

60 2a)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**



**DESARROLLO DE UN PROCESO PARA LA  
OBTENCION DE MELON DESHIDRATADO  
DE HUMEDAD INTERMEDIA.**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO QUIMICO**  
**P R E S E N T A :**  
**JOSE EDUARDO LEGORRETA SALAZAR**



**FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE DE CONTENIDO

### RESUMEN

#### I.- INTRODUCCION

- 1.- ANTECEDENTES ..... 1
- 2.- EL MELON ..... 4
- 3.- DESHIDRATAACION .....15

#### II.-OBJETIVOS .....37

#### III.- METODOLOGIA DE INVESTIGACION

- 1.- ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACION.....38
- 2.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACION .....42
  - 2.1. Caracterización de la materia prima .....42
  - 2.2. Operaciones preliminares .....44
  - 2.3. Deshidratación por corriente de aire .....46
  - 2.4. Deshidratación osmótica .....47
  - 2.5. Análisis sensorial .....57

#### IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

- 1.- CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA .....65
- 2.- OPERACIONES PRELIMINARES .....67
- 3.- DESHIDRATAACION POR CORRIENTE DE AIRE ..... 68
- 4.- DESHIDRATAACION OSMOTICA ..... 76

#### V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....84

#### VI.- BIBLIOGRAFIA .....86

**VII.- ANEXOS**

**Anexo I. Cuestionarios de evaluación sensorial ....95**

**Anexo II. Listado del programa de computación ....99**

## INDICE DE TABLAS

tabia	contenido	página
1.-	Composición química del melón .....	6
2.-	Actividades de agua mínimas aproximadas para el crecimiento de microorganismos .....	24
3.-	Molaridades de diversos solutos correspondien <u>te</u> tes a diversos valores de $a_w$ a 25°C .....	27
4.-	Presentaciones y tamaños de los cortes de melón ...	45
5.-	Valores base y unidades de cambio para las variables de proceso .....	49
6.-	Diseño factorial completo (var. codificadas) .....	50
7.-	Diseño factorial completo (var. originales) .....	51
8.-	Procedimiento en la preparacion de muestras en las pruebas de umbrales .....	59
9.-	Formulaciones empleadas en el nectar de melón .....	63
10.-	Formulaciones empleadas en la formulación de mermelada de melón .....	63
11.-	Defectos observados en la materia prima .....	65
12.-	Caracterización del melón (pruebas físicas) .....	66
13.-	Caracterización del melón (análisis químicos) ....	67
14.-	Análisis sensorial para identificación del producto deshidratado .....	72
15.-	Análisis sensorial de evaluación global .....	72
16.-	Análisis sensorial de parámetros que se observan comunmente .....	73

17.- Resultados de la evaluación sensorial para evaluar las condiciones de la deshidratación osmótica .....	76
18.- Valores de los coeficientes de correlación (Bi) para el modelo en variables codificadas .....	77
19.- Coeficientes de los modelos en variables originales .....	79
20.- Camino de ascenso por la pendiente máxima para el parámetro gusto total .....	80
21.- Condiciones establecidas por el C.A.P.M. para el parámetro gusto total .....	81
22.- Puntos centrales del diseño experimental .....	82

## INDICE DE FIGURAS

figura	contenido	página
1.-	Patrón de crecimiento del melón .....	8
2.-	Volúmenes de producción y exportación de melón en México .....	10
3.-	Estacionalidad de la producción de melón .....	11
4.-	Curvas de Adsorción-Desorción para melón .....	17
5.-	Velocidades de deterioración de los ali- mentos en función de la actividad de agua .....	22
6.-	Curva de secado .....	32
7.-	Curva de velocidad de secado .....	33
8.-	Estructura del trabajo para la obtención de melón deshidratado .....	41
9.-	Obtención de nectar de melón .....	61
10.-	Obtención de mermelada de melón .....	62
11.-	Curva de secado (% humedad vs tiempo) .....	69
12.-	Curva de secado (humedad libre vs tiempo) .....	69
13.-	Curva de secado (velocidad de secado vs humedad libre) .....	70

## RESUMEN

El volumen de producción de melón en México ha crecido en aproximadamente 100% en los últimos 20 años, en 1978 se alcanzó una cosecha record para este cultivo con mas de 350 mil toneladas y a partir de entonces ha decrecido, oscilando en las 300 mil toneladas los últimos tres años.

Los productores asociados y las instancias gubernamentales han venido estableciendo cuotas de producción y exportación para los distintos distritos de riego, con el fin de no saturar los mercados y estabilizar el precio, aunque existen otras alternativas como son la diversificación de los mercados de exportación y la búsqueda de productos industrializados de esta fruta.

El presente trabajo propone la obtención de un producto deshidratado de humedad intermedia de melón, como una contribución a la solución de esta problemática, en él se desarrolla un proceso empleando el melón que por su tamaño no cumple con las especificaciones para ser exportado y en el mercado nacional alcanza precios muy bajos.

El proceso desarrollado emplea un método combinado de deshidratación osmótica-por aire, seleccionando las condiciones de cada operación para obtener un producto que mantenga el aroma, sabor y color característicos de esta fruta. Para

ello se estudiarón diferentes formas de presentación, condiciones del proceso osmótico y por corriente de aire, eligiendo aquellas que por la facilidad de manejo y características sensoriales obtenidas diera como resultado un producto de -- buena calidad.

Para determinar las condiciones de la deshidratación osmótica y su optimización se empleó la técnica de metodología de superficie de respuesta. Para obtener los coeficientes del modelo lineal de esta técnica, se desarrolló un programa de computación, que además realiza el camino de ascenso por la pendiente máxima y el análisis de varianza del modelo.

Se seleccionó y entrenó a un panel de jueces en la técnica de análisis cuantitativo descriptivos, los que sirvieron de instrumento para evaluar las características de sabor, color, aroma y gusto total en los productos obtenidos.

CAPITULO I

INTRODUCCION

## I N T R O D U C C I O N

### 1.- ANTECEDENTES

Dentro de los cultivos hortofrutícolas de nuestro país, el melón ocupa un sitio importante, ya que a nivel nacional es el principal cultivo de exportación, tanto en volúmen como en valor; a nivel mundial ocupamos el séptimo lugar en volúmen producido, pero el segundo en volúmen exportado.

Nuestro principal mercado de exportación son los Estados Unidos, quienes absorben el 99% del melón exportado.

Los destinos de la producción son la exportación (50-55%), mercado nacional en fresco (35-40%) y la producción de helados y paletas (2-3%), se considera entre un 6-9% las pérdidas postcosecha de melón a través de toda la cadena de producción a consumo.

La producción nacional se concentra en cinco estados de la república (Michoacán, Durango, Sinaloa, Guerrero y Nayarit) quienes producen el 72% del volúmen total. En los últimos cinco años la Unión Nacional de Productores de Hortalizas (UNPH) quien agrupa a los productores privados y ejidos más importantes, junto con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), han establecido cuotas de pro

ducción y exportación para los diferentes distritos de riego, con objeto de programar la producción y estabilizar el mercado de este fruto.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFIN), junto con la Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT) y la UNPH han establecido la Norma Oficial Mexicana, la cual define tres grados de calidad y ha servido para homogenizar los criterios para el melón de exportación y nacional.

Los principales problemas a que se enfrenta este cultivo se pueden agrupar en dos categorías, técnicas y sociales, entre los primeros tenemos:

a).- En nuestro país se obtienen rendimientos de 11 ton/Ha de melón, sin embargo, con tecnologías desarrolladas y probadas por distintas instituciones nacionales (INIFAP, C.P., CONAFRUT, Universidades, etc.) se llegan a rendimientos del orden de 23 a 25 ton/Ha, este es un problema de transferencia y asimilación de tecnología.

b).- Las plagas y enfermedades que atacan este cultivo, siguen siendo una de las principales limitantes, a pesar de que se conocen los medios para combatir las, éstos no se utilizan o se realizan fuera de tiempo.

- c).- Escasa tecnología en el tratamiento postcosecha del fruto, existen pocas líneas de empaçado de esta fruta, en la mayoría de los caso se "empaca" a pie de huerta, sin ningún tratamiento.

Dentro de la problemática de carácter social de este cultivo se tiene:

- a).- Escasa voluntad de los productores por agruparse en asociaciones o sociedades que defiendan intereses comunes.
- b).- Poca eficiencia de las asociaciones de productores (cuando las hay), en cuanto a la programación de la producción, cuotas de exportación, búsqueda de canales de comercialización, etc.
- c).- Desvinculación entre productores y centros de investigación y por ende entre desarrollo tecnológico y su aplicación.

Por último, esta fruta tiene un solo producto procesado y es su empleo como paletas y helados o el tradicional de venta de aguas frescas, sin embargo, esta es una limitante en cuanto a sus presentaciones de consumo y por ende de su mercado.

## 2.- EL MELON (Cucumis melo L.)

El melón es una cucurbitácea de ciclo anual, taxonómicamente pertenece al género Cucumis y a la especie Cucumis melo L., sus orígenes se consideran de trópicos y subtrópicos de Africa, aunque existen centros secundarios de origen bien desarrollados en el centro meridional de Asia (en Persia, India, Sur de Rusia y China), es una especie polimorfa que puede ser esférica, ovalada y alargada, que pueden tener costuras o no y tamaños desde 2.5 cm hasta 60 cm de diámetro. (Whitaker: 1987)

Presenta un tallo herbáceo anguloso, cubierto de vellosidad, es una planta rastrera con hojas de 2 a 7 lóbulos, alternas, con flores de sexos diferenciados, aunque existen flores hermafroditas de 3 a 5 pétalos.

Todas las formas de C. melo se hibridizan fácilmente unas con otras y aparentemente hay muy poca esterilidad entre progenitores de cruza que involucran tipos diversos, es por ello que diferentes investigadores han tratado de dividir a C. melo en varias subespecies botánicas, sin embargo, desde el punto de vista hortícola, la clasificación sugerida por Naudin en 1959 es la más empleada.

(Tesi: 1985)

## VARIETADES BOTANICAS Y CULTIVARES

Según Naudin se distinguen seis variedades botánicas dentro de las cultivares más importantes:

- a).- C. melo L. var. *cantalupensis*, son las verdaderas cantalupos, son frutas de forma esférica, con superficie áspera, con costillas y pulpa de color anaranjado o salmón, son cultivados ordinariamente en los países europeos.
  
- b).- C. melo L. var. *reticulatus*, son frutas de forma ovalada con retículos bien marcados y costillas, peso entre 1 y 3 Kg, en México se les conoce como melón chino, de red o cantalupe, se cultivan principalmente en Norteamérica, a esta variedad pertenecen las principales variedades hortícolas de nuestro país como son: PMR-45, Imperial, Top Mark, Hale's Best, Sierra Gold, SR, Dessert Son y Perlita.
  
- c).- C. melo L. var. *inodorus*, son los llamados melones de invierno o de corteza blanca, en nuestro país se conocen como melón liso, pueden ser frutos lisos o rugosos, sin costillas, de forma esférica y ovalada, pulpa color verde o blanca, el pedúnculo no se desprende con facilidad del fruto, son variedades muy producti-

va y de maduración tardías, las variedades hortícolas más importantes son Honey Dew, Creshaw Casaba, Santa Claus Casaba, Golden Beauty Casaba y Tendral.

- d).- C. melo L. var. flexuosus, son frutos de 2.5 a 5.1 cm de diámetro, rectos o curvados de 30 a 60 cm de largo.
- e).- C. melo L. var. chito, son frutos pequeños, lisos, moteados, pulpa con sabor ácido, se emplea como planta ornamental y para encurtidos.
- f).- C. melo L. var. dudaim, también llamado melón granada, son frutos pequeños de 2 a 5 cm de largo, globulares, pubescentes a la madurez.

#### COMPOSICION QUIMICA.

El melón es un fruto rico en agua, su valor energético es bajo ( de 25 a 30 cal/ 100 g de porción comestible), tiene un bajo contenido de proteínas y su valor nutritivo reside en su contenido de vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y A, como se observa en la siguiente tabla: (Woot-Suen: 1975; Bourges: 1980)

TABLA 1. COMPOSICION QUIMICA DEL MELON

COMPONENTE	g/100 g fruta	COMPONENTE	mg/100 g fruta
Agua	92.8	Vit. A (activ.)	350 mcg
Proteínas	0.5	Tiamina (B <sub>1</sub> )	0.06
Grasas	0.1	Rivoflavina (B <sub>2</sub> )	0.03
Hidratos de carbono total	6.2	Niacina	0.6
Fibra	0.5	Acido Ascórbico (Vit. C)	30.0
Cenizas	0.4	Calcio	15.0
		Fierro	1.2
		Magnesio	3.0
		Fósforo	15.0

#### CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento y desarrollo de los frutos del melón son el resultado de cambios bioquímicos y fisiológicos, el crecimiento es el aumento irreversible del tamaño y el desarrollo implica diferenciación, cambios morfológicos y la complejidad del fruto. (Pelayo: 1975)

El patrón de crecimiento del melón presenta una sigmoide simple (ver fig.1), con sus etapas de desarrollo: división celular, elongación celular, maduración y sazónamiento.

Los cambios químicos durante la maduración se presentan al igual que la mayoría de las frutas, siendo las más importantes en:

a).- Azúcares.- La sacarosa aumenta a partir de la madu--

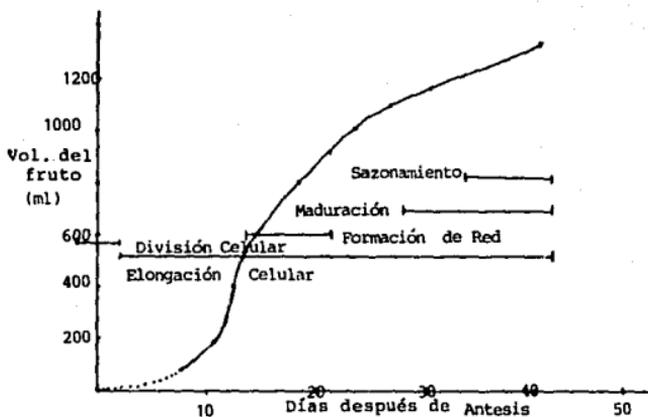


FIGURA 1. PATRON DE CRECIMIENTO DEL MELON. (PELAYO: 1975)

ración, el almidón tiende a desaparecer (aunque en este fruto es muy bajo su contenido); los azúcares reducidos disminuyen durante la maduración.

- b).- Las sustancias pécticas totales van disminuyendo y tienen una relación directa con la firmeza del fruto, la cual va decreciendo conforme se madura.
- c).- Sustancias coloridas.- Mientras la concentración de clorofila disminuye durante la maduración, el contenido de carotenos se incrementa, de ahí los cambios de color tanto en pulpa como en la epidermis del fruto.
- d).- Compuestos volátiles.- Durante la maduración hay una síntesis de compuestos aldehídicos, alcoholes, acetonas, ácidos, etc., que dan el olor y sabor caracterís-

ticos de la fruta y de cada variedad.

