

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ELABORACION DE DOS PRODUCTOS FRUTICOLAS PROCESADOS PARA DIABETICOS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTA

ENRIQUE NAVARRETE VAZQUEZ

MEXICO, D.F.

1 9 8 4



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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 Materias

INTRODUCCION . . . . .	1
OBJETIVOS . . . . .	5
GENERALIDADES . . . . .	6
Diabetes . . . . .	6
Teoría de la dulzura . . . . .	16
Edulcorantes . . . . .	19
El sorbitol y su aplicación . . . . .	23
Análisis sensorial . . . . .	29
Tratamientos térmicos . . . . .	36
Mecanismos de transferencia de calor . . . . .	38
Mecanismos de inactivación microbiana por calor . . . . .	42
Microorganismos asociados con la descomposición de alimentos enlatados ácidos . . . . .	44
Cálculo del tiempo de tratamiento térmico . . . . .	47
Curvas de penetración de calor . . . . .	48
MATERIALES Y METODOS . . . . .	50
Información bibliográfica . . . . .	53
Cantidad de sorbitol a adicionar . . . . .	53
Los experimentos de curvas de penetración para conocer el tiempo de esterilización a 92°C . . . . .	54
Elaboración de los productos . . . . .	55
Análisis sensorial . . . . .	58
Análisis fisicoquímico . . . . .	66
% de Acidez total titulable . . . . .	67
pH . . . . .	67
% de reductores totales . . . . .	67
Grados Brix . . . . .	68

Contenido de vitamina C . . . . .	68
RESULTADOS . . . . .	70
Cantidad de sorbitol adicionada . . . . .	71
Experimentos de curvas de penetración de calor . . . . .	72
Análisis fisicoquímico . . . . .	76
Análisis sensorial . . . . .	97
DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS . . . . .	109
ESTUDIO ECONOMICO . . . . .	119
CONCLUSIONES . . . . .	120
BIBLIOGRAFIA . . . . .	121

C U A D R O SPágina

Cuadro No. 1	Mortalidad por diabetes Mellitus en adultos de países con tasas elevadas.	3
Cuadro No. 2	Productos que contienen sorbitol mg/100g. ó 100ml.	25
Cuadro No. 3	Algunas especificaciones para el análisis sensorial.	33
Cuadro No. 4	Valores obtenidos para tratamiento térmico.	73
Cuadro No. 5	Análisis de varianza para piña en almíbar. Prueba sensorial al consumidor.	106
Cuadro No. 6	Análisis de varianza para jugo de naranja. Prueba sensorial al consumidor.	107
Cuadro No. 7	Prueba sensorial definitiva. Análisis de diferencia.	113

Figura No. 1	Curvas típicas de tolerancia a la glucosa en un individuo normal, diabético leve y diabético grave.	8
Figura No. 2	Fuente de combustibles endógenos y cuadro de su distribución y consumo en la diabetes grave no tratada.	10
Figura No. 3	Estereoisomería de los compuestos dulces.	16
Figura No. 4	Localización del grupo hidrófobo con respecto a los grupos AH y B. Estructura de la sacarina.	18
Figura No. 5	Similitud del sorbitol con otros alcoholes.	24
Figura No. 6	Diagrama de elaboración de piña en almíbar y en jarabe de sorbitol enlatadas.	56
Figura No. 7	Diagrama de elaboración de jugo de naranja enlatada.	57
Figura No. 8	Selección de jueces.	60
Figura No. 9	Entrenamiento de jueces para detección del sabor dulce.	61
Figura No. 10	Prueba sensorial definitiva para piña en almíbar.	63
Figura No. 11	Prueba sensorial definitiva para jugo de naranja.	64
Figura No. 12	Determinación de vitamina C (reacción).	69
Figura No. 13	Curva de penetración de calor para piña en almíbar en una lata de 401X411.	74
Figura No. 14	Curva de tratamiento térmico.	75

## Tabla y Gráfica No. 1

Variación del pH con respecto al tiempo de almacenamiento para piña en almíbar. 77, 78

## Tabla y Gráfica No. 2

Variación del acidez total titulable con respecto al tiempo del almacenamiento para piña en almíbar. 79, 80

## Tabla y Gráfica No. 3

Variación de la vitamina C con respecto al tiempo de almacenamiento para piña en almíbar. 81, 82

## Tabla y Gráfica No. 4

Variación de los grados Brix con respecto al tiempo de almacenamiento para piña en almíbar. 83, 84

## Tabla y Gráfica No. 5

Variación de los reductores totales con respecto al tiempo de almacenamiento para piña en almíbar. 85, 86

## Tabla y Gráfica No. 6

Variación del pH con respecto al tiempo de almacenamiento para jugo de naranja. 87, 88

## Tabla y Gráfica No. 7

Variación de la acidez total titulable con respecto al tiempo de almacenamiento

	para jugo de naranja.	89, 90
Tabla y Gráfica No. 8	Variación de la vitamina C con respecto al tiempo de almacenamiento para jugo de naranja.	91, 92
Tabla y Gráfica No. 9	Variación de los grados Brix con respecto al tiempo de almacenamiento para jugo de naranja.	93, 94
Tabla y Gráfica No. 10	Variación de reductores totales con respecto al tiempo de almacenamiento para jugo de naranja.	95, 96
Tabla No. 11	Prueba sensorial definitiva para piña resultados de la combinación A A B	98
Tabla No. 12	Prueba sensorial definitiva para piña resultados de la combinación B B A	99
Tabla No. 13	Prueba sensorial definitiva para piña resultados de la combinación B B C	100
Tabla No. 14	Prueba sensorial definitiva para piña resultados de la combinación C C B	101
Tabla No. 15	Prueba sensorial definitiva para jugo de naranja. Resultados de la combinación A A B	102



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

La investigación para encontrar un edulcorante ideal que sustituya a la sacarosa tiene ya más de un siglo, dicho edulcorante ha sido buscado por diferentes razones, una de ellas muy importante es la diabetes. (31)

Se ha reportado que en décadas recientes el uso de edulcorantes ha dado probablemente mayor control en los niveles de glucosa en sangre y en orina en pacientes con diabetes que todas las dietas juntas han tenido(45), lo cual ha provocado que el desarrollo comercial de los edulcorantes se vea aún más acrecentado para dichos usos.

Una de las posibilidades en relación al uso de un edulcorante para diabéticos que ayude a normalizar el contenido de glucosa en sangre y en orina es el llamado "Edulcorante nutritivo sin glucosa", éste puede ser la fructosa y los llamados alcoholes dulces, como es el sorbitol y el xylitol (9).

El xylitol en estudios previos se mencionó la posibilidad de que tuviese efectos nocivos (39). Entonces fructosa y sorbitol son sugeridos como los mejores sustitutos de sacarosa en dietas para diabéticos.

El sabor dulce que tienen algunos alimentos ya sean naturales, procesados, de confitería, etc., se han asociado comúnmente con una sensación agradable e inigualable por lo que es evidente que dichos alimentos tengan una gran demanda entre el público en general, por esta razón, y aunada a la limitante que tienen las personas que padecen diabetes de consumir dichos alimentos, en el presente estudio se buscará un sustituto de sacarosa que no eleve los niveles normales de glucosa en sangre y en orina de personas con diabetes, y que además cumpla con ciertos requisitos como son:

- a) soluble, para facilidad de adición y evitar problemas de cristalización en el producto

terminado.

- b) Estable, que no sufra transformaciones de ningún tipo por los tratamientos térmicos implícitos en el proceso de elaboración de un producto frutícola procesado.
- c) Que no exista ninguna restricción legal para ser adicionado a alimentos destinados a consumo humano.
- d) Que no exista diferencia sensorial alguna entre un producto elaborado con sacarosa y otro idéntico elaborado con el edulcorante sustituto.
- e) Que haya cierta facilidad de conseguir dicho edulcorante en México.

Por otra parte, se ha reportado que existe el 2% de diabéticos en la población adulta y el 1% en la población infantil (menores de 18 años) además, se dice que por cada diabético conocido existen dos no conocidos en la República Mexicana (12). Cabe señalar que la tasa de mortalidad en México por Diabetes Mellitus, es de un 18.7 por cada 100,000 habitantes de todas las edades (cuadro No. 1), ubicada en el lugar número 15 en orden decreciente, entre diferentes países; es decir, que 14 naciones que proporcionan datos a la Organización Mundial de la Salud (OMS) tiene tasas mayores que las nuestras. El fenómeno se torna muy particular cuando se analizan las tasas por grupos de edad de los adultos. (cuadro No. 1) Nótese cómo después de los 25 años, en todos los grupos de edad, México ocupa el primero o el segundo lugar mundial, alternado con Mauritania, otra deplorable preponderancia mundial.(30)

CUADRO No. 1

MORTALIDAD\* POR DIABETES MELLITUS EN ADULTOS DE PAISES CON TASAS ELEVADAS

<u>P A I S</u>		<u>E D A D E S</u>						
		<u>15 a 24</u>	<u>25 a 34</u>	<u>35 a 44</u>	<u>45 a 54</u>	<u>55 a 64</u>	<u>65 a 74</u>	
Luxemburgo	(1978)	1.8	1.9	0.0	4.2	40.3	176.3	378.0
Grecia	(1978)	0.2	0.6	1.8	7.1	40.2	151.0	301.2
Mauritania	(1978)	1.5	1.5	20.8	60.4	171.1	314.0	352.9
Alemania Fed	(1978)	0.4	0.6	2.4	7.2	27.5	103.9	244.1
Italia	(1976)	0.2	0.5	2.0	7.2	33.2	100.8	231.2
Argentina	(1977)	0.5	2.0	3.3	13.5	50.0	123.6	245.3
Suiza	(1978)	0.2	0.5	1.5	5.9	16.9	67.1	214.0
España	(1976)	0.2	0.8	1.8	7.0	32.4	103.4	213.8
México	(1978)	0.9(3)	2.6(1)	10.4(2)	41.9(2)	115.5(2)	260.4(2)	398.4(1)
Austria	(1978)	0.3	0.6	2.6	6.1	16.6	69.3	144.8

\*Tasa por 100,000 habitantes.

FUENTE: World Health Statistics Annual, OMS, Geneva 1980.

Para México:Defunciones, Dirección General de Estadística, Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP).

Consejo Nacional para la Población. (CONAPO)

Elaborado por la Asesoría en Demografía Médica de la Jefatura de Servicios de Planificación Familiar. (IMSS).

Por estos datos y por las razones antes mencionadas, se considera que la elaboración de productos para diabéticos en este caso de productos frutícolas procesados podrían tener una demanda aceptable, ya que en México se carece de dichos productos.

## OBJETIVOS

Se plantea como objetivo general de este estudio:

- Usar el sorbitol como edulcorante natural y nutritivo en productos dulces que puedan ser consumidos por personas con diabetes.

Siendo los objetivos específicos:

- Elaboración de productos frutícolas procesados, usando como edulcorante al sorbitol.
- Encontrar la concentración de sorbitol, que sustituya a la sacarosa en productos frutícolas procesados.
- Considerar los cambios fisicoquímicos y sensoriales que traería como consecuencia la adición de sorbitol en el producto.
- Analizar económicamente la probabilidad de aceptación de los productos frutícolas procesados para diabéticos.

## GENERALIDADES

### DIABETES.

La diabetes es un trastorno metabólico resultante de la falta de insulina, una hormona elaborada por las células beta de los islotes de Langerhans en el páncreas. No está perfectamente claro si esta falta es una carencia absoluta per se o si la falta es al nivel de disponibilidad en la sangre.

Recientemente se han ideado ensayos para medir el nivel de la actividad de insulina en la sangre (I.L.A.) que han demostrado que los niveles de este tipo de actividad en la diabetes incipiente llegan a ser dos o tres veces mayor que los niveles de insulina normal. Los investigadores han postulado que la insulina está presente, pero en combinación con una proteína, (pro-insulina) de modo que no es activa. El grado de esta falta de insulina es muy variable entre los diabéticos. Existe pues, un espectro de diabetes, desde los casos graves a los moderados asintomáticos.

