1%
2	4	IZO	11 : 45	11.75	3.0	474.6	471.8	12 : 14	12.23	2.9	191.7	188.8	24.46	8.98	283.0	279.0	15 : 34	15.57	2.9	143.7	140.8	26.2	10.73	329.5	329.5	70.1%
2	4	DER	11 : 45	11.75	3.2	475.7	472.5	12 : 14	12.23	2.9	175.2	172.3	24.48	8.98	300.2	296.2	15 : 34	15.57	2.9	152.8	149.9	26.2	10.73	329.5	329.5	70.1%
2	5	IZO	12 : 20	12.33	3.4	477.3	473.9	11 : 54	11.90	2.9	236.6	233.7	23.57	8.07	240.2	236.2	15 : 05	15.08	2.9	152.8	149.9	26.2	10.73	329.5	329.5	70.1%
2	5	DER	12 : 20	12.33	3.3	473.6	470.3	11 : 54	11.90	2.9	229.6	226.7	23.57	8.07	243.6	239.6	15 : 05	15.08	2.9	152.8	149.9	26.2	10.73	329.5	329.5	70.1%
2	6	IZO	12 : 55	12.92	2.9	477.8	474.9	11 : 59	11.98	2.9	221.1	218.2	23.07	7.57	266.7	262.7	15 : 09	15.15	2.9	143.7	140.8	26.2	10.73	329.5	329.5	70.1%
2	6	DER	12 : 55	12.92	3.5	473.8	470.3	11 : 59	11.98	2.9	213.6	210.7	23.07	7.57	259.6	255.6	15 : 09	15.15	2.9	143.7	140.8	26.2	10.73	329.5	329.5	70.1%

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 FECHA: MAYO 27, 1999
 ALIMENTACIÓN: PAALELO - CORRIDA 2
 TRATAMIENTO: INMERSIÓN EN JUGO DE LIMÓN

UBICACIÓN		DATOS INICIALES						CONTROL 7								
SECA- DOR	BANDEJA LADO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	HORA	HORA decimal	TARA	PESO BRUTO	PESO NETO	1, HRS SOL	HRS DIFER.	% HUM PERDIDA		
1	1	IZO	09 : 09	9.15	3.1	472.6	469.5									
1	1	DER	09 : 09	9.15	3.1	473.6	470.7									
1	2	IZO	10 : 36	10.60	2.9	477.1	474.2									
1	2	DER	10 : 36	10.60	3.2	477.6	474.4									
1	3	IZO	11 : 24	11.40	3.0	476.1	473.1									
1	3	DER	11 : 24	11.40	3.5	474.0	470.5									
1	4	IZO	11 : 45	11.75	3.0	473.4	470.4	16 : 28	16.47	2.9	112.2	109.3	26.72	13.22	361.1	76.8%
1	4	DER	11 : 45	11.75	3.2	474.4	471.2	16 : 28	16.47	2.9	114.5	111.6	26.72	13.22	359.6	76.3%
1	5	IZO	12 : 20	12.33	3.3	474.7	471.4	16 : 30	16.50	2.8	113.6	110.8	26.17	12.67	360.6	76.5%
1	5	DER	12 : 20	12.33	3.4	473.8	470.4	16 : 30	16.50	2.8	110.0	107.2	26.17	12.67	363.2	77.2%
1	6	IZO	12 : 55	12.92	3.1	472.4	469.3	16 : 37	16.62	2.8	113.1	110.3	27.70	12.08	359.0	76.5%
1	6	DER	12 : 55	12.92	3.3	477.5	474.2	16 : 37	16.62	2.8	116.3	113.5	27.70	12.08	360.7	76.1%
2	1	IZO	09 : 09	9.15	3.2	475.1	471.9									
2	1	DER	09 : 09	9.15	3.0	472.8	469.8									
2	2	IZO	10 : 36	10.60	3.2	473.1	469.9									
2	2	DER	10 : 36	10.60	3.2	473.3	470.1									
2	3	IZO	11 : 24	11.40	3.2	476.4	473.2									
2	3	DER	11 : 24	11.40	3.6	475.3	471.7									
2	4	IZO	11 : 45	11.75	3.0	474.8	471.8									
2	4	DER	11 : 45	11.75	3.2	475.7	472.5									
2	5	IZO	12 : 20	12.33	3.4	477.3	473.9	16 : 30	16.50	2.8	114.2	111.4	26.17	12.67	362.5	76.5%
2	5	DER	12 : 20	12.33	3.3	473.6	470.3	16 : 30	16.50	2.8	116.8	114.0	26.17	12.67	358.3	75.8%
2	6	IZO	12 : 55	12.92	2.9	477.8	474.9	16 : 37	16.62	2.7	110.0	107.3	27.70	12.09	367.8	77.4%
2	6	DER	12 : 55	12.92	3.5	473.8	470.3	16 : 37	16.62	2.8	113.2	110.4	27.70	12.08	359.9	76.5%