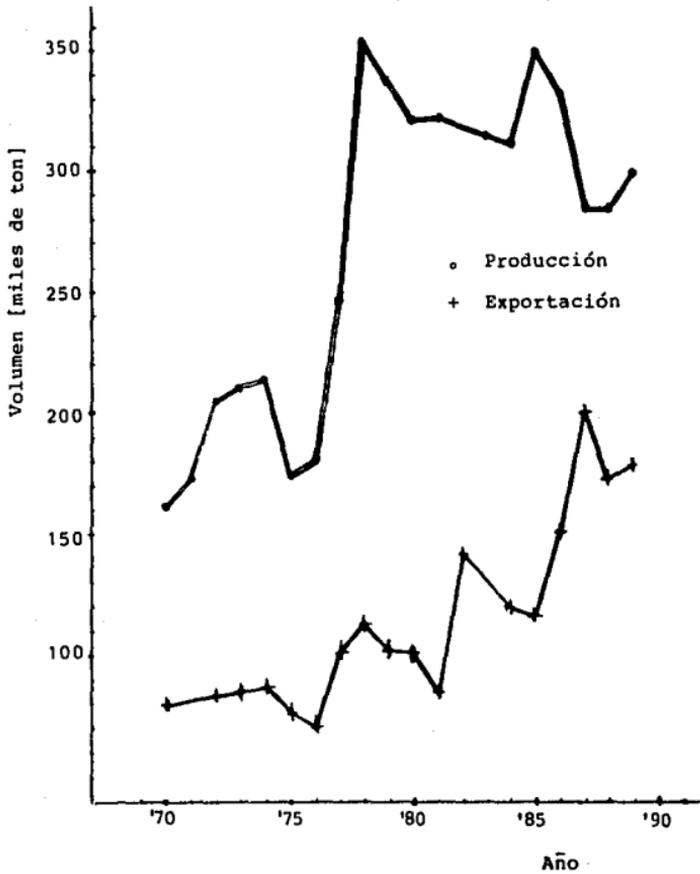
El melón presenta un patrón respiratorio climatérico, es decir, que durante el período final de desarrollo elevan su tasa respiratoria y paralelamente manifiestan cambios bioquímicos pronunciados cuyo resultado son la adquisición de sus características internas y externas de madurez.

#### PRODUCCION

México ocupa el séptimo lugar a nivel mundial en volúmenes de producción de melón, después de países como la República Popular China, Estados Unidos de Norteamérica, España, Irán y Egipto y casi a la par con Japón e Italia, su producción durante los últimos veinte años ha aumentado de 160 mil toneladas a más de 300 mil, tal como lo muestra la Fig. 2, hasta finales de los setentas su crecimiento fué sostenido y en la década pasada aunque con fluctuaciones se puede decir que se ha sostenido el volúmen producido (FAO: 1986; CONAFRUT: 1989).

El volúmen de exportaciones de este fruto durante el mismo período se ha incrementado de 80 mil toneladas a 175 mil, mostrando un crecimiento sostenido,, con fluctuaciones propias del mercado. El melón es la principal fruta de exportación de nuestro país, tanto en volúmen como en valor

FIGURA 2. VOLUMENES DE PRODUCCION Y EXPORTACION DE MELON EN MEXICO (FAO:1986, CONAFRUT:1989, CONAFRUT: 1989 b, INEGI:1989).





Las principales cultivares de melón reticulado son: Top Mark, Sierra Gold, Imperial, Híbrido F-1, Gulfstream, Hale's best y Perllita, mientras que de los melones lisos son el Casaba Golden Beauty y Honey dew green flesh.

#### TECNOLOGIA POSTCOSECHA DE MELON

El manejo postcosecha de melón alcanza diferentes niveles tecnológicos, siendo los más avanzados los que se practican en el Valle de Apatzingan en Michoacán, en la Comarca Lagunera, Durango y en el Valle de Culiacán en Sinaloa, en estos lugares la tecnología es la siguiente:

Cosecha: Se realiza entre los 70-80 días posteriores a la siembra, cuando el melón presenta una pequeña ranura alrededor de la base que une la guía con el fruto, la coloración externa cambia de verde oscuro a gris claro o amarillo cremoso, la red se torna más elevada, redondeada y más ancha, se observa un marchitamiento de la hoja más cercana al fruto. Se cosecha manualmente y se vacía en ayates o canastas de campo.

Transporte a empacadora: De huerta se transporta a granel a la empacadora en camioneta o carretas.

Recepción: Se recibe en la empacadora en donde se pesa el

camión con fruta y sin ella para conocer la cantidad de fruta, se vacía en tolvas que van a una primera banda.

Selección primaria: En una banda sanitaria de rodillos se selecciona manualmente la fruta, separando la fruta pequeña, defectuosa, sobremadura y enferma.

Lavado: Se realiza en tinas de inmersión construídas en acero inoxidable, en las que se agrega hipoclorito de sodio u otros fungicidas, en este lavado se limpia la fruta de tierra.

Selección secundaria: En bandas sanitarias se realiza una selección secundaria, en ella se elige la fruta para el mercado nacional y de exportación, tomando como criterios los defectos que pueda presentar la fruta, en cuanto a manchas de sol, ausencia de red, cicatrices y deformaciones.

Encerado: La fruta para exportación se encera, con ello se busca prolongar su vida útil y dar una mejor presentación.

Clasificación por tamaño: En esta operación el melón es separado por tamaño, se tienen varias clasificaciones 18, 23, 27, 36, 45, 56 según el número de frutos que llevan cada una de las cajas meloneras.

Empacado: Se realiza manualmente en cajas o rejas de madera alambrada de 33 x 55 cm conocidas como "jumbo " o "meloneras".

Transporte a Centrales de Abasto: Las cajas meloneras se estiban en camiones conocidos como "torton" o en "trailers", una vez llenos se les agrega hielo picado en la parte superior para bajar la temperatura y que soporten el transporte.

En el valle de Apatzingan, Michoacán, existen "empacadoras manuales móviles" que llegan a pie de huerta y en ellas se realiza la clasificación y empaque, pero solo constan de mesas de madera o metal en donde todas las operaciones se realizan manualmente. En este valle se localizan 4 empacadoras mecanizadas y tecnificadas que pueden manejar más de 1000 ton. de fruta por año.

### 3.- DESHIDRATACION.

El secado o deshidratación es un antiguo método empleado en la conservación de alimentos, se basa en el principio de la actividad de agua, esto es, las reacciones de deterioración del alimento, ya sean químicas o enzimáticas, se ven aceleradas o retardada por la cantidad de agua disponible, de la misma forma el crecimiento y desarrollo de microorganismos en el alimento se vé influenciado por el contenido de agua.

En la antigüedad, el secado de granos, frutas, carnes y pescados, fué realizado al sol en condiciones atmosféricas, el proceso fué acelerado por una ventilación adecuada y por el uso de calor en hornos y se encontró muy eficaz el empleo de humos y la adición de sal o azúcar.

En la actualidad, la deshidratación persigue otros fines además de la conservación: la obtención de nuevos productos, la facilidad en su uso (como en el caso de leche en polvo, café soluble, purés deshidratados) y la reducción de su peso y volúmen (ventaja importante en el transporte y almacenamiento).

Se entiende generalmente por deshidratación el procedimiento que permite disminuir por evaporación o sublimación una parte del agua de un alimento líquido o sólido logrando con ello su conservación. La concentración (por cualquiera de sus métodos) disminuye una cierta proporción de agua, que no es suficiente por ella misma para asegurar la conservación del alimento y constituye por tanto una etapa previa a la deshidratación (Cheftel: 1983).

Los principales alimentos deshidratados son los siguientes: leche en polvo (entera o descremada), frutas secas, café en polvo, legumbres (en particular papas, cebolla, ajo, champiñones), huevo en polvo, patés, ciertas preparaciones de carne y ciertos alimentos para animales.

#### ACTIVIDAD DE AGUA

El agua es el principal constituyente de los alimentos, y de acuerdo a su disponibilidad el alimento presenta diferentes propiedades, una medida de esta disponibilidad del agua es la actividad de agua, que se define como la relación de presión parcial de vapor ejercida por el alimento, en relación con una medida estándar de presión parcial de vapor de agua pura a las mismas condiciones de temperatura.

$$a_w = \frac{p}{p_w^o} \dots\dots\dots(1)$$

donde:  $a_w$  = actividad de agua a temperatura constante y en equilibrio

$p$  = presión parcial ejercida por el alimento

$p_w^o$  = presión parcial de agua a la misma temperatura

Por convención, la actividad de agua pura es igual a la unidad, por tanto la actividad de agua de una solución o de un alimento es siempre inferior a uno, en términos fisico-químicos se explica ya que cualquier constituyente que "fije" parcialmente el agua, disminuirá su capacidad de evaporarse y probablemente su reactividad química.

La relación entre el agua retenida por el alimento y la cantidad de humedad de la atmósfera de su entorno o de otra forma, la presión parcial ejercida por el agua de un alimento en función de su contenido de agua al equilibrio, está dada por curvas conocidas como isothermas de sorción, como se observan en la Fig. 4. (Rojas: 1987)

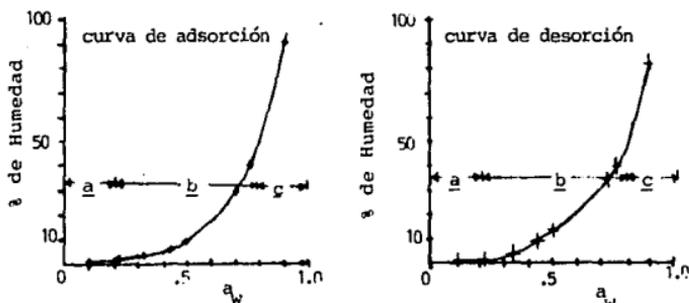


FIGURA 4. CURVAS DE ADSORCION-DESORCION PARA MELON (ROJAS: 1987)

Estas curvas tienen 2 formas (Brunauer: 1938), una forma sigmoide que generalmente presentan los alimentos, sin embargo, para el melón se observan el segundo tipo de isoterma de sorción en donde hay un aumento gradual de la curva (ver Fig. 4).

Las isotermas de sorción se han empleado para predecir cambios en la estabilidad de un alimento, en el manejo de mezclas de productos secos, en el cálculo de la máxima cantidad de humedad que se le puede permitir a un alimento sin que crezcan ciertos microorganismos y en el cálculo del área superficial.

En estas curvas se distinguen los tipos de agua que existen en los alimentos según su disponibilidad:

a).- Agua fuertemente ligada (sección a de la Fig. 4). La mayor parte de los autores consideran esta agua como la que forma la capa monomolecular, se encuentra fijada sobre los grupos polares de los compuestos que forman el alimento, principalmente grupos  $\text{NH}_3^+$  y  $\text{COOH}$  de proteínas y grupos  $\text{OH}$  de almidones y probablemente el agua de cristalización de sales y azúcares, la energía de adsorción de esta agua es del orden de 1 a 15 Kcal/mol de allí su dificultad para eliminar, esta agua es por supuesto incongelable, no está disponible

ni como disolvente, ni como reactivo y su viscosidad es tan alta que no permite la difusión.

b).- Agua ligeramente ligada. Además de la sección a las isoterms arbitrariamente son divididas en 2 o 3 secciones suplementarias que corresponden a agua cada vez más libre, para melón se destacan 2 secciones más una sección b, que se trata de moléculas de agua fijadas sobre la capa monomolecular y que forman la multicapa, unidas por enlaces hidrógeno, representan la mayor parte de la esfera de hidratación de los compuestos solubles, así como el agua condensada en capilares y donde la presión parcial obedece la ley de Raoult.

c).- Agua libre. Representa la mayor cantidad de agua de los alimentos frescos o procesados, su actividad de agua es muy próxima a la de agua pura, esta agua es fácilmente intercambiable por agua ligeramente ligada, pero no por libre se sale espontáneamente del alimento, se encuentra en forma de geles, tanto en el interior de los células como en los espacios intercelulares, su retención está fuertemente influenciada por el pH y la fuerza iónica, esta agua es la que dá inchamiento a los geles de proteínas, a las sustancias pécticas y al almidón. Sección c.

El proceso de deshidratación elimina de un alimento el agua libre y ligeramente ligada pero no remueve el agua fuertemente ligada.

## ACTIVIDAD DE AGUA Y REACCIONES DE DETERIORACION DE ALIMENTOS

Se ha hablado de la importancia de la actividad del agua desde el punto de vista de la estabilidad del alimento, se revisarán someramente las diferentes reacciones de deterioro y su relación con esta importante propiedad. (Cheftel: 1983, Heldman: 1981, Lafuente: 1980).

a).- Oxidación de lípidos. Es una de las principales reacciones de deterioración en alimentos de poco o medio contenido de agua, resulta de la acción de oxígeno sobre ácidos grasos no saturados, a través de un mecanismo donde intervienen sucesivamente radicales libres, de peróxidos lipídicos o de compuestos carbonilos, sus consecuencias son: la producción de compuestos volátiles de olores indeseables, destrucción de vitaminas liposolubles, formación de compuestos tóxicos, las proteínas cambian su solubilidad, digestibilidad y valor nutricional y además existen efectos sobre la textura.

El agua parece intervenir de tres formas en esta reacción: sobre los radicales libres presentes en la primera parte de la oxidación, sobre los peróxidos lipídicos que se forman y sobre las trazas de metales que catalizan la oxida--

dación, por ello a  $a_w$  muy bajas (0-0.2) esta reacción es muy rápida, posteriormente disminuye y vuelve a aumentar cuando se alcanzan valores de actividad de 0.7-0.8, Ver figura 5.

b).- Oscurecimiento No Enzimático. Las reacciones de deterioración clasificadas bajo esta denominación, se inician con una condensación entre un grupo Carbonilo y un grupo Amino, o por la degradación de compuestos carbonilos con enlaces dobles conjugados, tales como ácido Ascórbico y las Reductonas, continúan por una serie de reacciones complicadas y no completamente estudiadas que guían a la formación de polímeros oscuros deseables e indeseables, al mismo tiempo el sabor del alimento puede ser modificado hasta hacerlo inconsumible y el valor nutricional se abate.

La rapidez de estas reacciones aumenta con la actividad de agua hasta valores de 0.5-0.7 en donde empieza a disminuir, para alimentos deshidratados tanto la oxidación de lípidos como el oscurecimiento no enzimático son los factores limitantes en su conservación y por ello se busca pasar por estas zonas de  $a_w$  lo más rápidamente posible y a temperaturas mínimas (Sullivan: 1981). Ver figura 5.

c).- Reacciones Enzimáticas. La mayor parte de las reacciones enzimáticas son condicionadas por la  $a_w$ , en los diversos casos de reacciones de hidrólisis ésta no se manifiesta sino más allá de la sección a, la actividad enzimática al igual que la

hidrólisis aumenta considerablemente una vez que la  $a_w$  es mayor a 0.7, esta misma dependencia se observa en la acción de la glucosa-oxidasa y la polifenol-oxidasa, las lipasas son una excepción, en ellas se encuentra una misma actividad desde bajos contenidos de agua. ver figura 5.

Debido al hecho de que pueda existir actividad enzimática indeseable y que se manifiesta en el almacenamiento tanto de productos deshidratados como congelados, lleva a una práctica común en la Ingeniería de Alimentos y es tratamiento térmico conocido como blanqueo, que se efectúa con agua en ebullición o con vapor y cuyo principal objetivo es la inactivación de enzimas, sin provocar un cocimiento completo.

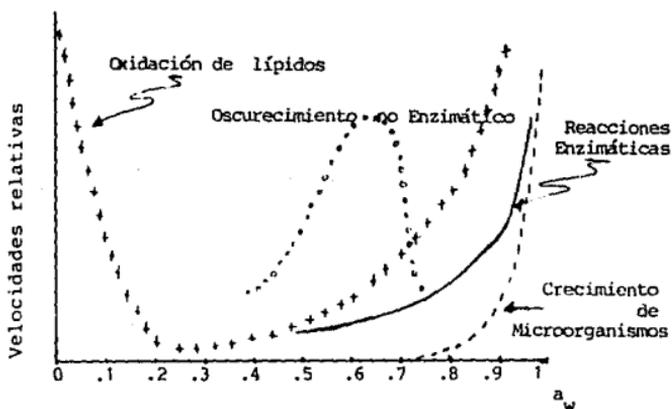


FIGURA 5. VELOCIDADES DE DETERIORACION DE LOS ALIMENTOS EN FUNCION DE LA ACTIVIDAD DE AGUA

## MICROORGANISMOS EN DESHIDRATAACION

El crecimiento de microorganismos es igualmente dependiente de la actividad de agua, en particular por la influencia de la presión osmótica, se observa un valor óptimo de actividad de agua para el crecimiento de los microorganismos, situado entre 0.92 y 0.99, por debajo de este óptimo su crecimiento se retarda, detiene o inhibe. Esta es la explicación parcial acerca de la estabilidad de los alimentos secos o adicionados con sal o azúcar, tales como: quesos, salsas, confitados, etc.