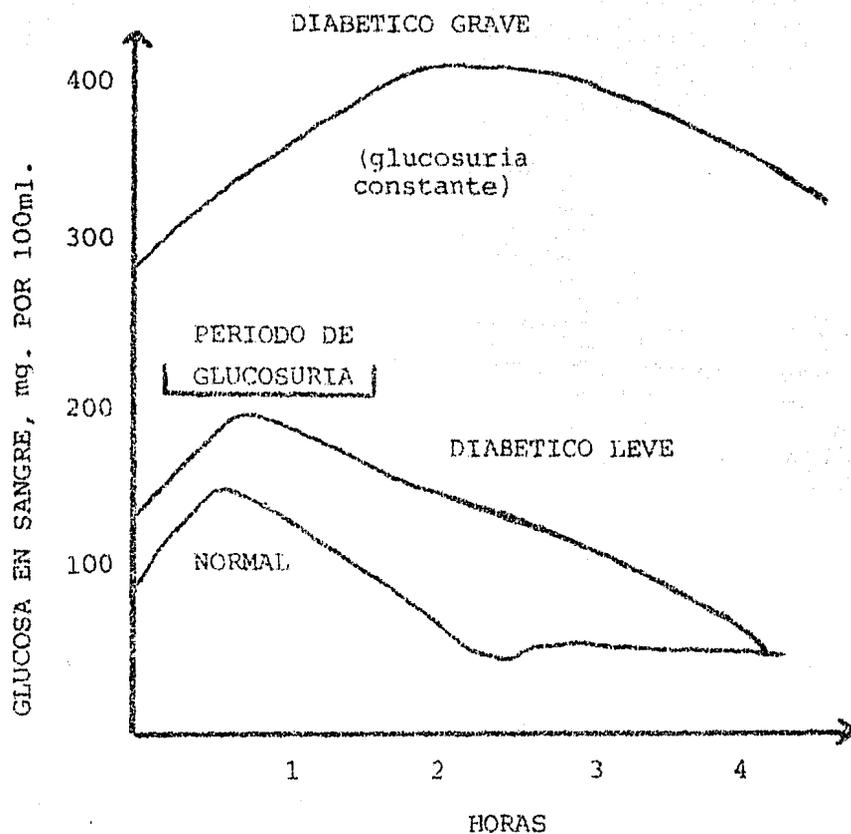
Se ha visto que la diabetes es una enfermedad hereditaria. Suele definirse en términos de los síntomas clínicos producidos como resultado de la falta de insulina, los cuales aparecen a medida que se desarrolla la diabetes. Los trastornos iniciales incluyen una sed mayor, poliuria y hambre, acompañados por la pérdida de peso en el niño u obesidad como un factor predisponente en el caso del adulto. Además, los análisis clínicos, revelan glucosuria (azúcar en la orina), hiperglucemia (alto nivel de azúcar sanguíneo) y pruebas de tolerancia a glucosa anormales. Figura No. 1.

Con el sobrecargo de glucosa, el azúcar en la sangre alcanza un nivel más alto y tarda más tiempo en volver a la normalidad. A medida que la enferme

avanza, se presentan otros síntomas, tales como visión confusa, irritación cutánea o infecciones.

Si no es controlada, sobreviene un desequilibrio electrolítico que acarrea acidosis (cetosis), pérdida de fuerzas y finalmente coma. (35 )

FIGURA No. 1



CURVAS TÍPICAS DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA EN UN INDIVIDUO NORMAL, DIABETICO LEVE Y DIABETICO GRAVE.

LA PRUEBA A LA TOLERANCIA DE LA GLUCOSA SE REALIZA DE LA SIGUIENTE MANERA: SE ADMINISTRA AL PACIENTE UNA DOSIS ORAL DE PRUEBA DE 1.0g. POR KG. DE PESO CORPORAL, Y SE ANALIZA SU NIVEL DE GLUCOSA SANGUINEA DURANTE UNAS POCAS HORAS SIGUIENTES. A VECES LA DOSIS DE PRUEBA SE ADMINISTRA POR VIA ENDOVENOSA.

FUENTE: ALBERT L. LEHNINGER. BIOQUÍMICA.

El azúcar de la sangre proviene de la grasa, proteína y carbohidratos de la dieta y del glucógeno hepático. (Figura No. 2)

Las cifras en la figura No. 2 corresponden a un período de 24 horas, en condiciones basales, suponiendo una producción total de energía de 2400Kcal. Obsérvese el fuerte drenaje de proteínas musculares para la gluconeogénesis, y la utilización de triacilglicéridos corporales como fuente de energía para todos los órganos, excepto el cerebro y los eritrocitos, que requieren glucosa. Una gran parte de la glucosa producida a expensas de la proteína muscular se pierde por la orina. (21).

Estas fuentes mantienen un suministro constante de glucosa a la sangre.

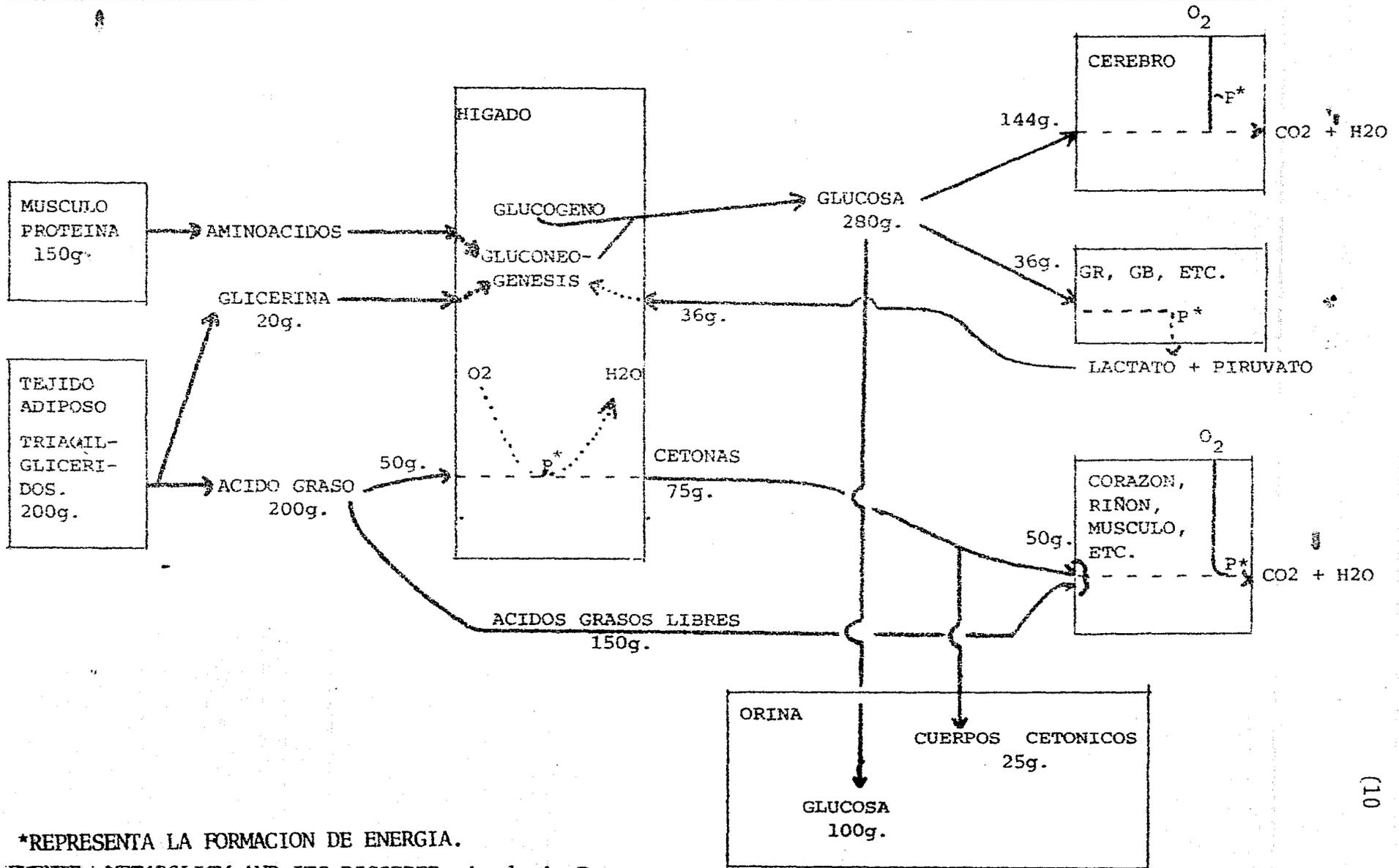
En nivel normal de azúcar sanguíneo es de 70 a 120mg/100ml; para evitar un ascenso continuo por encima de los 120mg. son necesarios diversas rutas para el consumo de glucosa:

- 1.- Conversión en glucógeno para ser almacenada en el hígado.
- 2.- Conversión en grasa y almacenaje en tejido adiposo.
- 3.- Conversión a glucógeno muscular.

Aunque no está perfectamente aclarado el papel que desempeña la insulina en estos mecanismos de control, se cree que actúa de varias maneras:

- 1.- Facilita el transporte de glucosa a través de la membrana celular.
- 2.- Acrecienta la conversión de glucosa en glucógeno y su almacenamiento en el hígado.
- 3.- Estimula la conversión de glucosa en grasa.
- 4.- Influye sobre la oxidación de la glucosa por la principal vía glicolítica favoreciendo la necesaria reacción de fosforilación inicial.

FIGURA No. 2  
 FUENTE DE COMBUSTIBLES ENDOGENOS Y CUADRO DE SU DISTRIBUCION Y CONSUMO EN LA DIABETES GRAVE NO TRATADA.



\*REPRESENTA LA FORMACION DE ENERGIA.

FUENTE: METABOLISM AND ITS DISORDER, Academic Press Inc. New York 1968.

La aceleración de la gluconeogénesis a partir de aminoácidos y la inhibición de la síntesis de ácidos grasos a partir de glucosa indican que el metabolismo del organismo diabético está afinado para mantener la mayor concentración de glucosa en sangre, a pesar de que su nivel sanguíneo pueda exceder en mucho el umbral renal para la glucosa. La pérdida constante de glucosa por la orina de los diabéticos, una gran parte de la cual se forma a expensas de los aminoácidos ingeridos, o de la proteína corporal, explica la permanente sensación de hambre y la pérdida de peso de los diabéticos graves. (21)

El glucagon es otra hormona secretada por el páncreas en las adyacentes células alfa de los islotes de Langerhans. Esta nueva hormona ha recibido el nombre de glucagon a causa de su efecto estimulante sobre la gluconeogénesis, conversión del glucógeno en glucosa.

Tiene una acción opuesta a la insulina y es utilizada en ocasiones para el control de la diabetes inestable. Actúa de contrapeso para el exceso de insulina, esto es, como tratamiento para el shock insulínico o reacciones de hipoglucémias.

En la diabetes incontrolada la glucosa no puede ser oxidada apropiadamente por la principal vía glucolítica en la célula para suministrar energía y en consecuencia se almacena en sangre causando hiperglucemia.

Sin la glucosa celular, queda reducida la formación de grasa y su degradación aumenta, dando lugar a la formación y acumulación de un exceso de cuerpos cetónicos determinante de la cetosis diabética.

La presencia de uno de estos cuerpos cetónicos la acetona en la orina indica la aparición de la cetosis. Como se mencionó anteriormente la proteína celular también es utilizada ocasionando pérdida de peso y excreción de nitrógeno en la orina.

Existen tres objetivos básicos en el cuidado de un paciente diabético:

### 1.- NUTRICION OPTIMA

El requerimiento básico del paciente es una nutrición adecuada para el crecimiento y desarrollo, así como el mantenimiento de un peso ideal.

Por si acaso, lo prudente es conservar el peso que corresponda a la altura, evitando cualquier grado de sobrepeso.

### 2.- ANULACION DE LOS SINTOMAS.

Hay que hacer un esfuerzo por mantener al paciente relativamente libre de síntomas tales como glucosuria e hiperglucemia.

### 3.- EVITAR COMPLICACIONES.

Ocurren complicaciones en los tejidos, como el ojo (retinopatía), el tejido nervioso (neuropatía) y en el renal (nefropatía), en la diabetes incontrolada. Por consiguiente, hay que esforzarse en un control más cuidadoso para evitar estas complicaciones. La frecuencia de las lesiones coronarias es unas cuatro veces mayor en los diabéticos que en la población en general y en la enfermedad vascular periférica es unas cuarenta veces mayor. Se cree que estas manifestaciones crónicas pueden ser reducidas o retardadas con buena atención y control.

El principio fundamental de la dieta para un paciente diabético puede ser establecido sencillamente basándose en las necesidades nutricionales normales del individuo. Su dieta viene expresada en términos de su requerimiento total en calorías y la proporción de estas calorías en los carbohidratos, proteínas y grasas.