ANEXO 4
DATOS CALCULADOS

Tabla VI. Datos calculados: Contracorriente, corrida 1.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 1
 SECADOR: COLECTOR DE CUBIERTA SIMPLE

SECADOR	LADO	BANDEJA	HRS SOL	% H, B1	% H, B2	% H, B3	% H, B4	% H, B5	% H, B6
1	IZQ	1	1.00	20.3					
1	DER	1	1.00	22.8					
1	IZQ	3	1.25			19.6			
1	DER	3	1.25			21.3			
1	IZQ	2	2.00		22.2				
1	DER	2	2.00		26.3				
1	IZQ	6	2.25						25.8
1	DER	6	2.25						21.7
1	IZQ	1	2.47	43.7					
1	DER	1	2.47	36.1					
1	IZQ	4	2.67				34.7		
1	DER	4	2.67				29.2		
1	IZQ	5	3.00					30.2	
1	DER	5	3.00					31.5	
1	IZQ	2	3.17		39.9				
1	DER	2	3.17		37.6				
1	IZQ	3	3.50			34.6			
1	DER	3	3.50			40.5			
1	IZQ	6	4.17						41.8
1	DER	6	4.17						36.3
1	IZQ	4	4.25				42.4		
1	DER	4	4.25				35.9		
1	IZQ	3	4.33			49.9			
1	DER	3	4.33			47.3			
1	IZQ	4	4.90				44.7		
1	DER	4	4.90				45.2		
1	IZQ	1	5.08	56.6					
1	DER	1	5.08	52.7					
1	IZQ	2	5.47		50.7				
1	DER	2	5.47		49.4				
1	IZQ	5	5.60					48.7	
1	DER	5	5.60					45.9	
1	IZQ	5	5.77					55.2	
1	DER	5	5.77					54.2	
1	IZQ	3	6.08			58.1			
1	DER	3	6.08			55.3			
1	IZQ	6	7.47						63.7
1	DER	6	7.47						59.7
1	IZQ	6	7.47						69.2
1	DER	6	7.47						65.8
1	IZQ	1,2	9.50	74.3	73.8				
1	DER	1,2	9.50	75.3	75.4				
1	IZQ	4	9.67				72.1		
1	DER	4	9.67				69.5		
1	IZQ	6	9.97						73.7
1	DER	6	9.97						74.5
1	IZQ	3	10.00			74.5			
1	DER	3	10.00			73.1			
1	IZQ	5	10.10					71.5	
1	DER	5	10.10					70.0	
1	IZQ	1	10.33	75.6					
1	DER	1	10.33	77.1					
1	IZQ	2	10.67		76.1				
1	DER	2	10.67		77.4				
1	IZQ	6	11.00						76.5
1	DER	6	11.00						77.3
1	IZQ	4	11.08				75.1		
1	DER	4	11.08				74.8		
1	IZQ	5	11.35					76.4	
1	DER	5	11.35					75.2	

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 1
 SECADOR: COLECTOR DE CUBIERTA DOBLE