En la tabla 2 se dá un idea de las actividades mínimas necesarias para diversas clases de microorganismos, es por demás señalar que se han observado diferencias de una especie a otra dentro de un mismo género y que en un alimento sólido de estructura heterogénea pueden encontrarse puntos de diferentes  $a_w$ , de tal suerte que el crecimiento de microorganismos pueda darse en un punto y propagarse.

Es bueno constatar así mismo que las bacterias, por lo menos las especies patógenas y toxinógenas, no se multiplican en actividades de agua por debajo de 0.9-0.85. El microorganismo Staphylococcus aureus es la especie toxinógena más resistente a la deshidratación, no se desarrolla por debajo de  $a_w = 0.86$ .

a <sub>w</sub>	Especies
0.98	Organismos que producen baba en carne (slim)
0.97	Pseudomonas, esporas <u>B. cereus</u>
0.96	Acromobacteria, <u>E. coli</u>
0.95	<u>B. subtilis</u> , <u>Cl. botulinum</u> esporas +
0.94	<u>B. cereus</u> , <u>A.aerogenes</u> +
0.93	<u>Cl. botulinum</u> , Salmonella
0.92	Sarcina
0.91	Mayoría de bacterias
0.90	<u>S. aureus</u> (anaerobio)
0.88	Mayoría de levaduras
0.86	<u>S. aureus</u> (aerobio)
0.85	<u>A. niger</u> +
0.83	Alternaria citri +
0.80	Mayoría de hongos
0.75	Bacterias halofílicas
0.65	Hongos xerófilos
0.62	Levaduras osmolíticas, mayoría de organismos son inhibidos

TABLA 2. ACTIVIDADES DE AGUA MINIMAS APROXIMADAS PARA EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS (Van Arsdel:1973)

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS DE HUMEDAD INTERMEDIA

El término humedad intermedia se aplica a un grupo heterogéneo de alimentos con contenidos de humedad de 20-40% o actividades de agua mínimas de 0.6-0.75, estos alimentos son en consecuencia perecederos, y requieren de otro mecanismo de conservación como: almacenamiento en frío o de atmósferas modificadas, tratamientos térmicos, conservadores químicos, etc. e incluye frutas secas (dátil, higos,

uvas, durazno, chabacano, manzanos), confitería (dulces, jaleas, mermeladas, melazas, mieles, jarabes), productos de panificación (fruit cake), carnes (peperoni, salsas secas, tocino, jamones) y pescados secos, exceptuando estos últimos, todos son comestibles en este estado. (Van Aradell: 1973).

En tecnología de alimentos se emplean 2 métodos para lograr disminuir el contenido de humedad de los productos: el secado o deshidratación y la adición de sólidos solubles o una combinación de ambas.

Los aditivos que se recomiendan para incrementar los sólidos solubles deben tener ciertas características, como son:

- No impartir sabor u otra alteración al alimento
- Altamente soluble
- Debe ser metabolizado por el organismo
- No debe ser tóxico

En la tabla 3 se muestra el comportamiento de diversos solutos que se pueden usar como aditivos, en cuanto a la actividad de agua a diferentes molaridades (número de moles del soluto por 1000 g de disolvente).

El proceso de adición de sólidos tiene un efecto simultáneo con la disminución del contenido de agua de la fruta,

$a_w$	Molaridad ideal	NaCl	CaCl <sub>2</sub>	Sacarosa	Glicerol
0.995	0.281	0.150	0.101	0.272	0.277
0.990	0.566	0.300	0.215	0.534	0.554
0.980	1.13	0.607	0.418	1.03	1.11
0.960	2.31	1.20	0.87	1.92	2.21
0.940	3.54	1.77	1.08	2.72	3.32
0.920	4.83	2.31	1.34	3.48	4.44
0.900	8.17	2.83	1.58	4.11	5.57
0.850	9.80	4.03	2.12	5.98	8.47
0.800	13.9	5.15	2.58		11.5
0.750	18.9		3.00		14.8
0.700	23.8		3.40		18.3
0.650	30.0		3.80		22.0

TABLA 3. MOLARIDADES DE DIVERSOS SOLUTOS CORRESPONDIENTES A DIVERSOS VALORES DE  $a_w$  A 25°C.

esto se debe al gradiente de presión osmótica que se establece entre el jarabe y el fruto, en este proceso las células del fruto actúan como membranas semipermeables que permiten la salida de agua y la ganancia de sólidos solubles.

Los mecanismos de transferencia de masa son la presión osmótica y la difusión de solutos en líquidos; la presión osmótica se representa como:

$$v^{\circ} \pi + RT \ln x = 0$$

en donde:  $v^{\circ}$  = el volumen molar de disolvente puro

$\pi$  = Presión osmótica

R = Constante Universal de Gases

T = Temperatura absoluta

x = Fracción molar del soluto

Para la difusión de solutos en diluciones se emplea la conocida Ley de Fick:

$$J_z = - D \frac{\partial c}{\partial z}$$

donde:  $J_z$  = Flujo o cantidad de masa transportada por unidad de superficie perpendicular a la dirección de flujo z.

D = Coeficiente de difusión

$\frac{\partial c}{\partial z}$  = Diferencia de concentración en la dirección del flujo z.

De acuerdo a estos dos mecanismos de transferencia, el proceso de deshidratación osmótica depende de diferentes variables; que son:

- 1.- Area o superficie de transferencia del producto a deshidratar. La superficie total de transferencia es el primer factor a considerar en un proceso de transferencia, a mayor área mayor transferencia, en un alimento esta área estará dada por el tamaño y forma del produco

to a deshidratar.

2.- Características de los solutos. Los sólidos que se transfieren durante el proceso osmótico, presentan diferentes estructuras químicas, tamaños moleculares, polaridad de la molécula, y por ello presentan diferentes inter-relaciones con las membranas o componentes del alimento, esto se vé directamente influido en la velocidad de transferencia debido a sus diferentes constantes de difusión, a la vez por las inter-relaciones que pueden tener con los componentes del alimento, los sólidos agregados darán diferentes propiedades al producto, los sólidos más utilizados son: glucosa, fructosa, sacarosa, sal, etc.

3.- Concentración de los solutos. Tanto los movimientos de difusión como los gradientes de presión osmótica, están directamente relacionados con la concentración, además la concentración tiene una influencia considerable en la viscosidad del jarabe y por ende en el movimiento que puedan tener las moléculas durante el proceso.

4.- Tiempo. El proceso de difusión es un proceso en estado no estacionario, por lo que el tiempo (hasta antes de alcanzar el equilibrio) es una variable importante para definir la cantidad de agua removida y/o la can-

tividad de sólidos ganados.

5.- Temperatura. Tanto el proceso de difusión como la presión osmótica son funciones de la temperatura del proceso, de hecho la cinética de transporte molecular es una función de Arrhenius (Pointing: 1966).

6.- Relación peso del jarabe/alimento. En la deshidratación el jarabe vá cambiando su concentración, por ello el gradiente osmótico disminuye y las velocidades de transferencia también, una relación alta jarabe/alimento mantiene sin cambio el gradiente osmótico.

#### MECANISMOS DE DESHIDRATAACION

Desde un punto de vista físico, la disminución de agua de un alimento húmedo se acompaña generalmente de su eliminación en forma de vapor, dos fenómenos fundamentales intervienen en esta operación.

- 1).- La transferencia de calor que aporta la energía necesaria para la transferencia de agua en vapor (principalmente calor latente de evaporación).
- 2).- La transferencia de masa que significa la salida de vapor de agua a través del alimento.

El valor de los diferentes parámetros (temperatura del producto y del medio de secado, superficie de intercambio, humedad del ambiente, presión, movimientos de los fluidos presentes, etc.), permiten calcular la intensidad de estos fenómenos y de ellos depende la velocidad de secado, la calidad del producto final, la necesidad energética del proceso y el costo de operación.

#### EQUILIBRIO

La presión de vapor ejercida por la humedad contenida en un alimento depende de la naturaleza del agua contenida, de la naturaleza del alimento y de la temperatura. Si un alimento se pone en contacto con una corriente continua de gas, que contiene una humedad constante, el alimento perderá humedad por evaporación o la ganará a expensas del gas, hasta que la presión de vapor del alimento sea igual a la del gas, se dice entonces que el sólido y el gas estarán en equilibrio, y el contenido de humedad del alimento se conoce como contenido de humedad en el equilibrio ( $X_e$ ).

El contenido de humedad de un alimento se expresa generalmente en términos de peso por ciento de humedad.

Base húmeda:  
Contenido de humedad de un alimento =  $X = \frac{\text{Kg humedad}}{\text{Kg humedad} + \text{Kg sólido seco}}$

Base seca:

$$\text{Contenido de humedad de un alimento} = X = \frac{\text{Kg de humedad}}{\text{Kg sólido seco}}$$

#### PERIODOS DE SECADO

El peso del alimento a secar puede ser medido como función del tiempo, el alimento es secado por una corriente de aire de temperatura, humedad, velocidad y dirección de flujo constante, y el peso del alimento se toma como función del tiempo, estos datos permiten calcular el contenido de humedad en base seca y si se conoce el contenido de humedad al equilibrio  $X_e$ , se puede calcular y graficar el contenido de humedad libre  $(X - X_e)$  contra el tiempo, como lo muestra la Figura 6 y se llama curva de secado.

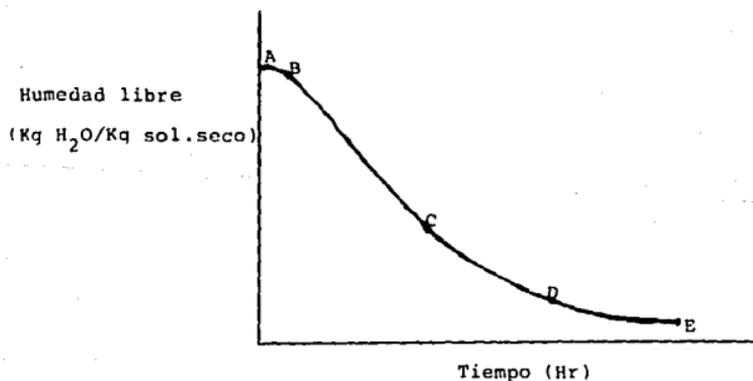


FIGURA 6. CURVA DE SECADO

En ella se distingue como la humedad es removida por evaporación de la superficie saturada del alimento, después esta área decrece gradualmente hasta que se logra la evaporación de agua de la parte interior del alimento.

Esta curva se puede expresar también como curva de velocidad, ver figura 7.

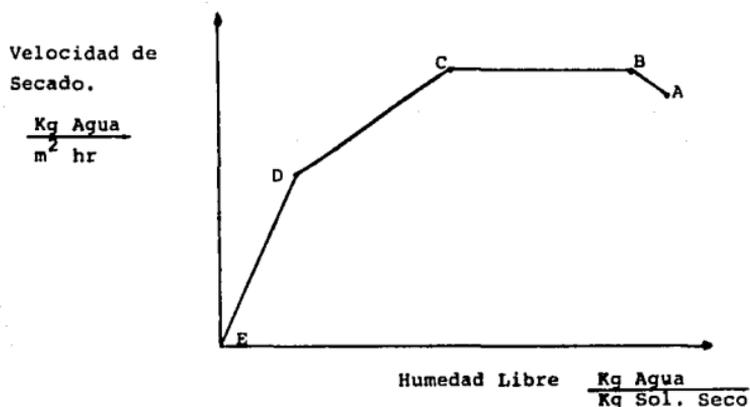


FIGURA 7. CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO.

En ella se observa fácilmente los periodos de Secado: el periodo AB o de levante, el periodo BC o de velocidad constante y el periodo CE de Velocidad Decreciente, el punto C se conoce como contenido de humedad crítica, como muestra la figura el periodo de velocidad decreciente puede estar dividido en varias etapas CD y DE.

Durante el período de secado a velocidad constante, la pérdida de agua del alimento está limitada por la velocidad de evaporación del agua superficial o interior del producto y esta velocidad continúa mientras la migración de humedad a la superficie sea más alta o igual a la velocidad de evaporación en la superficie y se expresa como:

$$\frac{dx}{d\theta} = \frac{h A (T_g - T)}{L} = k_m A (H_w - H_A)$$

donde:  $\frac{dx}{d\theta}$  = cambio de humedad con el tiempo

$h$  = coeficiente de transferencia de calor a las condiciones de la superficie

$A$  = Area de transferencia

$T_g$  = Temperatura del gas de secado

$T$  = Temperatura de secado (de bulbo húmedo)

$L$  = Calor latente de evaporación

$k_m$  = Coeficiente de transferencia de masa a las condiciones de los alrededores

$H_w$  = Humedad absoluta del aire de secado a las condiciones de bulbo húmedo

$H_A$  = Humedad absoluta del aire

De acuerdo con esta ecuación la velocidad de secado estará limitada por la transferencia de calor del aire al agua superficial o por la humedad que se transfiere de la superficie al aire, el coeficiente de transferencia de calor es convectivo. El cálculo del tiempo de secado se realiza:

$$N_c = - \frac{m}{A} \frac{dx}{d\theta}$$

$$\theta = \frac{m}{AN_c} (X_1 - X_2)$$

donde:  $N_c$  = velocidad de secado constante

$m$  = masa

$A$  = Area de transferencia

$X_{1,2}$  = Contenido de humedad inicial y final

El período de velocidad decreciente, se inicia después de alcanzar el contenido de humedad crítica, en ella el área superficial que está saturada es cada vez menor, de tal forma que el movimiento del agua del interior a la superficie no logra suplir el agua evaporada, o la velocidad de secado decrece tanto como disminuye el área superficial saturada y los fenómenos principales que involucran el movimiento del agua en su salida del alimento son:

- a).- Movimiento del líquido por fuerzas capilares
- b).- Difusión del líquido
- c).- Difusión superficial
- d).- Difusión de vapor de agua

La ecuación que expresa la difusión de líquidos dentro de

sólidos, puede expresarse como:

$$\frac{\partial c}{\partial \theta} = D \left\{ \frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{j}{r} \frac{\partial c}{\partial r} \right\}$$

donde:  $j = 0, 1, 2$  si se trata de una placa infinita, cilindro infinito y esfera respectivamente, al resolver la ecuación para una esfera con las siguientes condiciones de frontera:

$\frac{\partial c}{\partial r} = 0; r = 0; \theta \geq 0$ ; es decir en el centro la concentración no cambia.

$C = C_e; r = R; \theta > 0$ ; en la superficie la concentración está en equilibrio con el aire de secado.

$C = C_0; 0 \leq r \leq R; t = 0$ ; al inicio la concentración en cualquier parte de la esfera es uniforme.