Las especificaciones de calorías están basadas en el peso ideal con asignaciones para la actividad física o esfuerzo adicional, tal como el crecimiento.

Si el paciente es obeso, como lo son muchos pacientes diabéticos, señalaría una reducción suficiente en calorías para lograr una pérdida gradual de peso.

Si el paciente es un adolescente delgado de crecimiento rápido, o

un trabajador alto y delgado que desarrolle mucha energía, las calorías que necesitaría serían mucho más altas.

Cabe establecer la regla empírica de que la proteína en gramos equivale al 5% aproximadamente del número total de calorías. Los requerimientos de proteína para un grupo de hombres en estado normal regulan la cantidad indicada para el paciente individual. Para el adulto se recomienda 65g. de proteína como promedio, que para el diabético puede llegar hasta 80g.

El carbohidrato debe ser el adecuado para la necesidad, pero no excesivo. La tasa es de 100 a 250g. Como regla general de carbohidrato en gramos es igual al 10% del número de calorías. Conviene evitar el uso habitual de azúcar pura o refinada, pudiendo utilizar un sustituto que aporte el mismo número de calorías.

Por lo que se refiere a la grasa, la palabra clave para su uso es moderación. Algunos médicos aconsejan substituir los aceites vegetales por alguna de las grasas animales en la dieta con el fin de aumentar la proporción de los ácidos grasos no saturados. Esta indicación general se basa en la relación que guardan las grasas saturadas y la enfermedad coronaria y en el mayor riesgo de tal enfermedad en la diabetes.

Una regla empírica para el cálculo de la prescripción final es hacer un ajuste en las calorías y proteínas de acuerdo con los requerimientos individuales ya conocidos. Entonces, una vez que han sido reducidas las calorías proteínicas del total de calorías, las restantes se reparten mitad y mitad aproximadamente entre la grasa y el carbohidrato.

Un aspecto importante es la distribución de la dieta total a lo largo del día, puesto que el balance es el concepto clave para el control de la diabetes, esta distribución dependerá del tipo de control utilizado - insulina,

agente hipoglicémico bucal, o la sola dieta.

#### INSULINA.

El horario de las comidas diarias debe estar balanceado con el tipo de insulina empleado, su pauta de absorción y su actividad máxima.

Insulina de corta acción.- Cristalina, semilenta.

Las insulinas de corta acción cubren un período de tiempo de 4 horas, y en consecuencia para una sola comida después de su empleo. Estas insulinas son utilizadas generalmente en situaciones donde están indicados períodos de control a corto plazo, tales como en cirugía, durante el trabajo de parto y alumbramiento, o en casos de enfermedad.

Insulina de media-acción.- NPH (protamina neutra Hagedorn), lenta, duradera.

La NPH es la preparación insulínica más ampliamente utilizada. Las insulinas de acción intermedia suelen administrarse por la mañana media hora antes del almuerzo, alcanzan su máxima actividad en 8 a 10 horas (hacia la media tarde), y perduran de 20 a 24 horas. Es conveniente distribuir las comidas en una proporción de 1/3, 2/5 y 3/5, con algún aditamento a media tarde y a la hora de acostarse. El pisolabis de la mañana sólo es necesario para el niño, rara vez para el adulto.

#### MEDICAMENTOS HIPOGLUCEMICOS POR VIA ORAL.

Las indicaciones generales para el uso de estos medicamentos incluyen:

- 1) tipo de diabetes de comienzo en la madurez
- 2) sin antecedentes de cetosis o coma
- 3) que la diabetes tenga una antigüedad inferior a 10 años

Con todas estas medicaciones orales también es importante hacer una distribución uniforme de la dieta. Se supone además, que operan a base de estimular las células productoras de insulina en el páncreas cuya función está

restringida. Así, hay una actividad de insulina que progresa como resultado de su empleo y distribución del alimento para el equilibrio de esta actividad.

#### DIETA SOLA.

Aún cuando la diabetes no requiera más que un control dietético, todavía es necesario considerar la distribución durante el día y un balance consistente en las comidas. Puesto que hay una tolerancia limitada para la glucosa, es preciso evitar en todo momento cualquier recargo. Se consigue un mejor control total balanceando las comidas en el transcurso del día. (35).

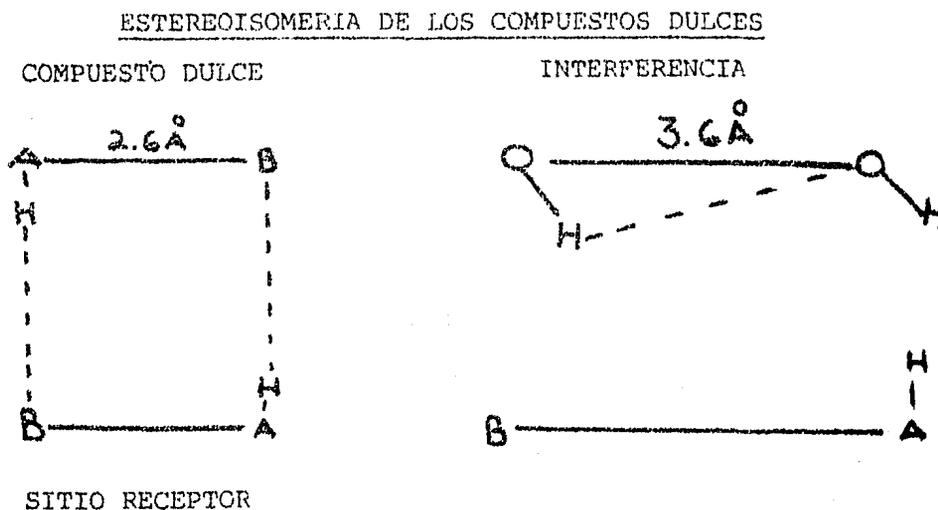
### TEORIA DE LA DULZURA

La teoría está basada en las propiedades de las moléculas "dulces" de formar puentes de hidrógeno con átomos electronegativos A y B, uno de los cuales está unido a un hidrógeno A-H. Entonces el sitio receptor tiene una estructura similar a la del compuesto dulce en donde A-H es el donador del protón y B es el aceptor, esta interacción es la causante del efecto dulce.

La distancia entre A-H y B debe ser poco menor a  $3\text{\AA}$  ya que sino es así, se pueden formar puentes de hidrógeno intermoleculares (Figura No. 3)

Entonces, existe una interferencia y el compuesto dulce no puede interaccionar con el sitio receptor (15).

FIGURA No. 3



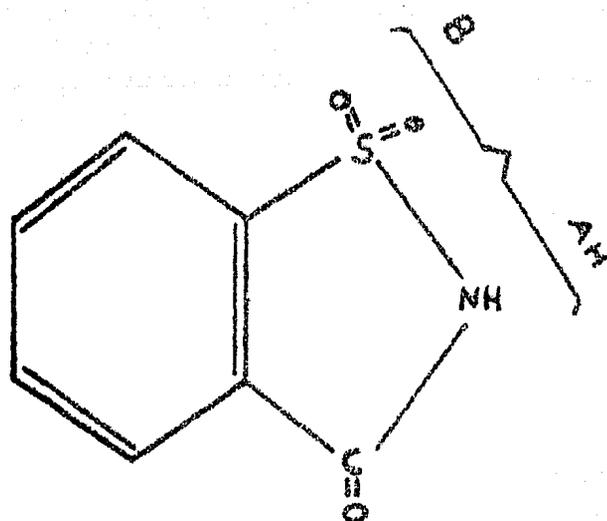
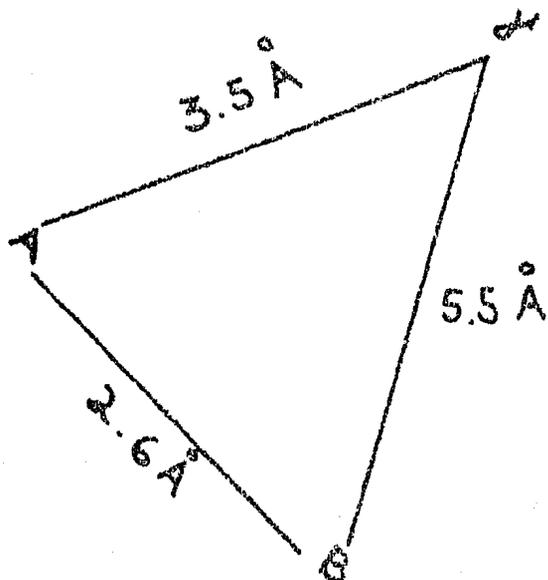
La intensidad de la dulzura de los azúcares puede variar debido a muchas causas, como la temperatura, la concentración y la presencia de otros compuestos. Cuando los azúcares se disuelven en agua, existen reacciones de mutarrotación que producen una mezcla de tautómeros con diferente dulzura.

No sólo se requiere de hidroxilos para que los azúcares sean dulces, sino que también influye la estereoquímica de dichos hidroxilos, como en el caso de la  $\alpha$ -D glucosa que es dulce mientras que su epímero<sup>4</sup>, la  $\beta$ -D manosa es amarga. Otro factor que influye en el poder edulcorante de las moléculas es el grado de hidrofobicidad que tengan, lo que se debe a que la membrana receptora tiene carácter lipídico, por lo que una cierta hidrofobia en el agente estimulante aumenta la interacción. Este hecho se consideró para modificar la teoría anterior al incluir un tercer factor llamado hidrófobo  $\gamma$ , que se supone existe como parte de la molécula estimulante, localizada a 3.5 Å de A-H y a 5.5 Å de B. (Figura No. 4) Esta distribución forma un triángulo entre AH, B y  $\gamma$ , que es el verdadero responsable del sabor dulce de las moléculas. (19).

Para la formación de este triángulo, se requiere de una bien definida estructura conformacional del azúcar y, por lo tanto, los enantiómeros D y L deben tener diferente poder edulcorante. Algunos edulcorantes artificiales, como la sacarina, son de 240 a 350 veces más dulces que la sacarosa, lo cual, se relaciona con la hidrofobia de su molécula y la rigidez que tiene su estructura AH-B. Además la sacarina no sufre reacciones de tautomerismo al disolverse en agua, por lo que no cambia la intensidad de su dulzura. (Figura No. 4 )

FIGURA No. 4

LOCALIZACION DEL GRUPO HIDROFOBO CON RESPECTO A LOS GRUPOS AH y B.



SACARINA

FUENTE: QUIMICA DE LOS ALIMENTOS.  
SALVADOR BADUI DERGAL.

## EDULCORANTES

Considerando la elevada importancia de estos ingredientes en los alimentos, a continuación se anota un breve listado de los diferentes tipos de edulcorantes disponibles, y datos que son relevantes para decidir el tipo de los mismos que debe utilizarse en una formulación.

Obligadamente se debe comenzar por hablar de la sacarosa, carbohidrato obtenido principalmente de la remolacha y la caña de azúcar. En México se utiliza la obtenida de la caña de azúcar.

### SACAROSA

Puede ser utilizada en la industria alimentaria partiendo de las siguientes presentaciones:

AZUCAR CRISTALINA (puede ser refinada en diferentes grados)

AZUCAR PULVERIZADA

MELAZAS

PILONCILLO

Los dos últimos, se utilizan para productos en los que no importa o es deseable el sabor típico que imparten estos productos, por las impurezas contenidas.

Así mismo, conviene mencionar la miel de maple, de uso casi nulo en México, y cuya producción mundial ha descendido considerablemente; su composición de azúcares es básicamente sacarosa. (10).

### GLUCOSA

Se ha utilizado como edulcorante partiendo de dos presentaciones:

GLUCOSA EN POLVO                      Y                      GLUCOSA EN JARABE (jarabe de almidón de maíz).

Este último, en realidad está constituido por GLUCOSA, MALTOSA Y DEXTRINAS

## AZUCAR INVERTIDO

Producto elaborado a partir de la hidrólisis de sacarosa obteniendo un jarabe constituido por fructosa y glucosa.

## FRUCTOSA

Edulcorante muy utilizado para alimentos dietéticos, en México su uso no se ha extendido. (10).

## MIEL DE ABEJA

Edulcorante natural con sabor característico que en algunos países se ha incorporado a numerosos alimentos manufacturados.

Su composición de azúcares es básicamente fructosa y glucosa. En México su uso en la en la Industria Alimentaria es reducido.