SECADOR	LADO	BANDEJA	HRS SOL	% H, B1	% H, B2	% H, B3	% H, B4	% H, B5	% H, B6
2	IZQ	1	1.00	20.5					
2	DER	1	1.00	21.5					
2	IZQ	2	2.00		23.5				25.7
2	DER	2	2.00		24.2				22.3
2	IZQ	1	2.47	40.2					
2	DER	1	2.47	43.0					
2	IZQ	4	2.58				24.7		
2	DER	4	2.58				25.1		
2	IZQ	5	2.67					38.2	
2	DER	5	2.67					35.8	
2	IZQ	2	3.17		36.0				
2	DER	2	3.17		40.2				
2	IZQ	3	3.50			35.8			
2	DER	3	3.50			30.3			
2	IZQ	4	4.25				35.9		46.8
2	DER	4	4.25				36.0		42.5
2	IZQ	3	4.33			47.6			
2	DER	3	4.33			41.8			
2	IZQ	4	4.90				52.1		
2	DER	4	4.90				49.0		
2	IZQ	5	5.60					47.0	
2	DER	5	5.60					42.8	
2	IZQ	1	5.75	55.6					
2	DER	1	5.75	59.2					
2	IZQ	5	5.77					52.2	
2	DER	5	5.77					56.0	
2	IZQ	2	6.50		58.8				
2	DER	2	6.50		61.7				
2	IZQ	6	7.47						65.9
2	DER	6	7.47						57.5
2	IZQ	6	7.47						67.2
2	DER	6	7.47						66.3
2	IZQ	3	7.58			63.2			
2	DER	3	7.58			60.9			
2	IZQ	1	9.50	70.6	70.1				
2	DER	1	9.50	68.6	72.7				
2	IZQ	4	9.67				66.5		
2	DER	4	9.67				68.1		
2	IZQ	6	9.97						72.9
2	DER	6	9.97						70.5
2	IZQ	3	10.00			73.6			
2	DER	3	10.00			73.9			
2	IZQ	5	10.10					71.9	
2	DER	5	10.10					68.5	
2	IZQ	2	10.25		75.3				
2	DER	2	10.25		76.8				
2	IZQ	1	10.50	74.7					
2	DER	1	10.50	73.1					
2	IZQ	6	10.67						75.8
2	DER	6	10.67						75.4
2	IZQ	4	11.08				74.6		
2	DER	4	11.08				75.7		
2	IZQ	5	11.35					76.7	
2	DER	5	11.35					74.3	

Tabla VII. Datos calculados: Contracorriente, corrida 2.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 2
 SECADOR: COLECTOR DE CUBIERTA SIMPLE

SECADOR	LADO	BANDEJA	HRS SOL	% H, B1	% H, B2	% H, B3	% H, B4	% H, B5	% H, B6
1	IZQ	1	1.40	39.5					
1	DER	1	1.40	37.0					
1	IZQ	2	2.70			41.1			
1	DER	2	2.70			38.0			
1	IZQ	5,6	3.00					44.2	45.8
1	DER	5,6	3.00					42.1	43.2
1	IZQ	3	4.67			57.3			
1	DER	3	4.67			52.3			
1	IZQ	4	4.83				53.3		
1	DER	4	4.83				50.2		
1	IZQ	5	4.92					56.7	
1	DER	5	4.92					58.3	
1	IZQ	6	5.33						62.9
1	DER	6	5.33						60.2
1	IZQ	1	6.08	65.1					
1	DER	1	6.08	63.4					
1	IZQ	4	6.08				64.7		
1	DER	4	6.08				60.6		
1	IZQ	5	7.08					70.4	
1	DER	5	7.08					66.3	
1	IZQ	3	7.17			64.2			
1	DER	3	7.17			60.4			
1	IZQ	2	7.42		64.9				
1	DER	2	7.42		61.7				
1	IZQ	1	7.75						
1	DER	1	7.75						
1	IZQ	6	8.33						76.0
1	DER	6	8.33						71.4
1	IZQ	4	8.33				71.8		
1	DER	4	8.33				69.3		
1	IZQ	1	8.47	73.7					
1	DER	1	8.47	72.7					
1	IZQ	3	9.13			72.2			
1	DER	3	9.13			68.8			
1	IZQ	2	9.30		73.7				
1	DER	2	9.30		71.2				
1	IZQ	1, 6	10.17	77.0					78.0
1	DER	1, 6	10.17	75.8					76.0
1	IZQ	2	10.25		75.9				
1	DER	2	10.25		73.8				
1	IZQ	5	10.67					76.1	
1	DER	5	10.67					74.0	
1	IZQ	4	10.87				76.3		
1	DER	4	10.87				75.4		
1	IZQ	3	11.50			77.1			
1	DER	3	11.50			74.7			
1	IZQ	5	11.83					77.2	
1	DER	5	11.83					75.6	

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 ALIMENTACIÓN: CONTRACORRIENTE - CORRIDA 2
 SECADOR: COLECTOR DE CUBIERTA DOBLE