Se obtiene:

$$\frac{X_0 - X}{X_0 - X_e} = 1 - \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \text{exponente} \left( - \frac{Dn^2 \pi^2 \theta}{R^2} \right)$$

para tiempos de secado largos, se pueden despreciar desde el segundo término de la serie:

$$\frac{X_0 - X}{X_0 - X_e} = 1 - \frac{6}{\pi^2} \text{exponente} \left( - \frac{D\pi^2 \theta}{R^2} \right)$$

que se puede resolver para  $\theta$  :

$$\theta = \frac{R^2}{D^2 \pi^2} \ln \left[ \frac{6(X_0 - X_e)}{\pi^2 (X - X_e)} \right] \text{ para esfera con } R = \text{radio}$$

$$\theta = \frac{4 l^2}{\pi^2 D} \ln \left[ \frac{8(X_0 - X_e)}{\pi^2 (X - X_e)} \right] \text{ para placa con } l = \text{mitad del es-} \\ \text{pesor de placa}$$

$$\theta = \frac{r^2}{5.78 D} \ln 0.692 \left[ \frac{X_0 - X_e}{X - X_e} \right] \text{ para cilindro con } r = \text{radio}$$

donde  $X_0, X_e, X$  = Contenido de Humedad inicial, al equili  
brio y al tiempo  $\theta$

$D$  = Difusividad

$\theta$  = Tiempo

$R^2$  = Dimensión (radio espesor)

$\pi$  = 3.1416

## CAPITULO II

### OBJETIVOS

#### 4.- O B J E T I V O S

##### OBJETIVO GENERAL

Diseñar un proceso para la obtención de un producto deshidratado de melón de humedad intermedia, en el cual se conserven sus características sensoriales.

##### OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Seleccionar el tamaño y la forma de presentación para un producto de humedad intermedia de melón.
- 2.- Determinar las condiciones para la deshidratación combinada (osmótica y por aire) del melón, que conserven sus características sensoriales.
- 3.- Identificar y Optimizar las operaciones del proceso para la obtención de un producto deshidratado de melón.
- 4.- Obtener un producto de humedad intermedia de melón, fruta que tiene pocos usos como producto procesado.
- 5.- Contribuir a un mayor aprovechamiento del melón tamaño 45, que generalmente alcanza bajos precios en el mercado de fruta fresca.

**CAPITULO III**

**METODOLOGIA DE INVESTIGACION**

## METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

### 1.- ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACION

La estructura metodológica utilizada para el desarrollo del presente trabajo consta de tres etapas:

#### 1a. ETAPA

En la primera etapa se cumplen dos objetivos; definir la forma de presentación del producto y determinar las condiciones para la deshidratación por medio de una corriente de aire.

Para definir la forma de presentación del producto, se estudiaron tanto 3 posibles formas como diferentes tamaños de presentación, siendo los criterios de elección la facilidad de manejo y la identificación visual del producto.

Para determinar las condiciones de deshidratación por corriente de aire, la variable de proceso a evaluar fué la temperatura de secado. Los criterios de selección fueron el tiempo de secado y las características sensoriales del producto.

## 2a. ETAPA

Una vez establecida la forma y las condiciones de secado por aire, se buscó determinar y optimizar las condiciones de deshidratación osmótica.

Las variables estudiadas en este proceso fueron: tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe, concentración del jarabe y temperatura del proceso.

El criterio para la selección y optimización de las condiciones del proceso fué la evaluación sensorial del producto, realizada por jueces entrenados para las siguientes características sensoriales del producto: sabor, color, aroma y gusto total.

Para llevar a cabo esta segunda etapa fué necesario contar con un panel de jueces entrenados, para ello se realizó una tercera etapa.

## 3a. ETAPA

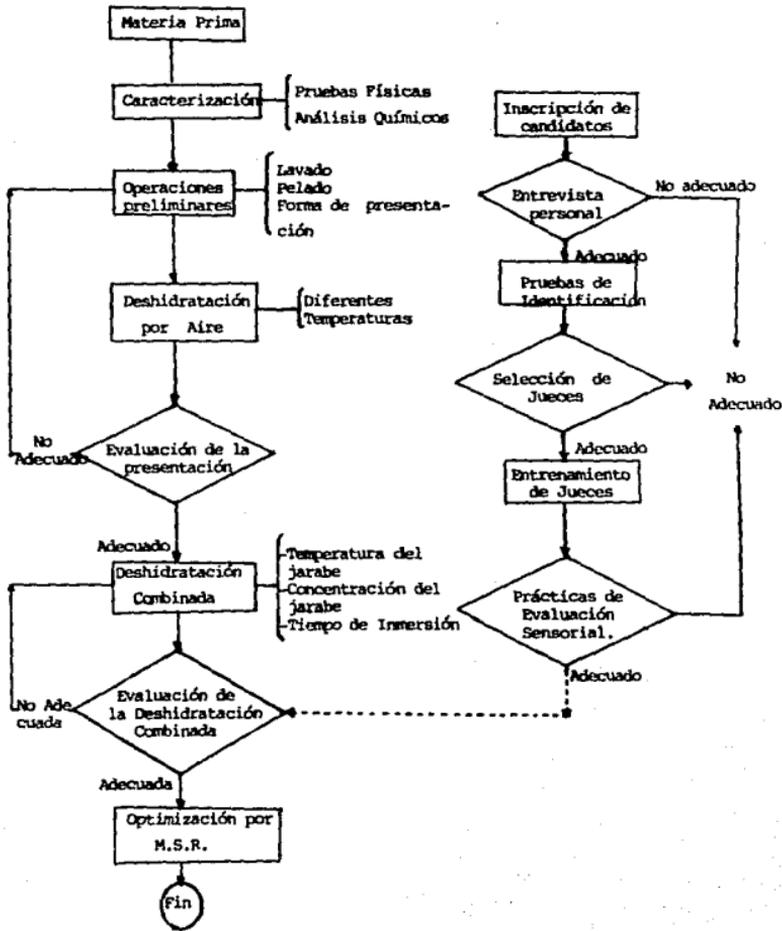
El objetivo de esta etapa fué la formación de un panel de jueces entrenados en evaluación sensorial de melón, y en el uso de cuestionarios Cuantitativo-Descriptivos, utilizados para la evaluación de la 2a. etapa.

La formación del panel de jueces entrenados se llevó a cabo en tres períodos:

- a).- Inscripción de candidatos y su selección por medio de entrevistas personales.
- b).- Selección de jueces por medio de pruebas de identificación de sabores básicos.
- c).- Entrenamiento de jueces en productos de melón y en análisis cuantitativo-descriptivos, que se efectuó por medio de prácticas de evaluación sensorial y sesiones sobre el manejo y uso de estas pruebas.

En la figura 8 se presenta el esquema de la estructura de la investigación.

FIGURA 8. ESTRUCTURA DEL TRABAJO PARA LA OBTENCIÓN DE MELÓN DESHIDRATADO.



## 2.- DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

La presente investigación se desarrolla en el Departamento de Tecnologías Básicas Agroindustriales de la Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT).

### 2.1.- CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

Se empleó melón (Cucumis melo L.) variedad reticulatus, sano, sin daño mecánico y del tamaño clasificado como 45, que se compró en FRUTIMESA S.A., Km. 14.5 carretera México-Toluca, México D.F.

El abastecimiento de la fruta se realizó procurando que tuviera un mismo estado de madurez, de acuerdo a características visuales que presentara el fruto, como son: color externo, desarrollo de la red y forma del pezón.

Una vez en el laboratorio, la fruta fué lavada manualmente con agua corriente para eliminar polvo y otras impurezas, cuando fué necesario se almacenó en refrigeración a 8°C y 90% de humedad. (Pelayo: 1975).

Se efectuaron pruebas físicas y análisis químicos con el fin de caracterizar la materia prima.

#### PRUEBAS FISICAS

Tamaño del fruto. Se eligieron frutos clasificados como 45, evaluándose el perímetro ecuatorial y axial por medio de medidas con una cinta métrica.

Peso del fruto. Se pesó cada fruto en una báscula de laboratorio Sauter.

Rendimiento del fruto. Se calculó el rendimiento en pulpa del melón, por medio de la relación en peso entre fruta entera y pulpa de la fruta (sin cáscara y sin semillas).

Firmeza del fruto. Como medida indirecta del estado de madurez, se realizaron medidas sobre la firmeza o textura por medio de un penetrómetro manual Renato Lusa, realizando medidas sobre el diámetro ecuatorial de la fruta con cáscara y sin cáscara.

#### ANALISIS QUIMICOS

Sólidos solubles totales. Por lectura directa en un refractómetro Zeiss-Opton, según la técnica descrita por A.O.A.C. (1).

Potencial de Hidrógeno (pH). Por lectura directa en poten-

ciómetro Corning modelo 7, según la técnica descrita por A.O.A.C. (1).

Acidez total titulable. Por valoración con hidróxido de sodio usando fenoftaleína como indicador, según técnica descrita por A.O.A.C. (1).

Azúcares reductores directos y totales. Según el método de Lane y Eynon, que emplea valoraciones con soluciones de Fehling (Rangana:1978).

Contenido de humedad. Por medio de lectura directa en una balanza de humedad marca CENCO.

## 2.2.- OPERACIONES PRELIMINARES

Lavado. Se llevó a cabo un lavado manual con agua corriente para eliminar impurezas de la cáscara.

Almacenamiento. Para conservar la fruta se almacenó en cámaras de refrigeración a 8°C y 90% de humedad (Pelayo: 1975).

Pelado. El melón fué descascarado manualmente con cuchillos de acero inoxidable, eliminándose las semillas.

Reducción de tamaño. Se realizaron tres presentaciones del producto, en diferentes tamaños:

- a).- Rebanadas de melón, por cortes axiales del fruto en donde la parte más ancha de la rebanada fué de 10, 12, 15 y 20 mm.
- b).- Esferas de melón, empleando un sacabocados curvo (como el empleado en las neverías), obteniéndose esferas de 12 y 17 mm de diámetro.
- c).- Prismas de melón, por cortes con cuchillo en una sola medida 10x10x50 mm, esta presentación solo se hizo en un tamaño debido a que no se pudieron obtener prismas mayores, por el tamaño de la fruta. (Ver tabla 4).

C O R T E S	M E D I D A S
Rebanadas de melón	Espesor máximo de 10, 12, 15 y 20 mm
Esferas de melón	Diámetros de 12 y 17 mm
Prismas de melón	De 10 x 10 x 50 mm

TABLA 4. PRESENTACIONES Y TAMAÑOS DE LOS CORTES DE MELON.

### 2.3.- DESHIDRATACION POR CORRIENTE DE AIRE

La fruta cortada en las presentaciones y tamaños que se muestran en la tabla 4, se sometió a una deshidratación por medio de aire en un secador de Gabinete Partlow modelo 550-P, estudiando dos temperaturas de secado: 65°C y 75°C y una velocidad del aire de secado de 1 m/seg (este equipo no cuenta con variaciones en la velocidad de aire de secado) hasta alcanzar contenidos de humedad del 20% y determinándose los tiempos de secado.

Durante el proceso de deshidratación por corriente de aire, se tomaron diferentes muestras de fruta a intervalos de 50 minutos para evaluar los contenidos de humedad y con ello construir las curvas de secado a estas temperaturas.

Una vez obtenido el producto, se evaluaron diferentes formas de presentación así como los tamaños empleados de acuerdo a la facilidad de manejo y a evaluación sensorial por medio de 38 jueces semientrenados.

Para la evaluación sensorial de las muestras, se empleó el cuestionario 3 del Anexo I, que también fué utilizado para el entrenamiento de jueces (Ver punto 2.5.)

Con este punto se cumplieron los objetivos planteados pa-

ra la primera etapa de la investigación.

#### 2.4.- DESHIDRATAACION OSMOTICA

En la segunda etapa del proyecto se buscó determinar y optimizar las condiciones en el proceso de deshidratación osmótica, usando como criterio de selección los análisis sensoriales aplicados al producto.

Las variables que actúan en un proceso de deshidratación osmótica son: área de intercambio, concentración del jarabe, tipo de jarabe, relación fruta:jarabe, tiempo de inmersión, y temperatura del proceso (Lerici:1985, Boling:1983).

El jarabe empleado fué de azucar de caña (sacarosa) en relación de 5 a 1 con respecto de la fruta. El área de intercambio fué determinada al definirse la forma y tamaño de los cortes de melón.

De forma que en esta investigación se evaluaron los efectos sobre las características sensoriales de melón de tres variables de proceso: concentración de jarabe, tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe y temperatura a la cual se lleva a cabo este proceso.

Se empleó la técnica de Metodología de Superficie de Respuesta, ya que es una estrategia en el diseño de experimentos que

parte de un diseño factorial que se completa con medidas en su punto central y puntos axiales, de forma que a través de un procedimiento sistemático y controlado se localiza la combinación correcta de niveles de cada variable, que en general optimizan la respuesta.

La técnica de superficie de respuesta parte de que en intervalos pequeños, tanto las variables de respuesta como independientes tienen un comportamiento lineal, y emplea un modelo lineal en el que se pueden evaluar los efectos principales (en este caso los valores de las variables temperatura, tiempo y concentración), y las interacciones de primer orden o efectos sinérgicos entre las variables (en este caso temperatura/tiempo, temperatura/concentración, y tiempo/concentración). (Giovanni: 1983, Schutz: 1983, Méndez: 1980)

Para esta investigación la técnica de superficie de respuesta se desarrolló en 6 pasos:

- Paso 1. Definición de los valores base de las variables de proceso.
- Paso 2. Definición del modelo de respuesta y establecimiento del diseño experimental.
- Paso 3. Obtención de las respuestas por medio de la experimentación.
- Paso 4. Cálculo de los coeficientes del modelo de respuesta

Paso 5. Camino de Ascenso por la Pendiente Máxima.

Paso 6. Evaluación del modelo propuesto por medio de un Análisis de Varianza.

Un último paso para esta técnica es la definición de un máximo o mínimo absoluto y la modelación de la superficie de respuesta a través del llamando Análisis Canónico, esto último no se realizó.

Paso 1. La determinación de los valores base de las variables de proceso, fueron elegidas de acuerdo a la literatura (Boiling:1983, Pointing: 1966), Lerici: 1985), empleando como unidades de cambio las que se muestran en la tabla 5.

Variables de proceso	Variable original	Nivel Base	Unidad de cambio	Nivel Bajo	Nivel Alto
Concentración de sacarosa ( $^{\circ}$ Bx)	$\theta_1$	65	2.5	62.5	67.5
Tiempo de inmersión(hr)	$\theta_2$	2	0.5	1.5	2.5
Temperatura del proceso ( $^{\circ}$ C)	$\theta_3$	30	5.0	25	35

TABLA 5. VALORES BASE Y UNIDADES DE CAMBIO PARA LAS VARIABLES DE PROCESO.

Paso 2. Se empleó un Modelo de Respuesta Lineal para estimar los efectos de las variables de proceso (efectos principales) y las inter-relaciones entre efectos principales (inter-relaciones de segundo orden) siendo las respuestas el sabor, color, aroma y gusto total del producto obtenido.

(Lah: 1980, Motycka: 1984, Mclellan: 1984).

Para el diseño experimental fué empleado un diseño factorial completo con dos niveles para cada variable (nivel alto y nivel bajo), este diseño requiere  $2^3 = 8$  unidades experimentales, como se muestra en la tabla 6. (Mullen: 1979, Mullen: 1985).

CONCENTRACION	TIEMPO	TEMPERATURA
- 1	- 1	- 1
- 1	- 1	1
- 1	1	- 1
- 1	1	1
1	- 1	- 1
1	- 1	1
1	1	- 1
1	1	1

TABLA 6. DISEÑO FACTORIAL COMPLETO (Variables codificadas)

Modelo codificado:  $Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_1X_2 + B_5X_1X_3 + B_6X_2X_3$

Modelo original:  $Y = b_0 + b_1\sigma_1 + b_2\sigma_2 + b_3\sigma_3 + b_4\sigma_1\sigma_2 + b_5\sigma_1\sigma_3 + b_6\sigma_2\sigma_3$

Paso 3. Se realizaron los ocho experimentos bajo las condiciones establecidas en el diseño factorial anterior, y para evitar sesgos se ordenaron al azar, como se muestra en la tabla 7.