## POLIOLES

De este grupo son:

SORBITOL, MANITOL, MALTITOL, XILITOL.

Estos edulcorantes son ampliamente utilizados para la elaboración de alimentos dietéticos. De estos sólo el MALTITOL no se encuentra en la naturaleza.

Cabe mencionar, la razón de que estos edulcorantes sean utilizados en la manufactura de alimentos dirigidos a diabéticos, es que al ser introducidos al organismo son transformados a fructosa, la cual requiere menores niveles de insulina para ser transportadas al interior de la célula, lo cual, es muy indicado para evitar los aumentos repentinos de insulina provocados por la ingestión de glucosa y sacarosa.

Es importante señalar que el XILITOL tiene la propiedad de impartir una sensación de frescura en el paladar por su reacción endotérmica al disolverse en la saliva.

Por ser el SORBITOL el edulcorante utilizado en el presente estudio, más

adelante se proporcionará información detallada acerca de su uso y metabolismo.

### JARABES CON ALTO CONTENIDO DE FRUCTOSA

Este es un producto cuyo uso aumenta constantemente en otros países, en los cuales se utiliza en diversos alimentos.

Consiste en jarabes de maíz, sometido a la acción de una enzima glucosaisomerasa, que convierte la glucosa en fructosa.

El jarabe de este tipo disponible en Estados Unidos de Norteamérica, puede contener 42%, 55% y 90% de fructosa.

Se ha detectado que este tipo de edulcorante tiene un efecto sinérgico al combinarlo con sacarina, es decir que combinando cantidades comparables (en cuanto a poder edulcorante) de sacarosa y jarabe de alto contenido de fructosa, por separado, con igual cantidad de sacarina se obtuvo un mayor poder edulcorante con la combinación del jarabe-sacarina.

Todos los edulcorantes mencionados constituyen un grupo de los llamados edulcorantes nutritivos, pues proporcionan calorías al ser ingeridos.

### SACARINA

Otro edulcorante cuyo uso es muy extendido, es un edulcorante artificial, frecuentemente usado para dietas especiales, ya que no proporciona calorías. Industrialmente se ha aplicado a todo tipo de alimentos que requiere ser edulcorado.

En los Estados Unidos de Norteamérica la F.D.A. ha dado un plazo para retirar este producto de diversos alimentos. (10)

### ASPARTAME

Actualmente la F.D.A. dió su aprobación para que este edulcorante sea utilizado para alimentos destinado a consumo humano, es un dipéptido sintetizado a partir de dos aminoácidos. Comercialmente conocido como CANDORELL.

Searle & Co., ya lo había desarrollado y a partir de 1974 efectuó estudios

para apoyar la aprobación de dicho edulcorante como aditivo seguro. (Gras). Este producto puede ser utilizado en bebidas instantáneas, gelatinas, pudines, chicles y como pastilla edulcorante.

#### KATEMFE

Es un derivado del material mucilaginoso que rodea la semilla de un fruto africano, es 1600 veces más dulce que la sacarosa. Es producido por la compañía Ingresa TATE AND LYLE LTD. Aún no tiene la aprobación de la F.D.A. para utilizarse en los Estados Unidos de Norteamérica.

#### FILODULCINA

Producto extraído de las hojas secas de hydrange Macrophylla Seringevar Thumbergii que es una planta utilizada en el Oriente para elaborar un té ceremonial.

#### STEVLOSIDE

Extraído de la yerba dulce del Paraguay, Stevia rebaudina. En esta planta además se han encontrado otros edulcorantes llamados: Rebaudoside A, Rebaudoside B y Steviolbioside.

#### FRUTA LO HAN (Monordica Grosevnori)

Fruta seca que contiene un glucósido triterpenoide con 5 - 6 unidades de glucosa. Es 400 veces más dulce que la sacarosa.

#### MONELINA

Proteína extraída de un fruto africano, es 2,500 veces más dulce que la sacarosa, muy inestable al calor y pH bajo.

## EL SORBITOL Y SU APLICACION

De todos los alditoles ó alcoholes de azúcar conocidos el SORBITOL es el compuesto comercial con mayores probabilidades de uso por sus extraordinarias características, pues toma y acrecenta las ventajas de los productos a los que físicamente o químicamente se parece; de un monosacárido, su sabor dulce refrescante, de un polialcohol de bajo de peso molecular, su higroscopicidad, de un disacárido, su baja o nula toxicidad, etc., reuniendo ventajosamente en un solo compuesto muchas propiedades deseables y adecuadas a las más diversas industrias.

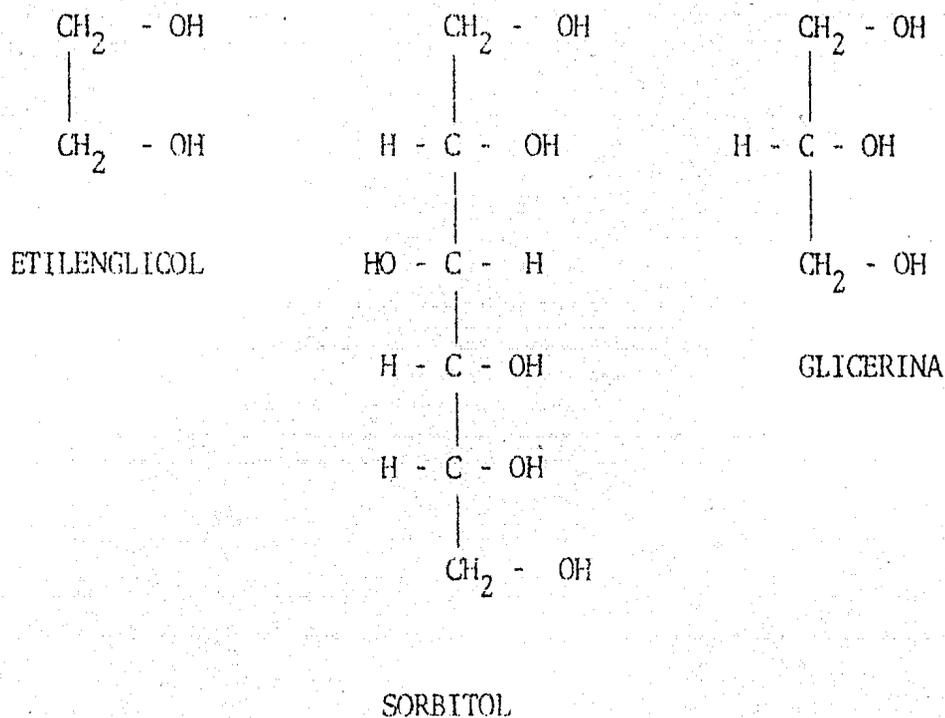
Conocido es que el etilenglicol y la glicerina, alcoholes secundarios y terciario respectivamente, juegan un papel muy importante desde hace tiempo debido a sus propiedades higroscópicas. En productos cuya calidad depende de la suavidad y plasticidad, es indispensable un estabilizador de humedad que evite la evaporación de agua y con ella el endurecimiento del producto. Debido a su similitud existente entre las estructuras del etilenglicol y glicerina con el SORBITOL (Figura No. 5), éste posee estas mismas características.

Aunque desde hace muchos años se conocen las excelentes propiedades del SORBITOL, la dificultad de extraerlo de las plantas y frutas en los cuales está contenido naturalmente (Cuadro No. 2) y el poco volumen que se obtenía, hacían de él un producto de poca consideración para poder ser empleado industrialmente.

Desde que en 1937 se empezó a fabricar SORBITOL en escala industrial, su empleo en las más diversas industrias, desde la alimenticia y farmacéutica hasta la petrolera, ha ido en creciente aumento.

Al comienzo, se utilizó la electrólisis de la glucosa como procedimiento

FIGURA No. 5

SIMILITUD DEL SORBITOL CON OTROS ALCOHOLES

## CUADRO No. 2

PRODUCTOS QUE CONTIENEN SORBITOL. mg/100g. ó 100ml.

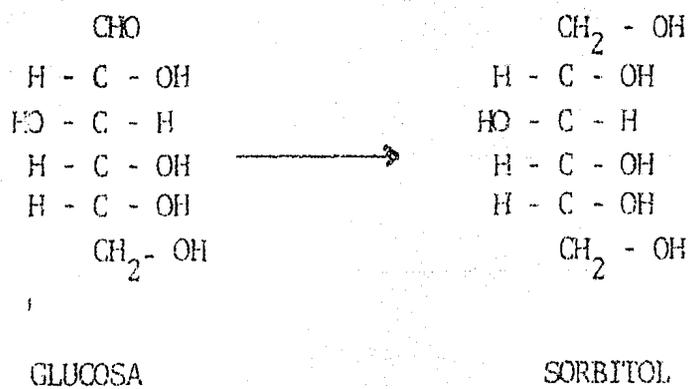
<u>P R O D U C T O</u>	<u>S G R B I T O L</u>	
	mg./100g.	ó 100ml.
UVAS SUDAFRICANAS . . . . .	52.5	
PERAS (PYRUS COMMUNIS L.) . . . . .	4,600.0	
DURAZNO (PRUNUS PERSICA STOKES) . . . . .	960.0	
BETABEL (BETA VULGARIS L.) . . . . .	77.0	
CASTAÑA COMESTIBLE (CASTANEA VESCA). . . . .	11.0	
HARINA DE MAIZ . . . . .	2.0	
PASAS SECAS (PRUNUS DOMESTICAL). . . . .	2,420.0	
CEREZA EN CONSERVA . . . . .	645.0	
MORAS EN CONSERVA . . . . .	965.0	
JALEA DE CEREZA ROJA . . . . .	1,100.0	
JALEA DE MORAS . . . . .	900.0	
BAYA DEL SAUCO JALEA . . . . .	27.0	
JALEA DE MEMBRILLO . . . . .	125.0	
JALEA DE GROSELLA . . . . .	27.0	
JALEA DE CIRUELA . . . . .	108.0	
VINO DE MANZANA . . . . .	220.0	
VINO ROJO . . . . .	14.5	
VINO BLANCO . . . . .	8.0	
JUGO DE PERA . . . . .	394.0	
JUGO DE UVA . . . . .	4.5	
JUGO DE MANZANA . . . . .	203.0	
JUGO DEL BAYA DEL SAUCO . . . . .	133.0	
JUGO DE ESPINO . . . . .	655.0	
SACAROSA INVERTIDA . . . . .	159.0	

para obtener SORBITOL en forma industrial y más recientemente, se obtiene por hidrogenación de la dextrosa usando un catalizador de reducción.

Claro, desde los primeros años de su fabricación hasta la fecha se han hecho innumerables mejoras en el proceso tendientes a incrementar la calidad del producto y a disminuir su precio.

La dextrosa de 99.5% de pureza y en solución al 50% se introduce en un reactor. Se agrega el catalizador de níquel y se aplica una presión de hidrógeno de aproximadamente 1000 psi. Obteniendo el SORBITOL se procede a separarle el catalizador por filtración y posteriormente se deioniza en un sistema triple, catiónico-aniónico mixto y se concentra.

La reacción es la siguiente:



Se presenta el SORBITOL como cristales higroscópicos incoloros de sabor dulce muy fácilmente soluble en agua, alcohol caliente, soluble en alcohol frío, muy difícilmente soluble en acetona y cloroformo y prácticamente insoluble en éter de petróleo. Para usos industriales generalmente se utiliza la solución de SORBITOL al 70% de SORBITOL en agua.

El SORBITOL es indispensable en las industrias de panificación y dulceras para conservar frescos y suaves los productos. En productos cremosos (merengues), favorece la formación de espuma mientras que en el mazapán, debido a sus propiedades como estabilizador de humedad impide que éste se seque.

El Sorbitol imparte a todos los productos comestibles en que es agregado un sabor dulce y fresco y deja un agradable sabor remanente, factor indispensable para la calidad de un buen dulce. La glicerina y el propilenglicol dejan un sabor desagradable. No es solamente inodoro sino que no absorbe ningún olor.

El SORBITOL es el alimento en los alimentos. Tiene el mismo valor calórico que los azúcares. Debido a su baja viscosidad se mezcla fácilmente, con él no hay ningún problema de volatilidad y tiene gran estabilidad a la temperatura. Una ventaja grande sobre otros polialcoholes inferiores es que no actúa como antiespumante, por lo que puede usarse sin ningún perjuicio en la calidad y apariencia de los malvaviscos, merengues, etc.