SECADOR	LADO	BANDEJA	HRS SOL	% H, B1	% H, B2	% H, B3	% H, B4	% H, B5	% H, B6
2	IZQ	1	1.40	39.3					
2	DER	1	1.40	40.7					
2	IZQ	6	2.17						45.5
2	DER	6	2.17						44.6
2	IZQ	2	2.70		40.0				
2	DER	2	2.70		38.3				
2	IZQ	4	3.00				48.7		
2	DER	4	3.00				46.5		
2	IZQ	1,5	3.50	50.7				54.9	
2	DER	1,5	3.50	52.1				52.3	
2	IZQ	6	3.67						53.7
2	DER	6	3.67						52.1
2	IZQ	3	4.67			46.3			
2	DER	3	4.67			43.1			
2	IZQ	3	5.98						
2	DER	3	5.98						
2	IZQ	1	6.08	64.6			66.7		
2	DER	1	6.08	65.7			59.7		
2	IZQ	5	7.08					66.6	
2	DER	5	7.08					63.4	
2	IZQ	2	7.42		62.7				
2	DER	2	7.42		61.9				
2	IZQ	4	7.50				69.7		
2	DER	4	7.50				67.4		
2	IZQ	6	8.33						74.5
2	DER	6	8.33						71.2
2	IZQ	1	8.75	72.9					
2	DER	1	8.75	73.8					
2	IZQ	3	9.13			65.3			
2	DER	3	9.13			63.3			
2	IZQ	2	9.30		71.3				
2	DER	2	9.30		71.1				
2	IZQ	6	10.17						77.4
2	DER	6	10.17						75.2
2	IZQ	1	10.25	75.6					
2	DER	1	10.25	76.1					
2	IZQ	5	10.67					74.2	
2	DER	5	10.67					72.1	
2	IZQ	4	10.87				77.0		
2	DER	4	10.87				75.8		
2	IZQ	3	11.50			76.4			
2	DER	3	11.50			75.2			
2	IZQ	2	11.30		75.7				
2	DER	2	11.30		75.2				
2	IZQ	5	11.83					76.0	
2	DER	5	11.83					74.2	

Tabla VIII. Datos calculados: Contracorriente, promedios.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 METODO: CONTRACORRIENTE
 DATOS: PROMEDIOS CORRIDAS 1 Y 2

BANDEJA	SECADOR 1						SECADOR 2							
	HRS SOL	MEDIA	DESV. EST.	%H perid. final	MEDIA	DESV. EST.	BANDEJA	HRS SOL	MEDIA	DESV. EST.	%H perid. final	MEDIA	DESV. EST.	
1	10.33			75.6			1	10.50			74.7			
	10.33			77.1				10.50			73.1			
	10.17		0.09	77.0				10.25			75.6			
	10.17	10.25		75.8	76.4	0.78		10.25	10.38		0.14	76.1	74.9	1.32
2	10.67			76.1			2	10.25			75.3			
	10.67			77.4				10.25			76.8			
	10.25		0.24	75.9				11.30			75.7			
	10.25	10.46		73.8	75.8	1.49		11.30	10.78		0.61	75.2	75.8	0.73
3	10.00			74.5			3	10.00			73.6			
	10.00			73.1				10.00			73.9			
	11.50		0.87	77.1				11.50			76.4			
	11.50	10.75		74.7	74.9	1.66		11.50	10.75		0.87	75.2	74.8	1.29
4	11.08			75.1			4	11.08			74.6			
	11.08			74.8				11.08			75.7			
	10.87		0.12	76.3				10.87			77.0			
	10.87	10.98		75.4	75.4	0.65		10.87	10.98		0.12	75.8	75.8	0.98
5	11.35			76.4			5	11.35			76.7			
	11.35			75.2				11.35			74.3			
	11.83		0.28	77.2				11.83			76.0			
	11.83	11.59		75.6	76.1	0.89		11.83	11.59		0.28	74.2	75.3	1.25
6	11.00			76.5			6	10.67			75.8			
	11.00			77.3				10.67			75.4			
	10.17		0.48	78.0				10.17			77.4			
	10.17	10.59		76.0	77.0	0.88		10.17	10.42		0.29	75.2	76.0	1.00
GLOBAL		10.77			75.91	GLOBAL			0.74		10.81	75.40	0.50	

Tabla IX. Datos calculados: Paralelo, corrida 1.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 ALIMENTACIÓN: PARALELO - CORRIDA 1
 SECADOR: COLECTOR DE CUBIERTA SIMPLE