ORDEN DE EXPERIMENTO	CONCENTRACION °Bx	TIEMPO Hr	TEMPERATURA °C
8	62.5	1.5	25
2	62.5	1.5	35
5	62.5	2.5	25
7	62.5	2.5	35
1	67.5	1.5	25
6	67.5	1.5	35
4	67.5	2.5	25
3	67.5	2.5	35

TABLA 7. DISEÑO FACTORIAL COMPLETO (Variables originales)

Para la realización de los experimentos la fruta se lavó, peló y cortó en la presentación definida. Se preparó el

jarabe de sacarosa a la concentración del experimento y se colocó en baño María por media hora para alcanzar la temperatura deseada. La fruta se agregó al jarabe y se mantuvo sumergida por el tiempo requerido, la relación jarabe-fruta fué de 5 a 1.

Posteriormente, la fruta se escurrió, se colocó en mallas de acero inoxidable y se sometieron a secado por corriente de aire a temperatura definida en la primera etapa de la investigación, hasta alcanzar un contenido de humedad del 20%.

El producto obtenido fué envasado en bolsas de plástico y se realizó el análisis sensorial en las 24 Hrs. posteriores a su obtención, para ello se empleó el cuestionario No. 5 del Anexo I.

Paso 4. El cálculo de los coeficientes se realizó utilizando el Método de Mínimos Cuadrados a partir del modelo experimental propuesto, basado en las variables codificadas:

$$\underline{Y} = \underline{X} \underline{B} + \underline{E}$$

siendo:  $\underline{Y}$  = matriz de respuestas de orden (n x 1)

$\underline{X}$  = matriz de variables de orden (n x p)

$\underline{B}$  = matriz de coeficientes de correlación de orden  $(p \times 1)$

$\underline{E}$  = matriz de erro experimental de orden  $(n \times 1)$

$n$  = observaciones o experimentos

$p$  = variables de proceso

El cálculo de los coeficientes se obtiene de la siguiente ecuación matricial (Cochran: 1983).

$$\underline{B} = (\underline{X}'\underline{X})^{-1}(\underline{X}'\underline{Y})$$

siendo:  $\underline{B}$  = matriz de los coeficientes de correlación

$\underline{X}$  = matriz de diseño

$\underline{X}'\underline{X}$  = matriz de coeficientes

$(\underline{X}'\underline{X})^{-1}$  = matriz de precisión

Para el cálculo de los coeficientes ( $B_i$ ) del modelo lineal empleado, se desarrolló un programa de computación en lenguaje BASIC para una microcomputadora Apple II +, este programa de computación calcula también el Camino de Ascenso por la pendiente máxima y realiza el análisis de varianza del modelo propuesto, el listado del programa se presenta en el Anexo II.

Paso 5. El camino de ascenso por la pendiente máxima (C.A.P.M.) es una serie de experimentos secuenciales, para pla-

near estos experimentos se regresa al modelo de variables originales, dando valores mayores a las variables que incrementan la respuesta (aquellas cuyo coeficiente de correlación es positivo), y disminuyendo las variables cuya respuesta es negativa.

Para obtener el modelo de variables originales, los coeficientes se obtienen empleando la siguiente relación:

$$b_i = \frac{B_i}{U C_i}$$

donde:  $b_i$  = coeficiente  $i$  en variables originales  
 $B_i$  = coeficiente  $i$  obtenido en la correlación (codificado)  
 $U C_i$  = unidad de cambio para la variable  $i$

para el coeficiente de orden cero o efecto de la respuesta en el origen, se calcula:

$$b_0 = B_0 - \sum_{i=1}^p \frac{B_i \times NB_i}{U C_i}$$

donde:

$b_0$  = coeficiente de orden cero en variables originales  
 $B_0$  = coeficiente de orden cero en variables codificadas

$N B_i$  = nivel base de la variable  $i$

Para conocer las magnitudes en que se deben aumentar o disminuir las variables, se supone un incremento en alguna de ellas ( $i$ ) y se calculan las demás ( $j$ ) de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{Cambio en la variable } j = \frac{\text{valor supuesto } i \times B_j UC_j}{B_i UC_i}$$

para  $j = 1, 2, \dots, p$

$j \neq i$

Valor sobre el C.A.P.M. =  $N B_j$  + cambio  $j$   
de la variable  $j$

para  $j = 1, 2, \dots, p$

De esta forma se calculan y experimentan nuevos valores sobre las variables de proceso que incrementan la respuesta.

Paso 6. Para evaluar el modelo propuesto, se realizó un análisis de varianza, en donde fué necesario aumentar el diseño factorial con cuatro puntos centrales de forma que fuera posible evaluar el error experimental (Cochran: 1983, Lah: 1980, Mullen: 1979, Méndez: 1980).

Las hipótesis de trabajo y alternativas son:

$$H_{01}: \underline{B} = 0$$

$$H_{a1}: B_i \neq 0$$

$$H_{02}: \text{Falta ajuste} = 0$$

$$H_{a2}: \text{Falta ajuste} \neq 0$$

Es decir, todos los valores de  $\underline{B}$  son ceros y por ello el modelo no "modela" al experimento y la falta de ajuste cero, quiere decir que no hay desviaciones de las respuestas con respecto al modelo ajustado, o de otra forma, que las desviaciones se deben a errores experimentales y no a la falta de ajuste en el modelo (Ostle: 1983).

El Análisis de Varianza (ANOVA) es:

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CALCULADA
Modelo	$p + 1$	$I: \underline{B}'(\underline{X}'\underline{Y})$	$I/p + 1$	C.M.modelo/C.M.res.
Residual	$n-p-1$	$II-I$	$II-I/n-p-1$	
Falta ajuste	$n-t$	$(II-I)-III$	$(II-I)-III/n-t$	C.M.ajuste/C.M. error
Error puro	$t-p-1$	$III: \sum_i Y_i^2 - n\bar{Y}^2$	$III/t-p-1$	
Total	$n$	$II: \underline{Y}'\underline{Y}$		

$p = \text{No. de variables}$   
 $= 3$

$n = \text{No. experimentos}$   
 $= 12$

$t = \text{tratamientos}$   
 $= 8$

De esta forma se definieron las condiciones para el deshidratado osmótico y se cumplen los objetivos de la Etapa II de la investigación.

## 2.5. ANALISIS SENSORIAL

La formación del panel de jueces y su entrenamiento se llevó a cabo en tres períodos:

Período A. Inscripción de candiatos. Se invitó a personal de servicio social, prácticas profesionales, tesistas, alumnos, profesores e investigadores de la Escuela Nacional de Fruticultura y la Subdirección de Investigación de la Comisión Nacional de Fruticultura.

Se realizaron entrevistas personales semiestructuradas, tratando los siguientes temas:

- a).- Salud del entrevistado
- b).- Habilidad para concentrarse y aprender
- c).- Curiosidad intelectual e interés en el trabajo de evaluación sensorial

Período B. Durante este período se realizaron tres pláticas de 20-30 min. y dos pruebas de identificación de sabores con dos repeticiones cada una de ellas.

Las pláticas se realizaron al inicio y después de cada una de las pruebas, en ellas se trataron temas de introducción

al análisis sensorial, la importancia de su participación en las pruebas, las actitudes y comportamiento durante la realización del mismo, así como pláticas acerca de los mecanismos de percepción, los tipos de pruebas que existen y el vocabulario que se emplearía en nuestros análisis.

Las pruebas de evaluación sensorial consistieron en identificación de los sabores básicos y pruebas para medir los umbrales de cada juez.

Para identificar los sabores básicos (salado, dulce, ácido, amargo) se prepararon soluciones al 0.0128 M de cloruro de sodio y sacarosa y al 0.0010 M de ácido cítrico y cafeína, se proporcionaron 15 ml aproximadamente de estas soluciones en vasos de plástico transparente marcados con cifras de 4 dígitos escogidos al azar, llevándose a cabo la prueba en cubículos especiales para evaluación sensorial y empleando el cuestionario 1 (Anexo I) para coleccionar los datos.

Para la determinación de los umbrales, se prepararon soluciones de las mismas sustancias a diferentes concentraciones, como se indica en la tabla 8 y empleando la misma metodología anterior se presentaron a los jueces, en este caso se empleó el cuestionario 2 (Anexo I).

Solución Número	Molaridad	Salado	Dulce	Molaridad	Acido	Amargo
		(1)	(2)		(3)	(4)
		Mililitros de sol. stock divididos en un litro			Mililitros de sol. stock divididos en un litro	
1	0.0002	2	2	0.00005	0.5	0.5
2	0.0004	4	4	0.0001	1	1
3	0.0008	8	8	0.0002	2	2
4	0.0016	16	16	0.0004	4	4
5	0.0032	32	32	0.0006	6	6
6	0.0064	64	64	0.0008	8	8
7*	0.0128	128	128	0.0010	10	10

Nota: \* Esta concentración fué empleada para la identificación de sabores básicos.

Clave: (1) Solución stock: 5.845 g de cloruro de sodio en un litro.

(2) Solución stock: 34.23 g de sacarosa en un litro.

(3) Solución stock: 21.015 g de ácido cítrico en un litro.

(4) Solución stock: 19.41 g de cafeína en un litro.

TABLA 8. PROCEDIMIENTO EN LA PREPARACION DE MUESTRAS PARA PRUEBA DE UMBRALES. (Rangana: 1978).

Estas pruebas se hicieron por duplicado, seleccionando a los jueces por aptitudes sensoriales y por el interés mostrado.

En esta etapa se conto con la participación de 3g jueces, seleccionándose 12 jueces para continuar con la etapa C.

Período C. Para el entrenamiento de jueces se llevaron a cabo análisis sensoriales para dos productos de melón elaborados en el laboratorio y se realizaron 2 pláticas de 30 minutos.

Las pláticas trataron sobre las pruebas que se realizaron, se comentaron los avances obtenidos, las actitudes mostradas, la forma como se prepararon las muestras, el tipo de cuestionario y el vocabulario empleado.

Se obtuvieron dos productos de melón: néctar y mermelada, la manera de preparación se presentan en las figuras 9 y 10, en estos productos se utilizaron diferentes formulaciones con el fin de que los jueces detectaran las diferencias en cuanto a color, aroma, sabor (dulce y ácido) y gusto total. Las formulaciones empleadas se indican en las tablas 9 y 10, la forma de presentación a los jueces fué en vasos de plástico transparentes, identificados por claves numéricas de 4 dígitos cada una, empleando el cuestionario 4 (Anexo I) y realizándose en los cubículos especiales de evaluación sensorial.

Al final de esta etapa se contó con 7 jueces entrenados, este número de jueces es suficiente para validar los análisis cuantitativo-descriptivos realizados (Rangana : 1978).

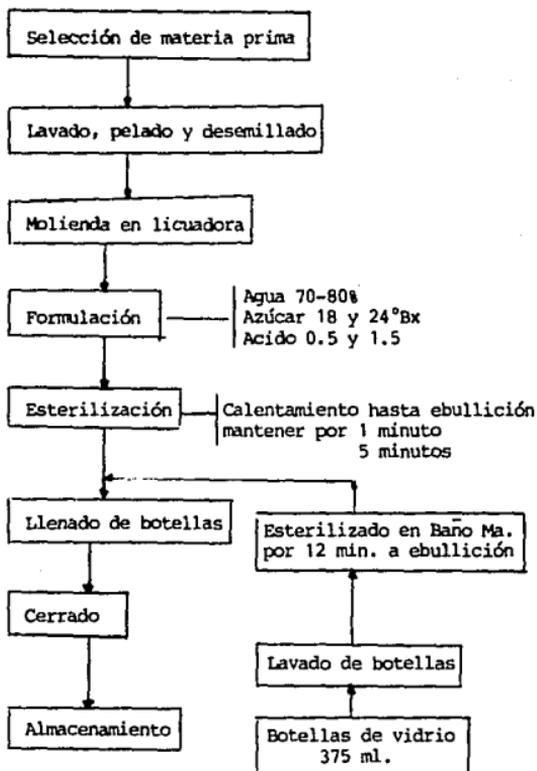


FIGURA 9

OBTENCION DE NECTAR DE MELON

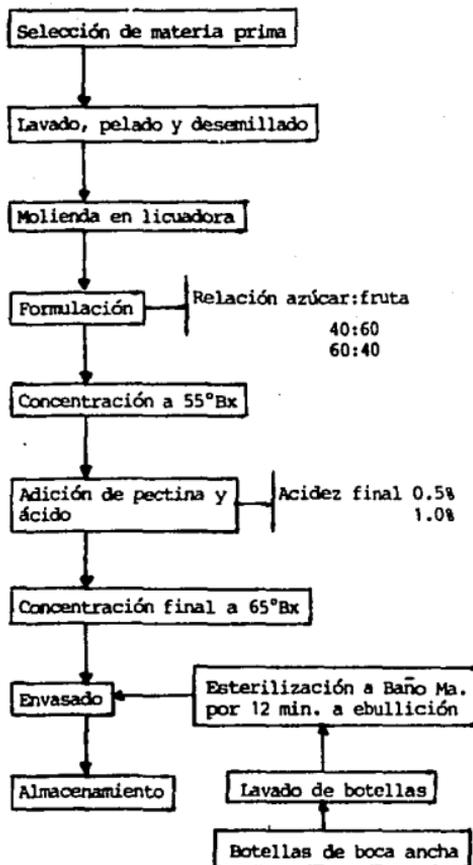


FIGURA 10

OBTENCION DE MERMELADA DE MELON

No.	Relación pulpa:agua	°Bx del producto final	Acidez (%) del producto final	Tiempo de esterilización (min.)
1	70:30	18	0.5	1
2	70:30	18	0.5	5
3	70:30	18	1.5	1
4	70:30	24	0.5	1
5	70:30	18	0.5	1

TABLA 9. FORMULACIONES EMPLEADAS EN EL NECTAR DE MELON.

No.	Relación pulpa:fruta	Acidez final (%)
1	40:60	0.5
2	40:60	1.0
3	60:40	0.5
4	60:40	1.0

TABLA 10. FORMULACIONES EMPLEADAS EN LA MERMELADA DE MELON.

La evaluación sensorial de las formas de presentación del producto de melón de humedad intermedia (ver punto 2.3), se realizó por medio de 38 jueces semientrenados, las mues-

tras en sus diferentes presentaciones y un tamaño (rebanadas de 12 mm, esferas de 12mm y prisma de 10x10x50 mm), se colocaron en una charola blanca porcelanizada con claves de identificación numéricas de 4 dígitos tomadas al azar, se presentaron a los jueces y por medio del cuestionario 3 del Anexo I, se solicitó que identificaran la fruta con la que se obtuvo el deshidratado y cual de ellas les gustaba más de acuerdo a una escala hedónica de 5 puntos.

Para evaluar las condiciones empleadas en la deshidratación osmótica, se utilizó el cuestionario 4 del anexo I, que fue aplicado a los 7 jueces entrenados, evaluándose un máximo de 3 muestras por sesión, las muestras constaban de 2 piezas de melón deshidratado (aproximadamente 20 g), colocados en un vaso de plástico con una clave de identificación numérica de 4 dígitos.

El cuestionario 4 se empleó en los análisis cuantitativo - descriptivos, contiene una escala no numérica con anotaciones de débil, moderado y fuerte (disgusta, ni gusta-ni disgusta, gusta), en donde la interpretación numérica de la respuesta se realiza por una digitalización de la escala desde 0.0 hasta 10.0 en décimas, Las respuestas obtenidas son el promedio de las evaluaciones realizadas por los 7 jueces (Stone:1974, Moskowitz: 1974).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1.- CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA.

El melón var. *reticulatus* se adquirió en cajas meloneras que contienen 45 frutos, los defectos observados fueron principalmente deformaciones de la red, quemaduras de sol y alfilerillo, como se muestra en la tabla 11. Estos defectos no son críticos y solo afectan a la cáscara del fruto (CONAFRUT: 1982).