El SORBITOL puede ser utilizado ventajosamente como antioxidante de aceites y grasas. (47). Incrementa la absorción de vitaminas y otros nutrientes, en preparaciones farmacéuticas. (13).

Otro uso de mucha importancia del sorbitol es como edulcorante en productos alimenticios destinados a personas que padecen diabetes. (13).

El Sorbitol es absorbido en el yeyuno por difusión pasiva y además no necesita insulina para ser transportado al interior de la célula. (11).

El sorbitol es difundido al interior de la célula mucho más lento que la glucosa, razón por la cual el sorbitol no eleva el contenido de glucosa normal en sangre en personas con diabetes. (9,57).

El sorbitol es transformado a fructosa en el hígado, por una reacción enzimática, siendo la responsable una enzima no específica, la alditol deshidrogenasa. (L-iditol: NAD oxidoreductas; 1.1.1.14) ( 8 ).

La reacción es la siguiente:



Por todas las razones y cualidades antes mencionadas se eligió al SORBITOL en este estudio, como un sustituto de sacarosa, para ser adicionado a productos frutícolas procesados destinados a personas con diabetes.

## ANALISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial es una disciplina científica que se aplica para evaluar, medir, analizar e interpretar reacciones a aquellas características de los alimentos y materiales tal como son percibidos por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído. (IFT, SED, 1975). (17,38).

La importancia de la evaluación sensorial se deriva del hecho de que no existe un aparato capaz de medir el grado de aceptabilidad de un producto, es decir, un aparato que refleje las actitudes de un consumidor hacia un alimento en particular.

El proceso de evaluación sensorial permite adquirir un punto de vista del producto, basado en datos analizados estadísticamente. (26)

### GRUPOS DE CAPTACION

Las características sensoriales de los alimentos son de naturaleza compleja y están constituidas por una serie de atributos específicos, que a su vez, son el resultado de las sensaciones experimentadas por el hombre al entrar en contacto con el alimento por medio de los sentidos. Atendiendo al sentido por el que se captan, se pueden reunir en tres grupos:

- 1.- Factores de aspecto, captados por el sentido de la vista, como son el color, la forma, el tamaño, etc.
- 2.- Factores de sabor y aroma, captados los primeros por las papilas gustativas de la lengua y paredes internas de la boca y los segundos por el epitelio olfativo de la nariz.
- 3.- Factores de textura, captados por el sentido del tacto con los dedos y especialmente con la boca. (14).

## SELECCION DE PANELISTAS O JUECES.

Para que el resultado obtenido sea representativo y verdadero respecto a la muestra o muestras, el análisis debe ser practicado no por una persona, sino por un grupo de personas que forman el "Panel Sensorial", "Panel de Catadores" o "Equipo de Degustación". El número de jueces o catadores que lo integran y su sensibilidad y grado de adiestramiento depende del tipo de pruebas que tenga que realizar; puede estar formado por 5-8 personas adiestradas y de gran sensibilidad o de varios centenares de consumidores, no adiestrados, elegidos al azar.

Las pruebas más frecuentes usadas para seleccionar panelistas son:

- 1.- Pruebas de diferencia para determinar la habilidad de detectar variaciones específicas características de un producto.
- 2.- Pruebas de umbral para determinar la agudeza de los gustos básicos en agua u otros disolventes.
- 3.- Pruebas descriptivas y con escalas para determinar la habilidad de reproducir juicios cualitativos.

Los panelistas deben estar familiarizados con el producto y deben saber en que consiste su buena calidad. Las sesiones preliminares ayudarán a esclarecer el significado de los términos descriptivos. Para tener un uso real de los términos es conveniente hacer referencia a estándares objetivos específicos. (2, 14, 26, 20).

## MUESTRAS Y SU PREPARACION

Los miembros del panel se ven generalmente influenciados por todas las características del material de prueba, en consecuencia, las muestras de prueba deben ser preparadas y servidas tan uniformemente como sea posible.

## CLAVES

Las muestras deben tener claves de manera tal, que los jueces no puedan distinguirlas por la clave o no se vean afectadas por un prejuicio a la clave. Un conjunto de tres dígitos se debe asignar a cada muestra de manera que los panelistas recibirán muestras con claves diferentes.

## NÚMERO DE MUESTRAS

Para determinar el número de muestras a presentar en una sesión de pruebas, se considera lo siguiente:

- La naturaleza del producto a ser examinado
- La intensidad y complejidad de la propiedad sensorial que va a ser juzgado.
- La experiencia del panelista
- La cantidad de mercancía y tiempo disponible (20)

## CLASIFICACION

Las pruebas sensoriales se pueden clasificar en tres grupos según la información que proporcionan:

- 1.- Preferencia-Aceptación
- 2.- Discriminatorias
- 3.- Descriptivas

Las pruebas de preferencia- aceptación se utilizan para conocer la opinión del consumidor, las de preferencia tienen por objeto determinar que muestra, de un grupo de dos o tres, es la que gusta más; las de aceptación indican si un producto sería aceptado por una mayoría de consumidores.

Las pruebas discriminatorias se usan para establecer si existen diferencias entre dos o más muestras; no indican la magnitud ni el sentido de la diferencia, sólo si existe.

Las pruebas descriptivas sirven para evaluar un producto según sus características específicas e indican el tipo o magnitud de las diferencias entre las muestras (14). (Cuadro No. 3) (14, 17, 38).

CUADRO No. 3

ALGUNAS ESPECIFICACIONES PARA EL ANALISIS SENSORIAL

TIPO DE PANEL	F U N C I O N	P R U E B A	FORMA DE RELIZACION DE LA P R U E B A	TAMAÑO DEL PANE L RECOMENDADO
Preferencia - aceptación	Evaluar la opinión del consumidor	Escala hedónica	Clasificación individual de las muestras por su grado de aceptación.	80-120 no adiestrados
Discriminativo	Determinar diferencias que existen entre muestras	Diferencias  Grado de diferencia ó escalas diferenciales	Detectar diferencias entre muestras  Clasificación según el grado de diferencias entre las muestras y un estándar.	5 - 10 adiestrados u 8 - 25 no adiestrados  5 - 10 adiestrados u 8 - 25 no adiestrados

## PRUEBA DE ORDENACION

La evaluación sensorial de un parámetro se lleva a cabo, normalmente, utilizando pruebas de ordenación. (Ranking). (20).

En donde un grupo de muestras (las cuales pueden contener un control o estándar) son presentadas simultáneamente y al juez se le pregunta para jerarquizarlos en el orden de la intensidad de una característica específica.

El método es rápido de fácil realización y permite evaluar varias muestras simultáneamente (el número máximo suele ser de 20). Su principal inconveniente es que no especifica la magnitud o grado de diferencia entre dos muestras consecutivas.

Los resultados de la prueba de rango, pueden comprobarse para diferencias significativas usando tablas preparadas por Kramer y colaboradores.

El método de ordenamiento es muy sensitivo y deberá usarse cuando las diferencias sean pequeñas. (20, 26, 14, 2).

## PRUEBAS PARA EL CONSUMIDOR

Los estudios del consumidor están completamente separados de los paneles de laboratorio, los cuales no intentan predecir la reacción del consumidor.

Idealmente una prueba para el consumidor cubriría una gran muestra de población para la cual, el producto va encaminado e involucraría un censo de muestreo y una área geográfica localizada.

Estas pruebas indicarán cual muestra será consumida por la mayoría de la gente y ayudarán a seleccionar el mejor producto entre varias alternativas para un determinado número.

## ESCALAS HEDONICAS

La palabra "hedónico", es una derivación del griego y se relaciona al estado y grados de placer. Ahora la palabra "Hedónico" se está usando para todo tipo de escalas afirmativas (gusta o disgusta), una escala muy conocida

es la de 9 puntos; a cada valor de la escala corresponde una expresión gramatical que indica el grado de gusto o disgusto de cada probador, por el producto.

Los resultados del test se estudian aplicando análisis de varianza.

(20, 26, 46).

## TRATAMIENTOS TERMICOS.

Sin duda alguna, el calor como agente de esterilización es el más eficaz, seguro y económico, en consecuencia es el que se utiliza con más frecuencia, para la conservación de un alimento.

Las diversas especies de microorganismos responsables de la descomposición de los alimentos pueden crecer en una amplia escala de temperaturas; por ejemplo, los organismos psicrófilos, mesófilos y termófilos.

Cada uno de estos tipos particulares tiene una temperatura óptima, mínima y máxima de crecimiento. Las temperaturas superiores a la máxima ejercen efecto LETAL, mientras que las inferiores a la mínima se consideran determinantes de un efecto ESTÁTICO. (32).

### PASTEURIZACION.

La pasteurización es el tratamiento térmico que destruye parte de los microorganismos presentes en un alimento, en consecuencia la pasteurización deberá aplicarse a alimentos que se manejarán y almacenarán bajo condiciones que minimicen el crecimiento microbiano.

En muchos casos, el objetivo primario de la pasteurización es el destruir microorganismos patógenos (como es el caso de la leche); en otros, la pasteurización sirve primariamente para destruir microorganismos vegetativos presentes, causantes de deterioro (que es el caso de la cerveza). Dentro de los métodos de conservación que se emplean de manera conjunta con la pasteurización, se incluyen la refrigeración, la adición de aditivos químicos, el empleo de empaques adecuados y fermentaciones con microorganismos deseables. (como en el caso del Yogurt).

La relación tiempo-temperatura que se utilice en la pasteurización dependerá de la termorresistencia del microorganismo para el cual se diseñó el proceso y la sensibilidad del producto al calor. La pérdida de componentes nutri

cionales se debe, en estos casos, principalmente a degradación térmica. (24). En el caso del jugo de naranja, y dado que su acidez está comprendida dentro de los límites de un pH de 4.0, para obtener una pasteurización adecuada, sólo es necesario calentarla a una temperatura de 92°C durante 50-60 segundos.

La pasteurización puede efectuarse en forma continua o en lotes utilizando cualquier tipo de intercambiador de calor.

El jugo de naranja puede conservarse en latas cubiertas, aunque resulta más económico el empleo de envases de vidrio. Desde luego su manejo debe ser más cuidadoso al ser almacenado en dichos envases.

#### ESTERILIZACION

Por definición, esterilización implica la muerte de todo microorganismo viable, este es uno de los procesos más efectivos para la conservación de alimentos.

En la industria alimentaria, el término generalmente aplicado es de "esterilización comercial", el cual significa que todos los microorganismos patógenos y generadores de toxinas son muertos, al igual que todo tipo de microorganismo que de estar presente, provocaría la descomposición del alimento bajo condiciones normales de manejo y almacenamiento.

Los alimentos "comercialmente estériles" pueden contener un pequeño número de esporas termorresistentes, que normalmente no proliferarán en el alimento a las condiciones en que éste se conserva; la estabilidad en este sentido no es garantizable, ya que de encontrarse estas y proliferaran, inevitablemente traerían consecuencias de descomposición en el alimento.

La esterilización tiene efectos severos sobre los componentes termolábiles del alimento, de manera especial sobre las vitaminas, en esta técnica el ni-

vel de degradación de factores nutricionales y sensoriales dependerá directamente de la relación tiempo-temperatura empleados, así como la velocidad de transferencia de calor hacia el producto. (24,44)

Las técnicas de esterilización rápida, a alta temperatura corto tiempo, fueron desarrolladas con el fin primordial de mejorar la aceptación de muchos alimentos termosensibles, cuya calidad resulta seriamente afectada al esterilizarlos según las técnicas convencionales; este inconveniente queda eliminado en el caso de productos fluídos para los que se han desarrollado con éxito procedimientos de esterilización rápida.

Su principio, de base involucra un proceso integral de calentamiento enfriamiento rápidos por circulación del producto a través de dispositivos apropiados de intercambio térmico, así como del acondicionamiento final del producto estéril y frío en envases, bajo condiciones de estricta asepsia.

Para comprender con claridad los procesos térmicos que se hace necesario conocer en primera instancia los mecanismos de transferencia de calor.

#### MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

La transferencia de calor involucra un mecanismo molecular en el cual, la energía cinética de una molécula aumenta el absorber energía calorífica, llevándose a cabo la transferencia cuando las moléculas de mayor energía cinética y por tanto, movimiento rápido, chocan con las de menor energía cinética y lento movimiento, con lo cual las primeras pierden energía cinética y las segundas la adquieren.