SECADOR	LADO	BANDEJA	HRS SOL	% H, B1	% H, B2	% H, B3	% H, B4	% H, B5	% H, B6
1	IZQ	3	1.83						
1	DER	3	1.83						
1	IZQ	6	2.22						22.7
1	DER	6	2.22						19.8
1	IZQ	1.2	2.33	32.4					
1	DER	1.2	2.33	32.9					
1	IZQ	3	2.92			26.1			
1	DER	3	2.92			27.2			
1	IZQ	5	3.67					23.4	
1	DER	5	3.67					22.2	
1	DER	6	3.22						35.3
1	IZQ	6	3.22						32.8
1	DER	1	4.00						
1	IZQ	1	4.00						
1	IZQ	2	4.33		42.3				
1	DER	2	4.33		44.8				
1	IZQ	5	4.37					32.4	
1	DER	5	4.37					30.9	
1	IZQ	4	4.58				30.9		
1	DER	4	4.58				31.7		
1	IZQ	4	5.00					39.5	
1	DER	4	5.00					39.6	
1	IZQ	3	5.47			44.0			
1	DER	3	5.47			44.4			
1	IZQ	3	5.78			51.3			
1	DER	3	5.78			52.1			
1	IZQ	1	6.08	54.7					
1	DER	1	6.08	55.1					
1	IZQ	2	6.53		55.7				
1	DER	2	6.53		58.4				
1	IZQ	6	6.83						57.1
1	DER	6	6.83						55.9
1	IZQ	2	6.80		63.6				
1	DER	2	6.80		65.1				
1	IZQ	1	8.08	72.6					
1	DER	1	8.08	69.8					
1	IZQ	5	8.17					51.9	
1	DER	5	8.17					50.7	
1	IZQ	1	8.22	75.2					
1	DER	1	8.22	73.4					
1	IZQ	4	8.58				58.6		
1	DER	4	8.58				58.4		
1	IZQ	3	9.43			66.4			
1	DER	3	9.43			67.0			
1	IZQ	6	9.62						70.6
1	DER	6	9.62						69.2
1	IZQ	2	10.13		74.0				
1	DER	2	10.13		74.7				
1	IZQ	5	10.40					65.1	
1	DER	5	10.40					66.0	
1	IZQ	4	11.55				70.6		
1	DER	4	11.55				70.8		
1	IZQ	5	11.68					71.3	
1	DER	5	11.68					71.7	
1	IZQ	6	10.72						75.4
1	DER	6	10.72						74.1
1	IZQ	3	12.40			74.6			
1	DER	3	12.40			74.6			
1	IZQ	1	11.67	78.7					
1	DER	1	11.67	77.9					
1	IZQ	2	13.08		78.2				
1	DER	2	13.08		78.2				
1	IZQ	4	13.08				73.9		
1	DER	4	13.08				75.9		
1	IZQ	5	13.08						
1	DER	5	13.35						
1	IZQ	3	13.80			77.1			
1	DER	3	13.90			77.3			

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 ALIMENTACIÓN: PARALELO - CORRIDA 1
 SECADOR: COLECTOR DE CUBIERTA DOBLE

SECADOR	LADO	BANDEJA	HRS SOL	% H, B1	% H, B2	% H, B3	% H, B4	% H, B5	% H, B6
1	IZQ	6	2.22						20.2
1	DER	6	2.22						22.2
1	IZQ	3	3.08			26.7			
1	DER	3	3.08			25.4			
1	IZQ	6	3.22						34.0
1	DER	6	3.22						36.0
1	IZQ	5	3.42					21.0	
1	DER	5	3.42					22.2	
1	IZQ	1	3.47	36.3					
1	DER	1	3.47	35.8					
1	IZQ	2	4.17		37.6				
1	DER	2	4.17		40.1				
1	IZQ	5	4.37					30.9	
1	DER	5	4.37					30.2	
1	IZQ	4	4.58				30.2		
1	DER	4	4.58				30.3		
1	IZQ	4	5.00				39.0		
1	DER	4	5.00				39.5		
1	IZQ	3	5.47			42.9			
1	DER	3	5.47			40.1			
1	IZQ	3	5.78			51.1			
1	DER	3	5.78			49.6			
1	IZQ	2	6.53		53.9				
1	DER	2	6.53		61.8				
1	IZQ	6	6.63						57.4
1	DER	6	6.63						57.0
1	IZQ	2	6.80		60.8				
1	DER	2	6.80		67.1				
1	IZQ	1	7.00	52.7					
1	DER	1	7.00	51.9					
1	IZQ	1	8.08	70.3					
1	DER	1	8.08	69.9					
1	IZQ	5	8.17					51.8	
1	DER	5	8.17					51.1	
1	IZQ	1	8.22	74.2					
1	DER	1	8.22	74.9					
1	IZQ	4	8.58				57.7		
1	DER	4	8.58				56.4		
1	IZQ	3	9.43			67.2			
1	DER	3	9.43			65.8			
1	IZQ	2	10.13		71.8				
1	DER	2	10.13		75.5				
1	IZQ	5	10.50					64.8	
1	DER	5	10.50					66.4	
1	IZQ	6	10.62						70.6
1	DER	6	10.62						69.7
1	IZQ	4	11.55				69.4		
1	DER	4	11.55				70.6		
1	IZQ	1	11.67	77.9					
1	DER	1	11.67	78.2					
1	IZQ	6	11.72						75.1
1	DER	6	11.72						74.5
1	IZQ	3	12.40			74.4			
1	DER	3	12.40			75.0			
1	IZQ	5	12.92					76.8	
1	DER	5	12.92					78.3	
1	IZQ	2	13.08		76.8				
1	DER	2	13.08		78.3				
1	IZQ	4	13.08				74.0		
1	DER	4	13.08				75.1		
1	IZQ	3	13.47			77.5			
1	DER	3	13.47			77.4			