Clasificación del defecto	No. frutos	Porcentaje
Acostillado	3	6.6
Alfilerillo	12	26.6
Cicatrices	10	22.2
Deformación	2	4.4
Deformaciones de red	20	44.4
Quemaduras de sol	21	46.6

TABLA 11. DEFECTOS OBSERVADOS EN LA MATERIA PRIMA.

Los resultados de las pruebas físicas se muestran en la tabla 12, se observa que la clasificación realizada es muy

rigurosa, ya que los valores de los perímetros se encuentran en un intervalo de 5 cm, lo que hace una diferencia de diámetro de tan solo 2 cm, el melón presenta forma esférica un poco alargada, en donde las semillas y la cáscara representan el 30% del peso total del fruto, la firmeza es alta, esto se puede deber a la forma y la proporción en su mayor parte la cáscara del fruto.

Parámetro evaluado	Valor promedio	Intervalo
Peso	392 g	365-420
Perímetro ecuatorial	31 cm	29-34
Perímetro axial	32 cm	30-35
Rendimiento	70%	
Firmeza con cáscara	3.4 Kg/cm <sup>2</sup>	
Firmeza sin cáscara	1.0 Kg/cm <sup>2</sup>	

TABLA 12. CARACTERIZACION DEL MELON. (Pruebas físicas).

Los análisis químicos practicados se detallan en la tabla 13, se observa que los sólidos solubles totales son mayores a los que reporta la norma para un fruto maduro (9°Bx), los valores de los azúcares reductores directos y el porcentaje de sacarosa, confirman que se trata de fruta madura de más de 35 días después de la antesis (Pelayo: 1975), la sacaro-

sa representa el 75% del total de azúcares y se muestra que existe una relación directa entre el total de sólidos solubles y la humedad, cuya suma es aproximadamente 100. Se confirma que esta fruta tiene un bajo contenido de ácidos y por su pH se puede considerar un alimento de baja acidez (Stumbo 1973), es por ello que la relación °Bx/Acidez es muy alta.

Parámetro evaluado	Valor promedio
Sólidos Solubles Totales	11°Bx
Acidez Total Titulable	0.22% (Ac. Cítrico)
Relación °Bx/Acidez	50
pH	6.5
Humedad	89 % (b.h.)
Azúcares Reductores Directos	2.5%
Sacarosa	6.9%
Azúcares Totales	9.41%

TABLA 13. CARACTERIZACION DEL MELON (Análisis Químicos)

## 2.- OPERACIONES PRELIMINARES.

El lavado de la fruta y su almacenamiento a 8°C y 90% de Humedad, se considera adecuado para mantener la fruta en un lapso de 10 días (tiempo máximo que estuvo almacenada antes de ser procesada), en los cuales no se presentarán pérdidas

por ataques microbianos.

### 3.- DESHIDRATACION POR CORRIENTE DE AIRE.

Se obtuvieron las curvas de secado a 65°C y 75°C, graficando el porcentaje de humedad contra el tiempo, esta grafica se muestra en la figura 11, como se esperaba según la teoría, a mayor temperatura es mas rápido el secado, así para obtener un producto de 20% de humedad usando aire caliente a - 65°C se requieren 330 minutos, mientras usando aire en las mismas condiciones a 75 °C se necesitan 300 minutos.

Para obtener la curva de humedad libre contra tiempo, se interpolaron de la grafica anterior los valores de humedad cada 10 minutos, obteniendo la humedad libre de la siguiente relación:

$$W = \frac{\% \text{ Humedad}}{100 - \% \text{ Humedad}}$$

donde W es la Humedad libre expresada en Kg de Agua/ Kg de sólido seco, esta curva se muestra en la figura 12.

Para evaluar la curva de velocidad de secado contra humedad, se tomo en cuenta el área de transferencia para las rebanadas de melón y el peso del producto a deshidratar, y se calculó de la siguiente forma:

FIGURA 11. CURVA DE SECADO (% HUMEDAD VS TIEMPO)

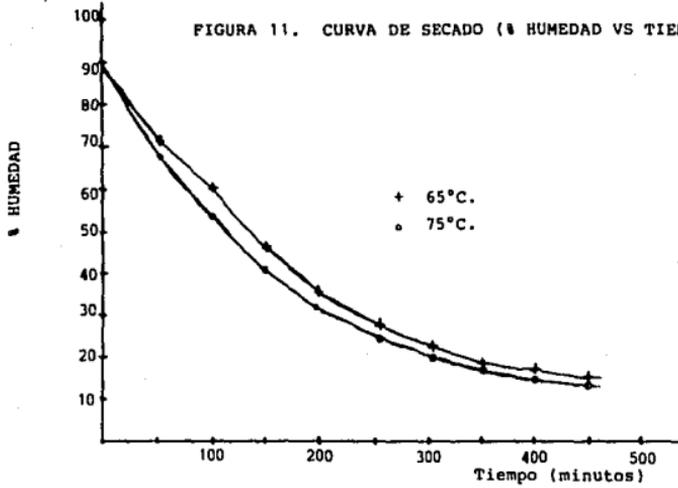
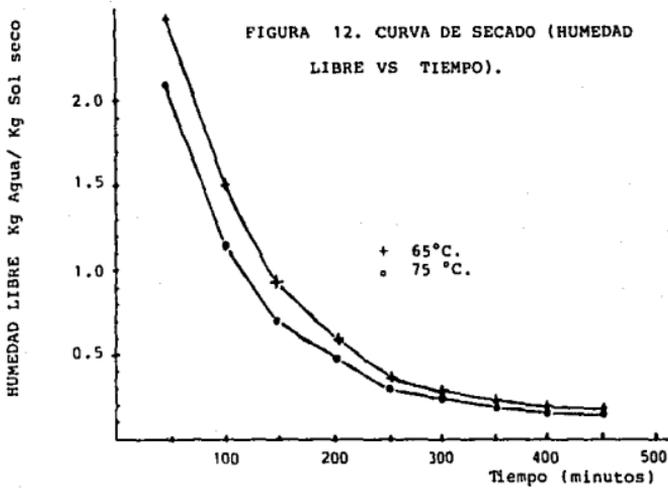


FIGURA 12. CURVA DE SECADO (HUMEDAD LIBRE VS TIEMPO).



$$N_c = \frac{m}{A} \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

donde:  $N_c$  = Velocidad de secado en Kg agua evaporada/m<sup>2</sup>hr  
 $m$  = Masa del producto a secar = 0.270 Kg de melón  
 $A$  = Area de transferencia = 0.1740 m<sup>2</sup>  
 $\Delta X$  = Diferencia de humedades en Kg agua/Kg sólido seco  
 $\Delta t$  = Diferencia de tiempo en horas

Esta curva se muestra en la figura 13. Se puede observar que la velocidad de secado es siempre decreciente, los valores iniciales (10 o 20 minutos) son del orden de 0.3Kg de agua evaporada/m<sup>2</sup>hr, lo que indica una alta transferencia

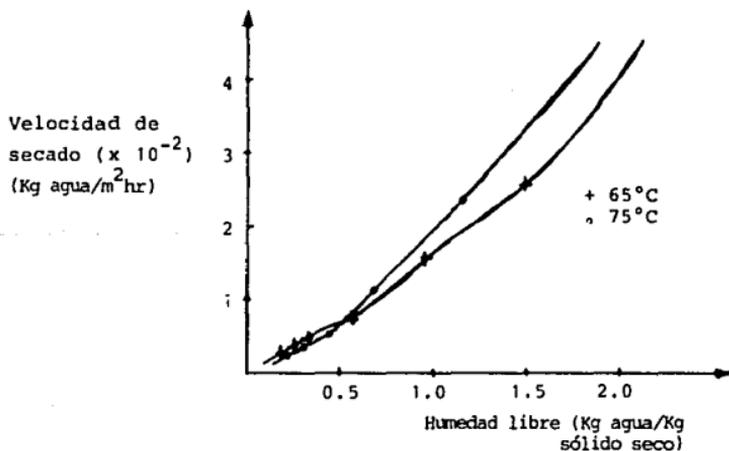


FIGURA 13. CURVA DE SECADO. VELOCIDAD DE SECADO & HUMEDAD LIBRE

de masa, sin embargo, esta velocidad decae rápidamente a velocidades de 0.08, con lo que se inicia una transferencia del agua interior del producto, a tiempos de 160-180 minutos, los valores de velocidad son de tan solo 0.008, en ellos el melón ha perdido más del 90% del agua inicial. También se observa un cruce las curvas a 0.55 de humedad libre, en donde la velocidad de secado a 65°C es mayor que a 75°C, esto se puede deber a que a mayor temperatura, se forman partes muy deshidratadas en la superficie del producto, lo que imparte cierta dureza o sequedad al producto e impide la salida de una mayor cantidad de agua.

Al comparar los productos obtenidos a las temperaturas estudiadas, se encontró el desarrollo de sabor cocido en el melón deshidratado a 75°C, así como pequeñas diferencias en la textura del mismo, siendo más "chiclosa" el producto obtenido a 75°C.

Con base a estos hechos se decidió emplear la temperatura de 65°C en la obtención del producto deshidratado de melón de humedad intermedia.

Los resultados del análisis sensorial practicado para identificar el producto deshidratado (Cuestionario 3 del Anexo I), se muestran en la tabla 14, en el mismo cuestionario se realizó una evaluación global del producto y una pre-

gunta abierta para saber que le gustaba o disgustaba del mismo, los resultados se muestran en las tablas 15 y 16.

Forma de presentación	No. de personas que identificaron (+)	%
Rebanadas	33	87
Esfera	14	37
Prisma	16	42

\* No. total de jueces = 38

TABLA 14. ANALISIS SENSORIAL PARA IDENTIFICACION DEL PRODUCTO DESHIDRATADO.

Evaluación global	Rebanadas		Esfera		Prisma	
	Personas	%	Personas	%	Personas	%
Me gusta mucho	10	26	4	10	7	18
Me gusta ligeramente	20	52	21	55	20	52
Ni gusta ni disgusta	5	13	7	18	6	16
Me disgusta lig.	3	8	5	13	5	13
Me disgusta mucho	0	0	1	3	0	0

TABLA 15. ANALISIS SENSORIAL DE EVALUACION GLOBAL

Parámetro observado	No. de Personas (38 jueces)	%
Sabor	24	63
Dulzor	14	37
Aroma	1	3
Color	5	13
Aspecto a la vista	16	42
Textura en la boca	16	42

TABLA 16. ANALISIS SENSORIAL DE PARAMETROS QUE SE OBSERVAN COMUNMENTE.

Se observa en los resultados anteriores que la forma de presentación con la cual se identifica más fácilmente el melón en un producto deshidratado es en rebanadas, cabe aclarar que las esferas de melón al deshidratarse se colapsan y presentaban una forma irregular, esta apariencia influyó en la evaluación global, encontrándose un juez al que le disgustaba mucho la muestra.

Con respecto a la evaluación global las rebanadas alcanzan un 78% de jueces a los que les agrada, contra 65% para esferas y 70% para prismas.

Los parámetros en los que los jueces tuvieron más atención con respecto a las muestras fueron sabor, aspecto a la vis

ta y textura en la boca, se observa que algunos jueces además, separaron el dulzor del parámetro sabor, cabe aclarar que estas observaciones en el producto podían ser porque les gustaban o disgustaban.

Con respecto a la facilidad de manejo se observó lo siguiente:

Rebanadas de melón - Se encontró facilidad para su manejo, se tuvo un buen control en la obtención de los diferentes espesores, ya que se puede guiar por las costillas del fruto, con respecto a los diferentes espesores:

Espesor 10 mm.- Presentó dificultad en su manejo, al deshidratarse se adhirió a las charolas y al despegarlo se rompió en la mayoría de los casos.

Espesor 12 mm.- Presentó pocos problemas de manejo, se adhirió un poco a las charolas, pero resistió más al despegarse.

Espesor 15 mm.- Presentó pocos problemas de manejo, pero requirió de mayor tiempo de secado para alcanzar la misma humedad que la anterior.

espesor 20 mm.- El tiempo de deshidratación fué muy largo.

Esferas de melón - Se encontraron ciertas dificultades para obtener las esferas, ya que el espesor de la pulpa no era suficiente para formarlas, en esta presentación hay desperdicio de la pulpa.

Diámetro de 12 mm.- Perdió completamente la forma esférica al deshidratarse, y se adhirió a la malla.

Diámetro 17 mm.- Perdió la forma y presentó problemas para su obtención y manejo.

Prisma de melón - Se encontró cierta dificultad para el corte de forma que hubiera poco desperdicio de fruta, presentó problemas de manejo al deshidratarse ya que se adhirió a las charolas y en algunos caso perdió su forma.

Con base a los resultados anteriores, se eligió como forma de presentación de melón para la obtención de un producto de humedad intermedia, las rebanadas de 12 mm de espesor en su parte más ancha, empleándose una temperatura de aire de secado de 65°C.

4.- DESHIDRATACION OSMOTICA

Los resultados de los análisis sensoriales efectuados para evaluar las condiciones de la deshidratación osmótica se presentan en la tabla 17, estos resultados se alimentaron al programa desarrollado (Anexo II), obteniéndose la matriz de coeficientes que se presenta en la tabla 18.

No. experimento	Concentración(°Bx)		Tiempo(hr)		Temperatura(°C)	
	V.original	V.codificada	V.orig.	V.cod.	V. orig.	V. codif.
8	62.5	-1	1.5	-1	25	-1
2	62.5	-1	1.5	-1	35	1
5	62.5	-1	2.5	1	25	-1
7	62.5	-1	2.5	1	35	1
1	67.5	1	1.5	-1	25	-1
6	67.5	1	1.5	-1	35	1
4	67.5	1	2.5	1	25	-1
3	67.5	1	2.5	1	35	1

TABLA 17. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL PARA EVALUAR LAS CONDICIONES DE LA DESHIDRATACION OSMOTICA.

- Continuación de la tabla 17 en la siguiente hoja -

No. experimento	Respuestas *			
	Color	Aroma	Sabor a melón	Gusto total
8	5.41	5.41	5.87	7.70
2	5.73	3.81	4.97	5.03
5	7.70	4.44	5.97	6.93
7	6.90	4.76	4.01	5.13
1	5.78	2.86	5.01	6.46
6	5.11	4.09	4.06	5.21
4	6.65	3.79	5.61	6.10
3	5.75	3.11	4.29	4.14

\* promedio de evaluación de 7 jueces

TABLA 17. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL PARA EVALUAR LAS CONDICIONES DE LA DESHIDRACION OSMOTICA.

Coefficientes	Color	Aroma	Sabor a melón	Gusto total
Coef. de orden 0	6.129	4.034	4.967	5.838
Concentración( $X_1$ )	-0.31	-0.57	-0.225	-0.36
Tiempo( $X_2$ )	0.62	-0.0087	0.0025	-0.26
Temperatura( $X_3$ )	-0.26	-0.091	-0.64	-0.96
$X_1 X_2$	-0.24	-0.0037	0.205	-0.095
$X_1 X_3$	-0.14	0.23	0.067	0.1575
$X_2 X_3$	-0.17	-0.0012	-0.185	0.02

TABLA 18. VALORES DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACION ( $B_i$ ) PARA EL MODELO EN VARIABLES CODIFICADAS.

Como se observa, para incrementar las respuestas (que se obtenga mejor color, aroma, sabor y gusto total) es necesario disminuir la concentración y la temperatura, ya que sus coeficientes resultarán todos con signo negativo. Las respuestas para el tiempo no son homogéneas, pues mientras que para incrementar el aroma y gusto total es necesario disminuir el coeficiente, para mejorar el color y sabor a melón se requiere aumentarlo.