Son tres los mecanismos básicos para la transferencia de calor:

- a) conducción,      b) convección      y      c) radiación

##### a) CONDUCCION

Ocurre cuando la energía calorífica de una molécula o átomo es transferida

a una molécula o átomo adyacente sin provocar un cambio considerable en su posición relativa, por lo que se presenta principalmente en productos sólidos.

La Ley básica que gobierna la transferencia de calor por conducción es la ley de Fourier. Esta ley establece que la velocidad de transferencia de calor a través de un material uniforme, es directamente proporcional al área de transferencia y al gradiente de temperaturas del material, e inversamente proporcional al espesor del mismo; siendo representada por la ecuación:

$$dQ/dt = -k A dt/dl$$

en donde:

$dQ/dt$  = velocidad de transferencia

$k$  = constante de proporcionalidad, es la conductividad térmica; propiedad física de cada material que depende de la temperatura.

$dT/dl$  = gradiente de temperaturas por unidad de espesor.

$A$  = superficie de transferencia

A comparación de la transferencia de calor por convección, la conducción resulta mucho más lenta.

#### b) CONVECCION

En el calentamiento por convección, las moléculas están libres para moverse; esto da por resultado una mezcla de porciones calientes y frías en el mismo material. Este hecho limita la convección a sistemas fluídos ya sea líquidos o gaseosos.

La convección puede ser libre o forzada: en la convección libre el movimien-

to no va en contra del gradiente de densidad, en la forzada el movimiento de los flúidos se debe a la aplicación de movimiento por una fuente externa (bomba, agitador, ventilador). Resulta evidente que en la convección forzada la transferencia de calor es mayor.

La expresión para la transferencia de calor por convección es la correspondiente a la ley de enfriamiento de Newton, la cual se establece como:

$$dQ/dt = h A \Delta T$$

en donde:

$dQ/dt$  = velocidad de transferencia

$h$  = constante de proporcionalidad, es el coeficiente de transferencia de calor por convección; depende de las propiedades del flúido, de la naturaleza de la superficie y de la velocidad de flujo a través de la superficie de transferencia.

$A$  = superficie de transferencia

$\Delta T$  = gradiente de temperaturas

En la mayoría de los tratamientos térmicos aplicados a los alimentos la aplicación de calor es indirecta esto es, el calentamiento ocurre de un flúido caliente (medio de calentamiento) hacia la pared de intercambio, y hacia un flúido frío (alimento).

## c) RADIACION

Difiere de la conducción y de la convección en que no requiere de un medio para transportar el calor de la fuente de calentamiento al medio que lo recibe.

Las radiaciones electromagnéticas utilizadas como fuente de energía viajan a la velocidad de la luz, encontrándose caracterizadas por una longitud de onda y una frecuencia dada expresándose en la forma de:

$$c = \lambda f$$

en donde:

$c$  = velocidad de la luz

$\lambda$  = longitud de onda

$f$  = frecuencia

La longitud de onda que corresponde a la región infrarroja del espectro (0.8-400 nm) tiene la peculiaridad de que sus radiaciones son rápidamente absorbidas y convertidas en energía calorífica; debido a su bajo poder de penetración, se emplean preferentemente para calentamiento superficial.

La ecuación de Stefan-Boltzman explica la transferencia de calor por radiación bajo la forma de:

$$q = A \left( T_1^4 - T_2^4 \right)$$

en donde:

$q$  = energía radiada

$A$  = área superficial

= emisividad (relación de la energía emitida por un cuerpo sobre la emisión de un cuerpo ideal -cuerpo negro- a una misma temperatura).

= absorptividad (fracción de energía absorbida por un cuerpo en

comparación con la energía absorbida por el cuerpo negro).

$T_1$  y  $T_2$  = temperaturas absolutas de los alrededores.

### MECANISMOS DE INACTIVACION MICROBIANA POR CALOR

En los alimentos se aplican en general los mecanismos de transferencia, dado que las formas vegetativas de las células bacterianas se inactivan a temperaturas ligeramente arriba de su máxima temperatura de crecimiento; las esporas en cambio, sobreviven a temperaturas mucho más elevadas.

Esta diferencia en la termorresistencia puede deberse a que las esporas contienen una gran cantidad de ácido dipicolínico y calcio, éstos forman un complejo que se localiza en las membranas externas de la spora. Dicho complejo no existe en las células vegetativas (32).

El calor húmedo resulta más efectivo para la inactivación de esporas que el calor seco; esta diferencia está relacionada con el mecanismo de inactivación que se promueve en cada caso: la aplicación de calor húmedo provoca desnaturalización proteica, mientras que el calor seco promueve reacciones de oxidación y estas requieren de un mayor suministro de energía.

Los factores que influyen en la termorresistencia bacteriana son:

- Resistencia inherente: diferentes microorganismos exhiben diferentes termorresistencias, lo mismo que diferentes cepas de una misma especie.
- Influencias ambientales durante el crecimiento y formación de esporas: se incluyen en este punto factores tales como temperatura, ambiente iónico, presencia de lípidos y fase de crecimiento.
- Influencias ambientales activas durante el tiempo de calentamiento: pH, ambiente iónico, actividad de agua, composición del alimento y del medio en que se encuentra.

Dentro de los factores mencionados, el pH del alimento es de gran importan-

cia, ya que la termoresistencia de un microorganismo está íntimamente ligada con este.

Desde el punto de vista procesamiento térmico, los alimentos se pueden clasificar en tres categorías dependiendo de su pH;

- 1.- Alimentos de acidez baja y media (pH mayor de 4.5)
- 2.- Alimentos ácidos (pH comprendido entre 4.0 y 4.5)
- 3.- Alimentos de alta acidez (pH menor de 4.0)

MICROORGANISMOS ASOCIADOS CON LA DESCOMPOSICION DE ALIMENTOS ENLATADOS ACIDOS.

Una gran variedad de microorganismos ácidos tolerantes pueden sobrevivir al proceso de enlatado. Su sobrevivencia, generalmente depende de una contaminación excesiva antes del proceso y/o dar al producto un proceso térmico leve para preservar textura (principalmente en productos de fruta).

Tratamientos impropios de tiempo-temperatura, también pueden ser responsables.

Byssochlamys fulva, es un Moho termorresistente que crece en frutas enlatadas y embotelladas (jugos, bebidas de frutas, concentrados, pudines, frutas en almíbar y rellenos para pies).

Se ha observado que el daño se produce en frutas que han sido dañadas o lavadas, no así cuando se encuentran enteras.

B. fulva, causa desintegración en las frutas y destruye las pectinas, estos daños son causados por la producción de enzimas pectinolíticas, que obviamente van acompañadas del crecimiento del moho.

B. fulva, es peculiarmente importante por sobrevivir a tratamientos térmicos severos (30min a 85°C y 10 min a 87.7°C) (5), sus ascosporas muestran una resistencia no usual a efectos letales para la mayoría de los mohos, como son:

a) Baja presión de oxígeno. Pueden crecer en atmósferas a baja presión de oxígeno, tan baja como 0.27% de O<sub>2</sub> a una velocidad de flujo de 10 lts/h, de aquí su capacidad para crecer en latas o botellas de productos de frutas procesadas.

No obstante, no son capaces de crecer bajo condiciones anaeróbicas estrictas. (42, 43).

b) Sustancias químicas. Se ha reportado que 1000ppm de solución de cloro, no es suficiente fungicida para ser efectivo en procedimientos de sanidad normales.

También se ha visto que son resistentes a inmersiones en formaldehído al 10% por 10 minutos, en Lysol al 10% por 30 minutos y en cloruro mercúrico al 0.5% por 36 minutos. (41,40).

c) Alcohol absoluto. Las ascosporas sobreviven en alcohol absoluto por 30 semanas.

d) Temperaturas bajas. Son capaces de crecer a temperaturas tan bajas como 1.7°C.

El Byssochlamys sp produce una variedad de micotoxinas y otros productos metabólicos, algunos de los cuales son sólo ligeramente tóxicos, otros son de baja a intermedia toxicidad como la Byssotoxina A, y algunos de relativamente alta toxicidad como es el caso del ácido Byssoclámico y la patulina.

Las micotoxinas son metabolitos fungales secundarios biológicamente activos que poseen estructuras moleculares complejas, que causan cambios patogénicos o anormalidades fisiológicas en el hombre y a los animales de sangre caliente. Son especialmente importantes entre las toxinas comunes por las siguientes causas:

a) los hongos productores de toxinas, son ampliamente distribuidos y pueden contaminar a los alimentos.

b) Las micotoxinas pueden persistir en los alimentos afectados aún después de la erradicación fungal.

En un estudio realizado por Rice & Beuchat, observaron que incrementando la concentración de sacarosa de 1% a 5% en un medio líquido definido, la producción de ascosporas se incrementa también gradualmente.

Lo anterior significa que la concentración de azúcar en el producto proce-

sado también puede afectar a la velocidad de crecimiento y al número de ascosporas producidas.

Aparentemente el moho usa primariamente azúcares como fuente de energía para su crecimiento.

Cabe señalar, que al sustituir a la sacarosa en dichos productos por un edulcorante (sorbitol), el cual no es metabolizable por B. fulva, podría evitar o retardar el crecimiento del moho en comparación con los mismos productos elaborados con sacarosa.

Entonces el estudio del tratamiento térmico que se les daría a los productos frutícolas procesados se hicieron en base al Byssochlamys fulva, por todas las razones antes mencionadas.

## CALCULO DEL TIEMPO DE TRATAMIENTO TERMICO

Los métodos térmicos juegan un papel importante en la conservación de alimentos. Diversas técnicas han sido implementadas para destruir microorganismos o enzimas que puedan causar problemas de salud (toxicidad) en el consumidor o bien puedan destruir al producto durante su almacenamiento. Al mismo tiempo, se desea que el alimento retenga sus propiedades nutricionales y organolépticas. (29,36).

Un proceso térmico es aquel que comprende ya sea la transferencia de calor del medio hacia el alimento como su enfriamiento. (6, 33, 48).

Al hablar de productos enlatados, se piensa generalmente que la penetración de calor sea tal, que esterilice al alimento; es decir, que sean muertos todos los microorganismos o sus esporas. Prácticamente es casi imposible lograr que un producto sea estéril, ya que siempre existe la posibilidad de que una de ellos sobreviva. Por otro lado, si se deseara garantizar la completa destrucción de formas viables, el tratamiento térmico sería tal, que destruiría al alimento. Debido a esto, se ha introducido el concepto de "Esterilización Comercial"; comúnmente usada para inactivar o inhibir microorganismos (o sus esporas), evitando que crezcan, eliminando las posibilidades de daño al alimento o problemas de salud bajo las condiciones normales de almacenado. Es decir que los productos alimenticios no están, en el sentido estricto de la palabra, "totalmente estériles". (25) Aún cuando no se pueda hablar de esterilización parcial.

En el tratamiento térmico es deseable la inactivación de enzimas que puedan perjudicar al producto enlatado (22). La mayoría de este tipo de alimentos han sido envasados en condiciones anaerobias, tradicionalmente en recipientes de vidrio y hojalata (7). Recientemente se han introducido al mercado bolsas de plástico (27) o de aluminio laminado.

Para calcular el tiempo de proceso térmico en latas, es necesario basarse en el punto más lento de calentamiento (punto frío). (44).

### INTERPRETACION DE DATOS

En este tipo de problema es necesario poseer información de la penetración de calor en el alimento enlatado y de la resistencia de los microorganismos al calor, siendo la parte crítica del proceso la habilidad de poder reunir y combinar esta información para obtener un tiempo adecuado para la destrucción de microorganismos o sus esporas. (18).

### CURVAS DE PENETRACION DE CALOR

Esta parte requiere del uso de termopares, los cuales están contruídos de cables de cobre-constantano del tipo "Ecklund" (6). La variación de temperatura durante el calentado y enfriado del bote es medida, registrada y procesada. (1).

Con los datos del historial térmico se calculan los valores letales de acuerdo a la ecuación de Haya Kawa (1973) y que es definida de la siguiente forma: (16, 23).

$$VL = 10^{\frac{-(Tr - Te)}{z}}$$

de donde VL = valor letal

Tr = temperatura de referencia

Te = temperatura experimental

z = número de grados centígrados requeridos para que una curva de muerte térmica pase un ciclo logarítmico.

Una vez calculados los valores letales, se grafica VL vs. tiempo y entonces se calcula el área bajo la curva y dicha área es el valor F requerido, que está definido como el número de minutos necesarios para destruir una población determinada de microorganismos o esporas.