Tabla X. Datos calculados: Paralelo, corrida 2.

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 ALIMENTACIÓN: PARALELO - CORRIDA 2
 SECADOR: COLECTOR DE CUBIERTA SIMPLE

SECADOR	LADO	BANDEJA	HRS SOL	% H, B1	% H, B2	% H, B3	% H, B4	% H, B5	% H, B6
1	IZQ	6	2.35						20.3
1	DER	6	2.35						24.5
1	IZQ	2	2.75		27.2				
1	DER	2	2.75		51.6				
1	IZQ	3	2.97			25.4			
1	DER	3	2.97			30.9			
1	IZQ	5	3.25					25.6	
1	DER	5	3.25					25.9	
1	IZQ	6	3.65						31.1
1	DER	6	3.65						35.0
1	IZQ	1	3.66	39.8					
1	DER	1	3.66	42.7					
1	IZQ	5	4.17					33.4	
1	DER	5	4.17					34.0	
1	I	4	4.20				33.9		
1	D	4	4.20				36.5		
1	IZQ	2	5.08		49.2				
1	DER	2	5.08		51.7				
1	IZQ	3	5.10			42.4			
1	DER	3	5.10			47.6			
1	IZQ	4	5.13				41.7		
1	DER	4	5.13				44.4		
1	IZQ	1	5.25	53.1					
1	DER	1	5.25	54.7					
1	IZQ	3	5.55			50.2			
1	DER	3	5.55			54.6			
1	IZQ	2	5.90		53.8				
1	DER	2	5.90		56.2				
1	IZQ	2	6.12		60.8				
1	DER	2	6.12		62.4				
1	IZQ	1	7.25	69.6					
1	DER	1	7.25	71.5					
1	IZQ	1	7.53	72.7					
1	DER	1	7.53	73.4					
1	IZQ	6	7.57						52.9
1	DER	6	7.57						58.1
1	IZQ	5	8.07					53.2	
1	DER	5	8.07					52.4	
1	IZQ	4	8.98				61.4		
1	DER	4	8.98				60.5		
1	IZQ	3	9.45			64.7			
1	DER	3	9.45			69.8			
1	IZQ	2	10.05		71.2				
1	DER	2	10.05		72.1				
1	IZQ	6	10.73						65.7
1	DER	6	10.73						71.8
1	IZQ	5	11.25					68.8	
1	DER	5	11.25					68.0	
1	IZQ	1	11.28	77.8					
1	DER	1	11.28	78.1					
1	IZQ	6	12.08						76.5
1	DER	6	12.08						76.1
1	IZQ	4	12.32				74.1		
1	DER	4	12.32				74.4		
1	IZQ	5	12.67					76.5	
1	DER	5	12.67					77.2	
1	IZQ	3	12.83			74.9			
1	DER	3	12.83			77.3			
1	IZQ	4	13.22				76.8		
1	DER	4	13.22				76.3		
1	IZQ	2	13.40		76.7				
1	DER	2	13.40		76.7				

Continuación

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 ALIMENTACIÓN: PARALELO - CORRIDA 2
 SECADOR: COLECTOR DE CUBIERTA DOBLE