Las interacciones mas importantes (por la magnitud del coeficiente) son concentración-tiempo ( $X_1X_2$ ) para las respuestas de color y sabor a melón, sin embargo, sus signos son contrarios, por lo que al incrementar una, disminuiria la otra; otra interacción importante es concentración-temperatura ( $X_1X_3$ ), cuyo coeficiente sería importante aumentar para incrementar las respuestas en aroma, sabor y gusto total, sin embargo, como efectos principales es necesario disminuirlos, por todo esto no se consideran significativas estas interrelaciones.

Las variables que contribuyen con una mayor magnitud en las respuestas son: El tiempo para color, la concentración para aroma y la temperatura para sabor a melón y gusto total, las condiciones que obtuvieron mejor respuesta fueron los valores bajos (Concentración 62.5°Bx, tiempo 1.5 hr. y temperatura 25°C).

Para obtener las nuevas condiciones que incrementan las respuestas se obtuvo el modelo en variables originales, para cada una de las respuestas, los coeficientes obtenidos se muestran en la tabla 19, y con ellos se inicio el camino de ascenso por la pendiente máxima (C.A.P.M.).

Parámetro	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$
Color	13.14	-0.122	1.242	-0.051
Aroma	19.46	-0.228	-0.018	-0.018
Sabor	14.62	-0.090	0.005	-0.127
Gusto total	22.01	-0.144	-0.525	-0.192

TABLA 19. COEFICIENTES DE LOS MODELOS EN VARIABLES ORIGINALES.

Tomando como ejemplo la respuesta de gusto total se tendrían los siguientes modelos:

Variables Codificadas

$$\text{Gusto Total} = 5.838 - 0.36x_1 - 0.26x_2 - 0.96x_3$$

Variables Originales

$$\text{Gusto Total} = 22.01 - 0.144\sigma_1 - 0.525\sigma_2 - 0.192\sigma_3$$

Se eligió la respuesta de gusto total para avanzar por el C. A.P.M., ya que esta respuesta es una evaluación global a ni-

vel de la cavidad bucal del producto deshidratado, mientras las otras respuestas son características particulares, el procedimiento se ilustra en la tabla 20.

Renglón		Concen- tración	Tiempo	Tempe- ratura
1	Nivel base	65	2	30
2	Unidad de Cambio	2.5	0.5	5
3	Coefficiente de correlación (bi)	-0.306	-0.263	-0.960
4	Producto 2x3	-0.900	-0.132	-4.800
5	incremento en variables originales	-1.0*	-0.147**	-5.333**

\*valor supuesto

\*\*valores derivados

TABLA 20. CAMINO DE ASCENSO POR LA PENDIENTE MAXIMA PARA EL PARAMETRO GUSTO TOTAL.

Las nuevas condiciones para el deshidratado osmótico, tomando en cuenta estos incrementos calculados se muestran en la tabla 21, conjunto A, en ella se observa que las respuestas no se incrementaron como lo establecía el modelo, esto se puede deber a que no existió un cambio significativo en las variables, esto es, la mejor respuesta del experimento inicial (valores bajos en el modelo factorial), tiene como condiciones: 62.5°Bx, 1.5 hr y 25°C., en este caso la variación de las condiciones fué de 62°Bx, 1.56 hr y 14°C, y la respuesta experimental no sufrió un cambio cuantitativo.

	Concen- tración	Tiempo	Tempe- ratura	Y espe- rada **	Y expe- rimental*
Conjunto A					
1er. paso	64	1.853	24.66	7.07	6.1
2o. paso	63	1.706	19.33	8.32	6.0
3er. paso	62	1.559	14.00	9.56	6.2
Conjunto B					
1er. paso	61	1.416	8.67	10.81	6.7
2o. paso	57	0.837	-12.66 (1)	15.79	5.4
3er. paso	55	0.542	-23.3 (1)	18.28	6.7

\* \*Se calculó empleando los coeficientes de la tabla 19

(1) Se uso 0°C.

\*evaluación promedio de 7 jueces

TABLA 21. CONDICIONES ESTABLECIDAS POR EL C.A.P.M.  
PARA EL PARAMETRO GUSTO TOTAL.

Con base en lo anterior, se propusieron nuevos puntos sobre el C.A.P.M., en esta ocasión buscando que las condiciones de la deshidratación osmótica fueran diferentes, sus magnitudes se muestran en la tabla 21, conjunto B.

Es de notarse que el modelo indica experimentar con temperaturas negativas, estas no se emplearon en la práctica sino que se mantuvo el baño a 0°C.

Los valores experimentales de la respuesta no son los esperados, se observa una ligera mejoría en comparación con los valores obtenidos del conjunto A, sin embargo, son menores que algunas respuestas del diseño inicial, en las respuestas del conjunto B no se muestra

ninguna tendencia que indique nuevos valores hacia los cuales moverse.

Las condiciones de 62.5°Bx, 1.5 hr y 25°C para obtener el producto de humedad intermedia de melón resultan la mejor respuesta para aroma y gusto total, y es la segunda mejor condición para sabor, por lo que, en el universo de las condiciones experimentales, estas satisfacen la obtención de un producto de humedad intermedia de melón en el cual se conservan sus atributos sensoriales.

Es probable que las respuestas al ser subjetivas no sean congruentes e influyan muchos mas factores que aquellos para los que se tuvo control, por ello se realizó un análisis de varianza del modelo propuesto, en él se incluyó la separación de la fuente de variación residual en falta de ajuste y error puro.

Para calcular el ANOVA fué necesario incluir 4 puntos centrales en el modelo, estos son experimentos realizados a las condiciones de concentración, tiempo y temperatura de los valores base, los resultados se muestran en la tabla 22.

Concentración		Tiempo		Temperatura		Respuesta Experimental			
valor origin	valor codific	V.O.	V.C.	V.O.	V.C.	color	aroma	sabor melón	gusto total
62	0	2	0	30	0	6.81	3.73	5.27	6.43
62	0	2	0	30	0	5.80	1.66	4.80	4.36
62	0	2	0	30	0	6.98	5.11	4.29	4.28
62	0	2	0	30	0	6.74	3.35	4.84	4.71

TABLA 22. PUNTOS CENTRALES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Se probaron las hipótesis:

$$B_1 = B_2 = B_3 = B_4$$

$$\text{Falta de ajuste} = 0$$

El análisis de varianza (ANOVA) obtenido fué:

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados medios	F.calculada	F.tablas *
Modelo	4	281.57	70.39	5.551	3.84
Residual	8	101.44	12.68		
-Falta ajuste	4	3.05	0.76	0.031	6.39
-Error puro	4	98.40	24.60		
Total	12	383.02			

\* al 5% de significancia

Como F calculada es mayor a la F tablas, para el modelo se rechaza la hipótesis de trabajo de los coeficientes son ceros y se acepta que al menos uno de ellos es diferente de cero.

Con respecto a la falta de ajuste como F calculada es menor que F de tablas, se acepta la hipótesis, es decir, que las desviaciones en las respuestas se deben a el error pu-ro y no a la falta de ajuste del modelo que vale cero.

Por tanto se puede decir que el modelo lineal propuesto es aceptable con un 5% de significancia.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

- 1.- El melón es una fruta de características sensoriales muy sensibles, que al ser sometida a procesos térmicos desarrolla aroma y sabores no gratos, es por ello que solo se conocen productos de melón como fruta fresca o congelada.
- 2.- Es posible obtener un producto deshidratado de melón de humedad intermedia, empleando un método combinado osmótico-por aire, en el cual las condiciones de proceso no son drásticas y se conservan en gran proporción sus características de color, aroma y sabor.
- 3.- El proceso desarrollado para la obtención de melón deshidratado de humedad intermedia, emplea como materia prima el melón tamaño 45, esta fruta es lavada y cortada en rebanadas con un espesor de 12 mm en su parte mas ancha, seguido de un pelado y desemillado, posteriormente se somete a un deshidratado osmótico, empleando jarabe de sacarosa a 62.5°Bx, por un tiempo de 1 hr y 30 min. , manteniendo la temperatura de este baño a 25°C y una relación de jarabe:fruta de 5:1 en peso, por último se deshidrata por medio de una corriente de aire a 65°C y una velocidad de 1 m/seg hasta alcanzar un contenido de humedad de 20% (aproximadamente 5 hr

30 min. ).

- 4.- La materia prima para la obtención del producto deshidratado de melón, requiere de fruta sana y madura, no es posible obtener un producto de buena calidad si -- partimos de fruta de mala calidad.
- 5.- Los defectos observados en la fruta como son: quemaduras de sol, deformaciones de red, alfilerillo, etc., se refieren a problemas de la cascara, no de sanidad y por ello no tienen ningún efecto en el sabor, color o aroma de la fruta ni del producto.
- 6.- Se corrobora que el parámetro químico de sólidos solubles totales, es el principal indicador de el estado de madurez en el melón, por ello es el único parámetro que esta regulado por la Norma Oficial Mexicana.
- 7.- Como lo establece la teoría se encontró que a mayor temperatura de deshidratación, el tiempo de secado es menor.
- 8.- Para modelar la operación de deshidratación osmótica en melón, se pueden emplear las variables de concentración de jarabe, temperatura del baño y tiempo de inmersión, con una buena aproximación.

- 9.- La relación empleada de cantidad de jarabe con respecto a la cantidad de fruta ( 5 a 1 ), es la adecuada - para mantener una presión osmótica constante, ya que al final del proceso el cambio en los grados brix del jarabe era de tan solo 1 o 2 unidades.
  
- 10.- la metodología de superficie de respuesta es una herramienta poderosa cuando se trabaja con gran número de variables, ya que economiza el número de experimentos y estos se van realizando para aquellas condiciones que optimizan la respuesta.

#### RECOMENDACIONES

- 1.- la forma de los cortes de melón tiene influencia en el área de transferencia (tanto en el proceso osmótico - como en el secado por aire) y en el gusto del consumidor, por ello sería conveniente realizar nuevos estudios con fruta mas firme (menos madura), para que mantenga su forma durante el proceso y buscar diferentes alternativas en cuanto a su presentación.
  
- 2.- En este trabajo se empleó jarabe de sacarosa en el proceso osmótico, sería importante realizar nuevos estu-

dios con otros jarabes, como sería el caso de glucosa, fructosa, glicerol, sorbitol, etc., con los cuales se obtendrían productos de diferentes texturas, dulzores y aromas.

- 3.- Sería recomendable realizar estudios posteriores acerca de la estabilidad en almacenamiento para este producto, ya que por su contenido de humedad y las condiciones del proceso es probable que se presente el fenómeno de oscurecimiento no enzimático.
- 4.- Por no ser el objetivo de este trabajo, no se realizaron pruebas de empaque, pero sería importante tener en cuenta que tipo de empaque sería el apropiado.
- 5.- Por último es recomendable realizar el estudio formal de la superficie de respuesta, para asegurarse de que nos encontramos en un punto óptimo o en su defecto de los diferentes puntos óptimos que puedan existir.
- 6.- Aunque no es posible decir que con este trabajo se logró un mayor aprovechamiento de el melón, si constituye un primer paso en el logro de este objetivo. Pero este objetivo sería hueco si no se acompaña de un mayor bienestar para los productores y trabajadores de este cultivo en el campo mexicano.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A.O.A.C., 1975, Official Methods of Analysis, 12 th. edition, Associaton of Official Analytical Chemist., Washington D.C.
- 2.- Boling, H.R., et alii, 1983, "Effects of osmotics agents and concentration on fruit quality", J. Food Sci., (48), 202-205.
- 3.- Bourges, Hector, et al., 1980, Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos, 8va. edición, Instituto Nacional de Nutrición, México.
- 4.- Brunauer, S.; Emmett, P.H. y Teller E., 1938, "Adsorption of Gases in Multimolecular Layers" J. Am. Chem. Soc., (60) 309-319.
- 5.- Cochran, W. G. y Cox, G.M., 1983, Diseños Experimentales, Editorial Trillas, México. pp 372-409.
- 6.- CONAFRUT, 1982, "Guía Visual para la inspección del melón", El mercado exterior frutícola, México, Rev. Bimestral, año III, número 10.

- 7.- CONAFRUT, 1989, Inventario Nacional Frutícola, Dirección Comercial e Industrial, Querétaro, pp. 88-103.
- 8.- CONAFRUT, 1989, Producción Nacional Frutícola por Especie, Subdirección Comercial, Querétaro, 118 p.
- 9.- Cheftel, Jean-Claude, Et al., 1983, Introduction a la Biochimie et a la technologie des aliments, Vol.II, Technique et Documentation, Paris (France), pp.199-237.
- 10.- F.A.O., 1986, Anuario FAO de Producción, Colección FAO, Estadística, No. 70, Vol. 39, pp. 183.
- 11.- Giovanni, Masia, 1983, "Response Surface Methodology and Product Optimization", Food Technol. (11) 41-45.
- 12.- Heldman, D.R. and Singh, R.P., 1981, Food Process Engineering, Second Edition, Avi Publishing Company, Westport, Conn. pp. 261-331.
- 13.- INEGI, 1989, Anuario Estadístico de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, Serie A, Volúmen 4, México, 421 p.
- 14.- Lafuente Ferriols, Bernardo, 1980, Apuntes del Curso de Tecnología de la Preconservación de Frutas y jugos, Or-

ganizado por CONAFRUT-CONACYT, México. fotocopiado.

- 15.- Lah, C.L. et alii, 1980, "A response surface methodology approach to the optimization of whipping properties of an ultrafiltered soy product". J. Food Sci., (45), 1720-1726.
- 16.- Lerici, C.R., et alii, 1985 "Osmotic Dehydration of Fruit: Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality", J. Food Sci., (50): 1217-1219.
- 17.- McLellan, M.R., et alii, 1984, "Sensory analysis of carbonated apple juice using response surface methodology", J. Food Sci., (49): 1595-1597.
- 18.- Méndez, Ignacio, 1980, "Metodología de Superficie de Respuesta", Comunicaciones Técnicas, Serie azul: Monografías, editada por el Instituto de Investigaciones en Matemáticas aplicadas y en Sistemas IIMAS, UNAM, México, Vol. 4, N: 30, 51 p.
- 19.- Moskowitz, Howard, 1974, "Sensory evaluation by magnitude estimation", Food Technol. , (11) 16-21.
- 20.- Motycka, R. R., et alii, 1984, "Response surface methodology approach to the optimization of boneless

- ham yield", J. Food Sci., (49) 1386-1389.
- 21.- Mullen, K. and Ennis, O.M., 1979, "Rotable Designs in product development", Food Technol., 33 (7): 74-80.
- 22.- Mullen, K. and Ennis, D.M., 1985, "Fractional factorials in product development", Food Technol., (5): 90-103.
- 23.- Ostle, Bernard, 1983, Estadística Aplicada, Limusa, México, pp. 215-217.
- 24.- Pelayo Zaldivar, Clara, 1975, Preservación de tuna y melón con emulsiones de cera de candelilla, tesis, UNAM, Fac. Química, México, 158 p.
- 25.- Pointing, J.D. et al, 1966, "Osmotic Dehydration of fruits", Food. Tech. (20): 125-128.
- 26.- Rangana, S., 1978, Manual of Analysis of Fruits and Vegetable Products, Tata Mc-Graw Hill Publishing, New Delhi, 634 p.
- 27.- Rojas, V.R. y Avena, B.R., 1987, "Determinación de Isotermas de Sorción en Papaya y Melón", Gestión

tecnológica, Ed. Dirección General de Institutos Tecnológicos, México, No. 6, pp 13-18.

- 28.- Schutz, Howard G., 1983, "Multiple Regression Approach to Optimization", Food Technol. (11) 46-48.
- 29.- Stone, Herbert, et alii, 1974, "Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis", Food Technol., (11): 24-34.
- 30.- Stumbo, C.R., 1973, Thermobacteriology in food processing, 2 th. Edition, New York, Academic Press, 329 p.
- 31.- Sullivan, J.F., 1981, "Control of Non-enzimatic browning in the dehydration of fruits and vegetable", Prog. Fd. Nutr. Sci., Edited by Pergamon Press, Great Britain, Vol. 5, pp. 377-393.
- 32.- Tesi, Romano, 1985, Principi di Orticoltura e Ortaggi d'Italia, Ed. Edagricole, Italia, pp. 104-110.
- 33.- Van Arsdel, W.B. et. al., 1973, Food Dehydration, 2 th. Edition, Vol. 2, Avi Publishing Co. Westport, Conn. pp. 489-491.