MATERIALES Y METODOS

## MATERIALES

La materia prima utilizada fue: 40 piñas y 144 naranjas, por ser los frutos que se obtienen con facilidad en toda época del año. Las cantidades son las necesarias para poder realizar los análisis sensorial y fisicoquímico. Dichos frutos fueron adquiridos en la Central de Abastos, procurando que tanto las piñas como las naranjas tuvieran un estado óptimo de madurez y homogeneidad en lo que respecta al tamaño, además que estuvieran sanas y sin golpes, ya que esto último podría causar problemas microbiológicos.

- Sorbitol 6kg,
- Azúcar 5kg,
- Latas:

Para procesar las piñas se utilizaron latas del No. 2½ (401 X 411), con capacidad de 800g., con barniz "epóxico" que soporta alimentos con pH bajo.

Para procesar las naranjas se utilizaron latas del No. 2, también con barniz "epóxico" y con capacidad de 550ml.

## APARATOS

Balanza granataria marca "Mettler",

Balanza analítica marca "Sauter",

Engargoladora marca "Master Sealer",

Extractor de jugo manual sin marca,

Autoclave marca "M.A.C.",

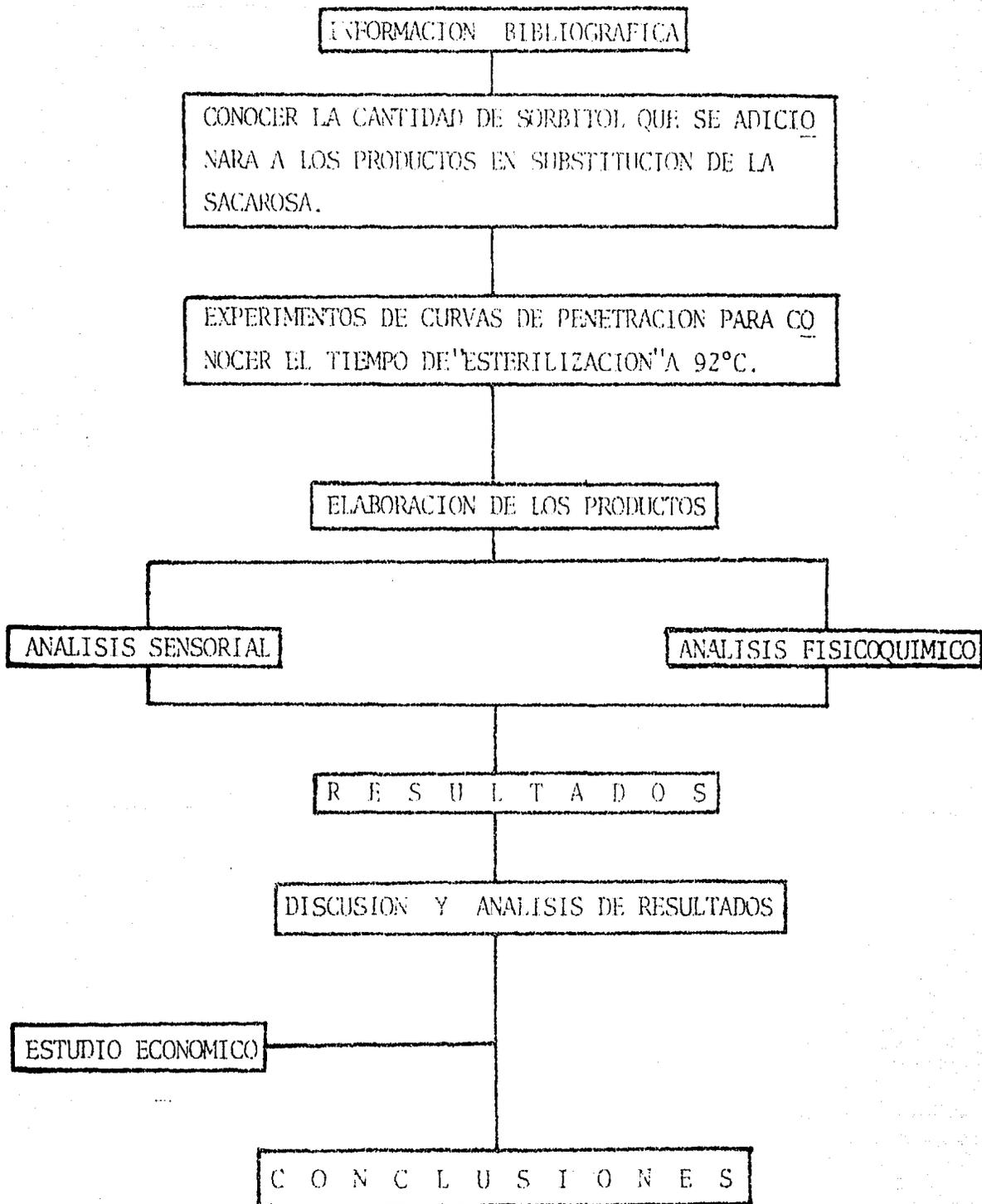
Potenciómetro marca "Corning"

Refractómetro de campo marca "Zeiss opton"

Material de Vidrio de laboratorio

MÉTODOS

El presente estudio se realizó de acuerdo al siguiente diagrama:



## INFORMACION BIBLIOGRAFICA

Este primer paso se realizó en la Biblioteca de la Comisión Nacional de Fruticultura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química y en el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas.

La información aquí recabada sirvió de base para el presente estudio y de apoyo para la parte experimental del mismo.

La revisión se hizo principalmente en las revistas: Food Technology y Journal of Food Science. De la siguiente forma: de 1968 a Abril de 1983.

También para temas específicos se utilizaron otros libros y revistas que se mencionan en la parte de bibliografía.

## CANTIDAD DE SORBITOL

La cantidad de sorbitol que fue adicionada a los productos en substitución de la sacarosa se basó en el conocimiento bibliográfico acerca de la dulzura del sorbitol (poder edulcorante) la cual es del 60% considerando como un 100% la dulzura de la sacarosa. (31)

También se tomó en cuenta el porcentaje de sacarosa que viene adicionada en los productos comerciales idénticos a los que se elaborarían en el presente estudio.

La cantidad adicionada y los cálculos que se hicieron para realizar dicha adición se muestran en la parte de resultados.

EXPERIMENTOS DE CURVAS DE PENETRACION PARA CONOCER EL "TIEMPO DE ESTERILIZACION" A 92°C.

---

Dichos experimentos se realizaron para "esterilizar" las latas de piña en almíbar y piña en jarabe de sorbitol, ya que el jugo de naranja se pasteurizó.

Se realizaron dos pruebas con una lata de piña en almíbar y otra con una lata de piña en jarabe de sorbitol, con el objeto de conocer si la adición de sorbitol influye en el mecanismo de transferencia de calor de dichos productos. Los cálculos para determinar el tiempo de esterilización a 92°C se hicieron tomando en cuenta al Moho Byssochlamys Fulva, ya que se ha reportado que su presencia es muy común en estos productos. (41).

La forma de determinar dicho tiempo de esterilización se realizó de acuerdo a los principios teóricos expuesto en la parte de generalidades.

Los resultados de estos experimentos así como los cálculos se muestran en la parte de resultados.

Conociendo dicho tiempo se procedió a elaborar los productos.

## ELABORACION DE LOS PRODUCTOS

Se procesaron 40 piñas, 25 en jarabe de sorbitol y 15 en almíbar (jarabe de sacarosa), en latas de 800g de capacidad, también se procesaron 144 naranjas en latas de 550ml. de capacidad, considerando 6 naranjas por lata, entonces se obtuvieron 24 latas de las cuales 14 se les adicionó sorbitol y 10 se les adicionó sacarosa.

Además, se compraron productos comerciales, es decir piña en almíbar enlatada "comercial" y jugo de naranja con 5% de sacarosa "comercial".

Con el objeto de identificar las latas, se les codificó de la siguiente manera:

F1 Piña en Almíbar	F1 Jugo de naranja 5% de sacarosa
F2 Piña en jarabe de sorbitol	F2 Jugo de naranja 7% de sorbitol
F3 Piña en almíbar "comercial"	F3 Jugo de naranja "comercial"

El objetivo de tener tres "formulaciones" fue el de poder conocer experimentalmente si existía diferencia sensorial o fisicoquímica, entre un producto elaborado con sacarosa y otro elaborado con sorbitol y además comparar dichos productos con su similar comercial.

En la figura No. 6 se muestra la forma en que se procesaron las piñas y en la figura No. 7 se muestra como se procesaron las naranjas.

DIAGRAMA DE ELABORACION DE PINA EN ALMIBAR Y EN JARABE DE SORBITOL ENLATADAS.