SECADOR	LADO	BANDEJA	HRS SOL	% H, B1	% H, B2	% H, B3	% H, B4	% H, B5	% H, B6
2	IZQ	3	2.33			27.6			
2	DER	3	2.33			24.3			
2	IZQ	6	2.35						20.1
2	DER	6	2.35						20.3
2	IZQ	1	3.08	41.5					
2	DER	1	3.08	42.3					
2	IZQ	5	3.25					23.3	
2	DER	5	3.25					23.0	
2	IZQ	2	3.50		32.7				
2	DER	2	3.50		36.3				
2	IZQ	6	3.65						31.3
2	DER	6	3.65						31.5
2	IZQ	5	4.17					31.8	
2	DER	5	4.17					32.1	
2	IZQ	4	4.20				31.3		
2	DER	4	4.20				33.7		
2	IZQ	1	5.00	52.4					
2	DER	1	5.00	50.2					
2	IZQ	3	5.10			46.4			
2	DER	3	5.10			41.1			
2	IZQ	4	5.13				40.6		
2	DER	4	5.13				42.2		
2	IZQ	3	5.55			50.5			
2	DER	3	5.55			55.0			
2	IZQ	2	5.90		51.1				
2	DER	2	5.90		54.8				
2	IZQ	2	6.12		59.5				
2	DER	2	6.12		61.9				
2	IZQ	1	7.25	69.4					
2	DER	1	7.25	71.3					
2	IZQ	1	7.53	72.4					
2	DER	1	7.53	73.0					
2	IZQ	6	7.57						54.1
2	DER	6	7.57						55.2
2	IZQ	5	8.07					50.7	
2	DER	5	8.07					51.8	
2	IZQ	4	8.98				60.0		
2	DER	4	8.98				63.5		
2	IZQ	3	9.45			69.7			
2	DER	3	9.45			65.0			
2	IZQ	2	10.05		70.7				
2	DER	2	10.05		72.0				
2	IZQ	6	10.73						68.4
2	DER	6	10.73						70.1
2	IZQ	5	11.25					66.2	
2	DER	5	11.25					67.8	
2	IZQ	1	11.28	77.2					
2	DER	1	11.28	77.7					
2	IZQ	6	12.08						77.4
2	DER	6	12.08						76.5
2	IZQ	4	12.32				73.8		
2	DER	4	12.32				74.8		
2	IZQ	5	12.67					76.5	
2	DER	5	12.67					75.8	
2	IZQ	3	12.83			74.6			
2	DER	3	12.83			77.1			
2	IZQ	2	13.40		76.3				
2	DER	2	13.40		76.7				

Tabla XI. Datos calculados: Paralelo, promedios.

DESHIDRATACION SOLAR DE FRUTA

FRUTA: MANGO TOMMY ATKINS
 METODO: PARALELO
 DATOS: PROMEDIOS CORRIDAS 1 Y 2

SECADOR 1										SECADOR 2											
BANDEJA	HRS SOL	MEDIA	DESV. EST.	%H perd. final	MEDIA	DESV. EST.	BANDEJA	HRS SOL	MEDIA	DESV. EST.	%H perd. final	MEDIA	DESV. EST.	BANDEJA	HRS SOL	MEDIA	DESV. EST.	%H perd. final	MEDIA	DESV. EST.	
1	11.67	77.9					1	11.67	78.2					1	11.67	78.2					
	11.67	78.7						11.67	77.9						11.67	77.9					
	11.28	78.1						11.28	77.7						11.28	77.7					
	11.28	77.8	0.23		78.1	0.40		11.28	77.2	0.23		77.8	0.42		11.28	77.2	0.23		77.8	0.42	
2	13.08	78.2					2	13.08	76.8					2	13.08	76.8					
	13.08	78.2						13.08	78.3						13.08	78.3					
	13.40	76.7						13.40	76.7						13.40	76.7					
	13.40	76.7	0.18		77.5	0.87		13.40	76.3	0.18		76.3	0.88		13.40	76.3	0.18		77.0	0.88	
3	13.80	77.1					3	13.47	77.5					3	13.47	77.5					
	13.80	77.3						13.47	77.4						13.47	77.4					
	12.83	77.3						12.83	77.1						12.83	77.1					
	12.83	74.9	0.56		76.7	1.17		12.83	74.6	0.37		74.6	1.38		12.83	74.6	0.37		74.6	1.38	
4	13.08	73.9					4	13.08	74.0					4	13.08	74.0					
	13.08	75.9						13.08	75.1						13.08	75.1					
	13.22	76.8						13.22	74.8						13.22	74.8					
	13.22	76.3	0.08		75.7	1.27		13.22	73.8	0.44		73.8	0.62		13.22	73.8	0.44		74.4	0.62	
5	11.68	71.3					5	12.92	76.8					5	12.92	76.8					
	11.68	71.7						12.92	78.3						12.92	78.3					
	12.67	77.2						12.67	75.8						12.67	75.8					
	12.67	76.5	0.57		74.2	3.11		12.67	76.5	0.14		76.5	1.05		12.67	76.5	0.14		76.9	1.05	
6	10.72	75.4					6	11.72	75.1					6	11.72	75.1					
	10.72	74.1						11.72	74.5						11.72	74.5					
	12.08	76.1						12.08	76.5						12.08	76.5					
	12.08	76.5	0.79		75.5	1.05		12.08	76.5	0.21		77.4	1.32		12.08	77.4	0.21		75.9	1.32	
GLOBAL			12.46	0.89	76.28	1.43	GLOBAL			12.54	0.71	76.43	1.15								