- 34.- Whitaker, T; Davis Glen, 1987, Origen del melón,  
Síntesis Hortícola, Agosto, México, pp. 19-20.
- 35.- Woot-tsuen Wu Leung, 1975, Tabla de composición de  
de alimentos para uso en américa latina, 2da. edición,  
Ed. Interamericana, México.

CAPITULO VII

ANEXOS

CAPITULO VII

ANEXOS

## PRUEBAS DE SELECCION.

NOMBRE. \_\_\_\_\_ FECHA. \_\_\_\_\_  
 EXT. \_\_\_\_\_

SE LE ESTAN PROPORCIONANDO A USTED 4 MUESTRAS, EN LAS QUE USTED DEBERA IDENTIFICAR EL SABOR DE LAS MISMAS. ADEMÁS DEBERA DECIR EN QUE REGION DE LA LENGUA PERCIBE CON MÁS INTENSIDAD EL SABOR.

DESPUES DE PROBAR UNA MUESTRA ESPERE UN MINUTO PARA PROBAR LA SIGUIENTE

SI TIENE USTED ALGUNA DUDA O PREGUNTA CONSULTE CON EL EXAMINADOR

GRACIAS.

SABOR	REGION DE LA LENGUA
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____





EVALUACION SENSORIAL

1.- PRUEBAS PARA LA IDENTIFICACION VISUAL DEL PRODUCTO.

NOMBRE: \_\_\_\_\_ ext. \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES:

- 1.- A CONTINUACION SE LE PRESENTA TRES MUESTRAS DE UN PRODUCTO DESHIDRATADO DE FRUTAS, PRIMERAMENTE OBSERVELO BIEN Y POSTERIORMENTE CUANTIFIQUE DE QUE FRUTA SE TRATA

MUESTRA	FRUTA
_____	_____
_____	_____
_____	_____

- 2.- PRUEBE CADA UNA DE LAS MUESTRAS Y EVALUE EN FLORMA GLOBAL, TOMANDO EN CUENTA LA PRESENTACION, COLOR Y SABOR EN ESTAS MUESTRAS

ME GUSTA MUCHO \_\_\_\_\_

ME GUSTA LIGERAMENTE \_\_\_\_\_

NI GUSTA, NI DISGUSTA \_\_\_\_\_

ME DISGUSTA LIGERAMENTE \_\_\_\_\_

ME DISGUSTA MUCHO \_\_\_\_\_

- 3.- POR ULTIMO, EXPLIQUE QUE LE GUSTA O DISGUSTA DEL PRODUCTO

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





```
195 PRINT "RENGLON QUE CONTIENE EL DATO INCORRECTO:"; INPUT Z
200 PRINT : PRINT "DATO CORRECTO:"; INPUT Y(Z)
205 GOTO 175
210 PR# 1;# = CHR# (0#); PRINT !#;"SON"
215 PRINT "CUADRO DE EXPERIMENTOS:"; PRINT
220 FOR I = 1 TO N
225 FOR J = 1 TO M + 1
230 PRINT Y(I,J); SPC( 04);
235 NEXT J
240 PRINT Y(I)
245 NEXT I
250 PRINT : PRINT
255 REM "CALCULO DE LA MATRIZ DE COEFICIENTES >"
260 FOR I = 1 TO N
265 FOR J = 1 TO M + 1
270 C(I,J) = #
275 FOR K = 1 TO N
280 T(I,K) = T(I,K) + Y(K,J) + C(I,J)
285 NEXT K
290 NEXT J
295 NEXT I
300 FOR I = 1 TO M + 1
305 W(I) = #
310 FOR J = 1 TO N
315 W(I) = T(I,J) + W(I) + W(I)
320 NEXT J
325 NEXT I
330 PRINT "MATRIZ DE COEFICIENTES:"; PRINT : PRINT
335 FOR I = 1 TO M + 1
340 FOR J = 1 TO M + 1
345 PRINT C(I,J); " ";
350 NEXT J
355 PRINT
360 NEXT I
365 REM "CALCULO DE LA MATRIZ PRECISION>"
370 FOR I = 1 TO M + 1;P(I,I) = 1; NEXT I
375 FOR I = 1 TO M + 1
380 PIVOTE = C(I,I)
385 FOR J = 1 TO M + 1
390 P(I,J) = P(I,J) - PIVOTE*(I,J) = C(I,J) / PIVOTE
395 NEXT J
400 FOR K = 1 TO M + 1
405 IF I = I THEN 435
410 CERO = C(I,I)
415 FOR J = 1 TO M + 1
420 C(I,J) = C(I,J) - CERO + C(I,J)
425 P(I,J) = P(I,J) - CERO + P(I,J)
430 NEXT J
435 NEXT I
440 NEXT I
445 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT " MATRIZ PRECISION:"; PRINT
450 FOR I = 1 TO M + 1
455 FOR J = 1 TO M + 1
460 PRINT P(I,J); " ";
```

```
465 NEXT J
470 PRINT
475 NEXT I
480 REM (CALCULO DE COEFICIENTES DE CORRELACION)
485 PRINT : PRINT : PRINT "COEFICIENTES DE CORRELACION:" : PRINT : PRINT
490 F = P 1 = 1 TO M - 1
495 B(I) = 0
500 FOR I = 1 TO M + 1
505 B(I) = P(I,1) + W(I) + E(I)
510 NEXT K
515 PRINT "B(1:1)" = "B(I)"
520 NEXT I
522 GOTO 750
525 REM ( OBTENCION DEL ANOVA PARA EL MODELO DE REGRESION )
530 REM (CALCULO DE SUMA DE CUADRADOS)
535 FOR I = 1 TO M + 1:SR(I) = B(I) + W(I):SR = SR(I) + SR: NEXT I
540 FOR I = 1 TO N:ST = Y(I) ^ 2 + ST: NEXT I
545 SE = ST - SR
550 PR# 0: HOME : INPUT "DESEA MEDIR LA FALTA DE AJUSTE, S/N?":A#
555 PRINT
560 IF A# = "N" THEN 615: IF A# = "S" THEN 565: GOTO 550
565 0 = 1: INPUT "NO. DE EXPERIMENTOS REPETIDOS?":V
570 PRINT : PRINT "DAR LOS VALORES DE LAS RESPUESTAS DE LAS REPETICIONES.
CONTANDO COMO PRIMERA REPETICION LA RESPUESTA CORRESPONDIENTE AL
EXPERIMENTO ORIGINAL": PRINT : PRINT
575 FOR I = 1 TO V
580 PRINT "PARA EL "I": "O." EXPERIMENTO REPETIDO CUANTAS REPETICIONES H
AY?": INPUT Z(I)
585 FOR J = 1 TO Z(I)
590 PRINT "REPETICION "J": INPUT Y(I,J)
595 M = Y(I,J) + M
600 NEXT J
605 YM(I) = M / Z(I):M = 0: PRINT
610 NEXT I
615 IF 0 = 1 THEN 665
620 FOR I = 1 TO N
625 FOR J = 1 TO R
630 NUM = NUM + (Y(I,J) - YM(I)) ^ 2
635 NEXT J
640 NEXT I
645 FOR I = 1 TO V:NE = Z(I) + NE: NEXT I
650 ZE = NUM / NE / V
655 PE = NE + ZE
660 LF = SE - PE
665 REM (CALCULO DE CUADRADOS MEDIOS)
670 CR = SR / (M + 1):CE = SE / (N - M - 1)
675 CT = ST / N
680 IF 0 = 1 THEN 690
685 CPE = PE / NE:CLF = LF / (N - M - NE - 1)
690 REM (CALCULO DE VALORES F)
695 FR = CR / CE
700 FOR J = 1 TO N
705 F(I) = YM(I) / CE
710 NEXT J
```

```
712 IF A0 = 1 THEN 750:FLF = CLF / CPE: GOTO 750
715 END
720 HOME : PRINT "EL AREA DE SOLUCIONES NO ESTA ACOTADA"
725 GOTO 715
730 PRINT "RENGLON QUE CONTIENE EL DATO INCORRECTO:" : INPUT Z
735 PRINT "COLUMNA QUE CONTIENE EL DATO INCORRECTO:" : INPUT W
740 PRINT "DATO CORRECTO : " : INPUT X(Z,W):T(W,Z) = X(Z,W)
745 RETURN
748 REM CAMBIO DE LA MATRIZ DE COEFICIENTES PARA EMPEZAR DESDE CERO
750 FR = 0
755 FOR I = 0 TO M
760 B(I) = B(I) + 1
770 NEXT I
780 PRINT "INICIA CASPM"
790 HTAB 39: VTAB 24: INPUT " *12* IF Z# = " " THEN 800
800 HOME
810 HTAB 8: VTAB 11: PRINT "CAMINO DE ASCENSO POR LA"
820 HTAB 12: VTAB 13: PRINT "PENDIENTE MAXIMA"
822 VTAB 24: HTAB 39: INPUT " *12* IF Z# = " " THEN 840
824 HOME : HTAB 5: VTAB 10: PRINT "EL PROGRAMA ESTA DISEÑADO PARA"
83 HTAB 54: VTAB 12: PRINT "DAR 5 PASOS EN EL CAMINO"
832 VTAB 13: VTAB 14: PRINT "DE ASCENSO"
832 VTAB 24: HTAB 38: INPUT " *12* IF Z# = " " THEN 832
832 HOME : VTAB 12: HTAB 10: PRINT "SI USTED DESEA MODIFICAR ESTO"
844 VTAB 14: HTAB 54: PRINT "DIMENSIONE EN 840,1170 Y "
844 VTAB 24: HTAB 38: INPUT " *12* IF Z# = " " THEN 840
844 DIM UB(M),UC(M),EB(M),CR(M),EN(M),RE(S,M),YE(S)
842 REM UNIDAD DE CAMBIO = VALOR ALTO - BAJO ENTRE 2 EN VALORES ORIGINAL
845 ES
845 HOME
850 VTAB 24: HTAB 11: PRINT "POR FAVOR DAME LOS NIVELES BASE Y LAS"
852 VTAB 41: HTAB 31: PRINT "UNIDADES DE CAMBIO DE CADA VARIABLE"
854 VTAB 64: HTAB 64: PRINT "TODO EN VARIABLES ORIGINALES"
856 VTAB 104: HTAB 21: PRINT "VARIABLE NIVEL BASE UNIDAD CAMBIO"
858 FOR I = 1 TO M
860 PRINT
862 PRINT " *11: INPUT " " : INB(I): HTAB 28: VTAB 10 + 2 + I: INPUT
UB(I)
864 IF I = 7 THEN
864 NEXT I
870 HOME : VTAB 64: HTAB 21: PRINT "AHORA DEBES ELEGIR UNA VARIABLE PARA"
880 VTAB 31: HTAB 21: PRINT "QUE ATRAVES DE ELLA VARIEY LAS DEMAS"
882 VTAB 104: INPUT " QUE NUMERO DE VARIABLE ELIGES " : I
890 VTAB 14: HTAB 54: PRINT " EN CUANTO QUIERES VARIAR "
910 VTAB 16: HTAB 12: PRINT "EL VALOR PUEDE SER POSITIVO O NEGATIVO"
920 VTAB 18: HTAB 12: INPUT " " : IF(I)
930 CR(I) = B(I) + UC(I)
932 FOR J = 1 TO M
1000 IF I = J THEN 1030
101 CR(J) = B(J) + UC(I)
1020 E(I) = (E(I) + CR(I)) / CR(J)
1030 NEXT J
```

```
1040 REM OBTENCION DE B0 (MEDIA) EN VARIAB ORIGINALES
1050 MED = 0
1060 FOR I = 1 TO M
1070 MED = MED + (B(I) + NB(I)) / UC(I)
1080 NEXT I
1090 BN(I) = B(I) + MED
1100 REM OBTENCION DE LOS COEF EN VARIAB ORIGINALES
1110 FOR I = 1 TO M:BN(I) = B(I) / UC(I): NEXT I
1120 HOME : HTAB 14: VTAB 9: PRINT "EL MODELO EN VARIABLES ORIGINALES ES :
1122 HTAB 2: VTAB 10: PRINT "Y = "
1124 FOR I = 0 TO M
1126 PRINT "      ":BN(I):" X" I:
1128 NEXT I
1140 HTAB 57: VTAB 23: INPUT " "Z$: IF Z$ = " " THEN 1150
1150 HOME : PRINT : PRINT
1160 REM CALCULO DEL CAPPM EN 5 PTOS LLAMADOS I
1170 FOR I = 1 TO 5
1180 YE(I) = 0
1190 FOR J = 1 TO M
1200 RE(I,J) = E(J) + I + NB(J)
1210 YE(I) = YE(I) + BN(J) + RE(I,J)
1220 NEXT J
1230 YE(I) = YE(I) + BN(I)
1240 NEXT I
1250 HTAB 12: VTAB 9: PRINT "ENCIENDE LA IMPRESORA"
1260 HTAB 37: VTAB 23: INPUT " "Y$: IF Y$ = " " THEN 1270
1270 HOME : HTAB 12: VTAB 9: PRINT "ESTOY TRABAJANDO"
1280 PR# 0
1290 I$ = CHR$(60): PRINT I$:"SON"
1300 PRINT " "
1310 FOR I = 1 TO 5
1320 PRINT "CAMBIO" I: " "
1330 NEXT I
1340 FOR I = 1 TO M
1350 PRINT "VAR X" I: " "
1360 FOR J = 1 TO 5
1370 PRINT RE(J,I): " "
1380 NEXT J
1390 PRINT
1400 NEXT I
1410 PRINT "RES ESPER":
1420 FOR I = 1 TO 5
1430 PRINT YE(I): " "
1440 NEXT I
1448 PR# 0
1450 HOME : VTAB 10: HTAB 6: PRINT "QUIERES INTENTAR OTROS PASOS"
1460 VTAB 12: HTAB 6: PRINT "SOBRE EL CAMINO DE ASIEN" I: I:
1470 VTAB 14: HTAB 17: PRINT "PENDIENTE MAXIMA"
1480 VTAB 16: HTAB 10: INPUT "SI O NO (S/N) = "C$
1490 IF C$ = "S" THEN 870
1500 IF C$ = "N" THEN 1520
1510 GOTO 1450
```

```
1520 HOME : HTAB 10: VTAB 8: PRINT "QUIERES REALIZAR EL ANALISIS"
1530 HTAB 12: VTAB 10: PRINT "DE VARIANZA (ANOVA)"
1540 VTAB 12: HTAB 10: INPUT "SI O NO (S,N) = "IC#
1550 IF IC = "S" THEN 1590
1560 IF IC = "N" THEN 1580
1570 GOTO 1540
1580 END
1590 REM SUBROUTINA PARA REGRESAR LOS B(I) A SU VALOR INICIAL
1600 FOR J = 0 TO 3 STEP - 1
1610 B(M) = B-M - J
1620 NEXT J
1630 GOTO 1535
1640 REM SUBROUTINA PARA IMPRIMIR MAS DE 8 NR
1650 NAME P = IN: PRINT "VARIABLE      NIVEL BASE      UNIDAD CAMBIO"
1660 GOTO 1670
1670 FOR J = 0 TO #
1680 PRINT
1690 PRINT "      " "I1:" INPUT "      " "NB(I): HTAB 26: VTAB K * 2 + 2: INPUT
1700 GOTO 1710
1710 GOTO 1700
```