ANEXO 5 FOTOGRAFÍAS

Figura 8. Secadores solares indirectos utilizados.



Figura 9. Colector solar, armazón de madera.



Figura 10. Colector solar, aislamiento térmico (duropor y cartón).

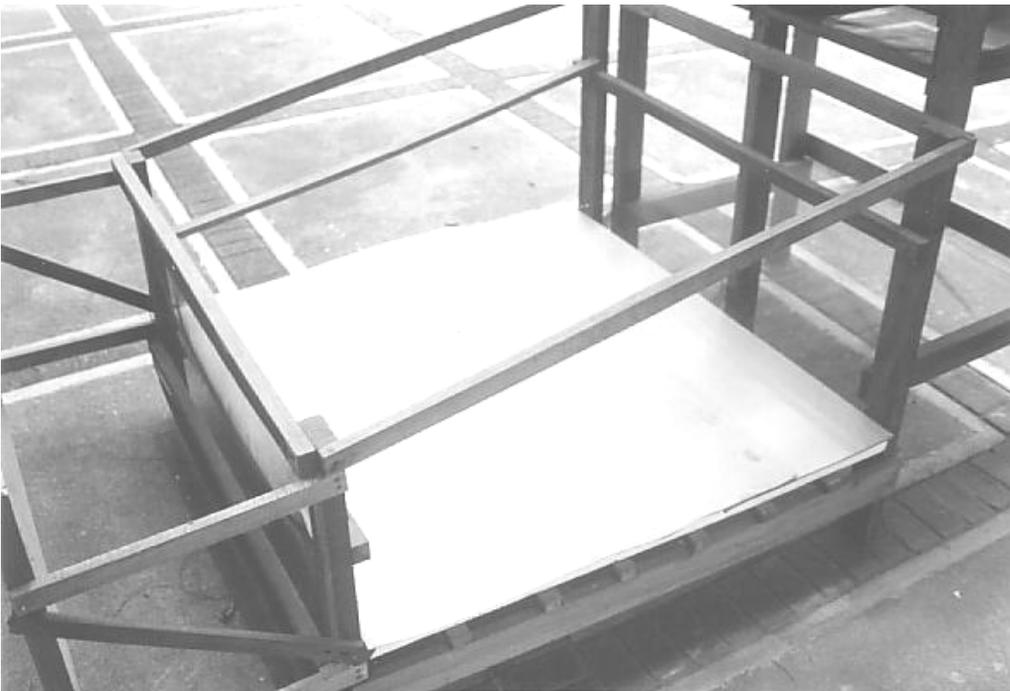


Figura 11. Colector solar, aislamiento térmico (lámina negro mate y cubierta de vidrio, sólo en uno de los secadores).



Figura 12. Colector solar, cubierta plástica transparente.



Figura 13. Colector solar y cámara de secado. Armazón de madera.



Figura 14. Detalle de la entrada de aire.



Se colocó una cortina plástica para cerrar la entrada durante la noche, y así evitar que el aumento de humedad en el aire durante ese período, afectara la deshidratación.

Figura 15. Bandejas con producto (rodajas de mango), colocadas dentro de la cámara de secado.



En la parte superior a las bandejas se observa el medidor de temperatura y humedad relativa.