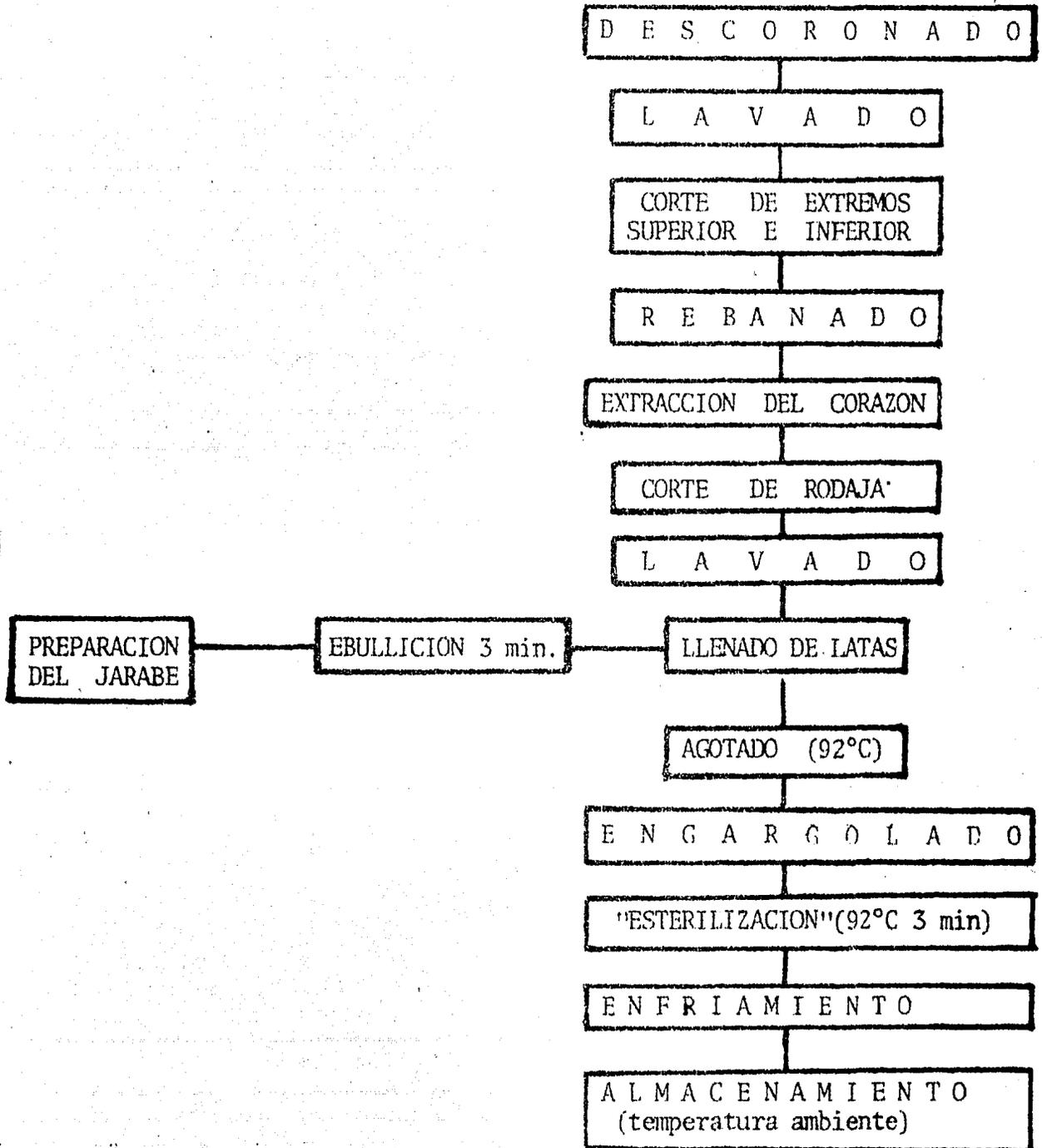
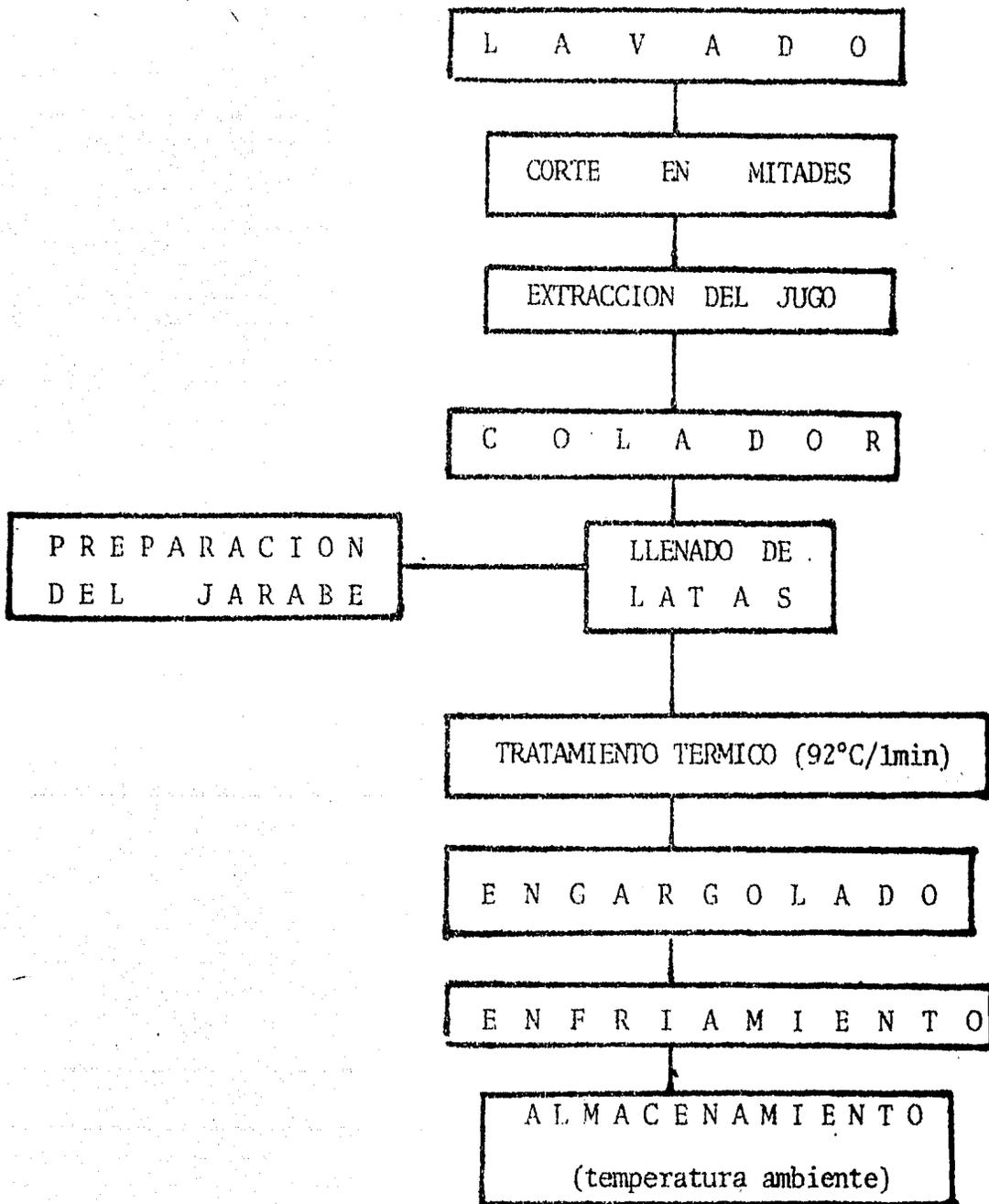
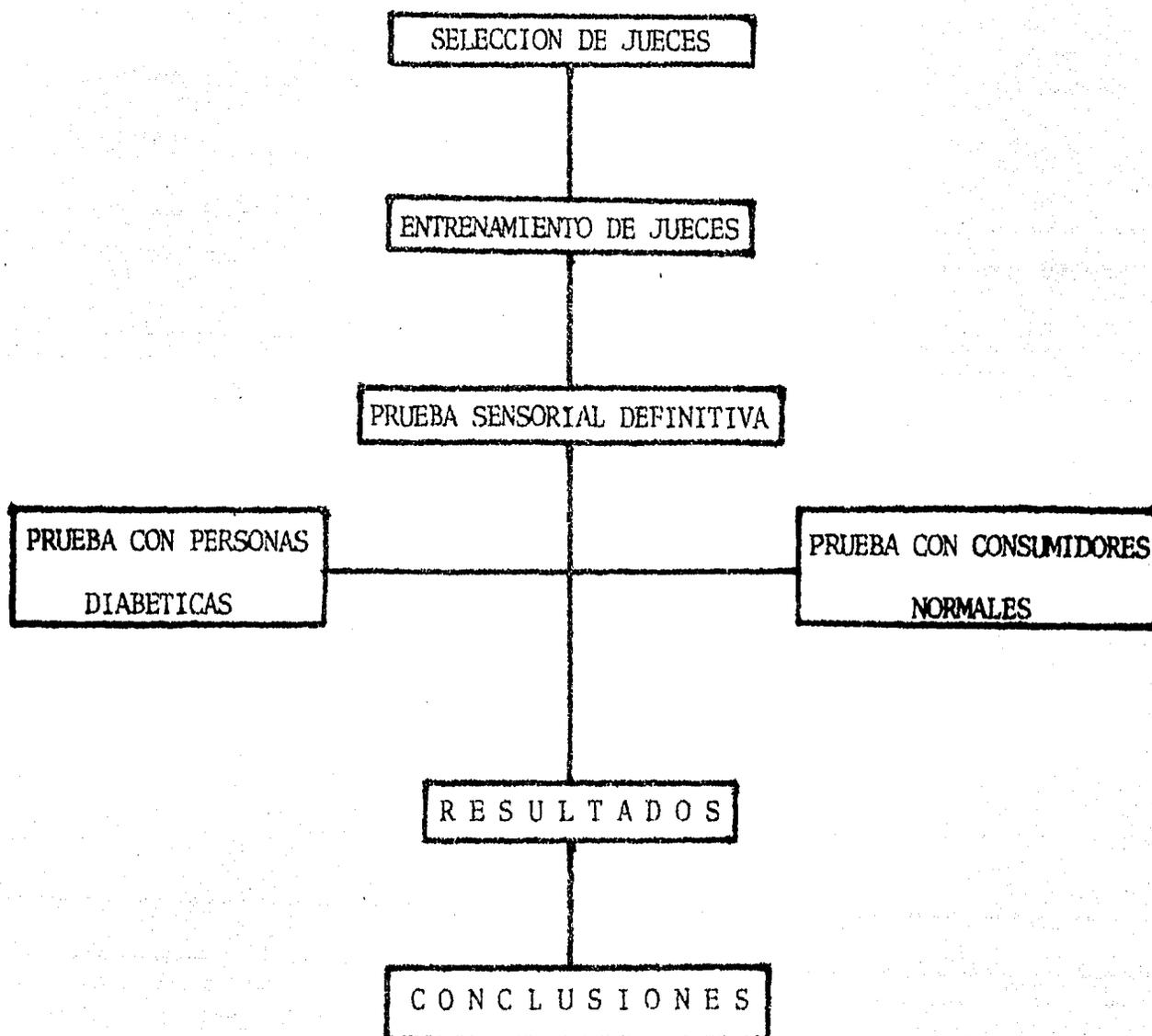


DIAGRAMA DE ELABORACION DE JUGO DE NARANJA ENLATADO



ANALISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se realizó de acuerdo al siguiente diagrama:



### SELECCION DE JUECES

Para este primer paso del análisis sensorial, se eligió a un grupo de 10 personas, las cuales ya habían participado en este tipo de análisis en forma intensiva, por lo cual se consideraron como los jueces más adecuados para realizar dicho análisis. Esta selección se realizó de acuerdo al planteamiento que se muestra en la figura No. 8.

El cuestionario empleado fue para prueba triangular, el cual se expone en el anexo No. 1. Se aceptarían a aquellos jueces que como mínimo acertaran al 92% de las pruebas a las que fueron sometidos.

Es importante señalar que las pruebas para la selección de jueces, entrenamiento de jueces y prueba sensorial definitiva se realizaban: una a las 11A.M. y otra a las 4PM y así sucesivamente hasta terminar las pruebas correspondientes.

### ENTRENAMIENTO DE JUECES

Se realizó con los jueces ya seleccionados, que fueron las 10 personas inicialmente integradas. Dicho entrenamiento se realizó únicamente para la detección del sabor dulce.

Este entrenamiento se hizo de acuerdo al planteamiento de la Figura No. 9 y el cuestionario empleado fue para prueba de ordenación, el cual se muestra en el anexo No. 1.

Finalizando el entrenamiento de jueces se les consideraba aptos para realizar las pruebas sensoriales definitivas ya con los productos elaborados.

### SELECCION DE JUECES

Para este primer paso del análisis sensorial, se eligió a un grupo de 10 personas, las cuales ya habían participado en este tipo de análisis en forma intensiva, por lo cual se consideraron como los jueces más adecuados para realizar dicho análisis. Esta selección se realizó de acuerdo al planteamiento que se muestra en la figura No. 8.

El cuestionario empleado fue para prueba triangular, el cual se expone en el anexo No. 1. Se aceptarían a aquellos jueces que como mínimo acertaran al 92% de las pruebas a las que fueron sometidos.

Es importante señalar que las pruebas para la selección de jueces, entrenamiento de jueces y prueba sensorial definitiva se realizaban: una a las 11A.M. y otra a las 4PM y así sucesivamente hasta terminar las pruebas correspondientes.

### ENTRENAMIENTO DE JUECES

Se realizó con los jueces ya seleccionados, que fueron las 10 personas inicialmente integradas. Dicho entrenamiento se realizó únicamente para la detección del sabor dulce.

Este entrenamiento se hizo de acuerdo al planteamiento de la Figura No. 9 y el cuestionario empleado fue para prueba de ordenación, el cual se muestra en el anexo No. 1.

Finalizando el entrenamiento de jueces se les consideraba aptos para realizar las pruebas sensoriales definitivas ya con los productos elaborados.

## SELECCION DE JUECES

METODO: PRUEBA TRIANGULAR

SE LES PRESENTARON A LOS JUECES 3 MUESTRAS CODIFICADAS, DE 25ml CADA UNA CON SOLUCION DE SACAROSA EN AGUA, SE REALIZARON 4 PRUEBAS, POR TRIPLICADO DE LA SIGUIENTE FORMA:

CONCENTRACION g SACAROSA 100ml			
PRUEBA No.	MUESTRA No. 1	MUESTRA No. 2	MUESTRA No. 3
1	35	35	25
2	25	25	15
3	15	15	10
4	5	5	2.5

## FIGURA No. 9

ENTRENAMIENTO DE JUECES PARA DETECCION  
DEL SABOR DULCE

METODO: ORDENACION

SE LES PRESENTARON A LOS JUECES YA SELECCIONADOS 4 MUESTRAS DE 25ml. CADA UNA CON DIFERENTE CONCENTRACION DE SACAROSA EN AGUA, PIDIENDOLES QUE LAS ORDENARAN DE ACUERDO A SU INTENSIDAD. REALIZANIO 3 PRUEBAS POR TRIPLICADO DE LA SIGUIENTE FORMA:

CONCENTRACION g SACAROSA/100ml.				
PRUEBA No. 1	MUESTRA No.1	MUESTRA No.1	MUESTRA No.3	MUESTRA No.4
1	20	15	10	5
2	15	10	5	1
3	10	7.5	5	2.5

### PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA

Debido a la importancia que tiene esta prueba, antes de realizarse se les comunicó a cada uno de los jueces por separado, cual era el objetivo primordial de esta prueba, es decir, se les pidió a los jueces que tuvieran especial atención en el sabor dulce de cada uno de los productos que se les presentara. Debido a que el método para esta prueba fue el análisis de diferencia "Prueba triangular", también se les pidió a los jueces su comentario acerca de la diferencia, si detectaban cual era la muestra diferente. Esta prueba se realizó para los dos productos en sus tres "formulaciones" la forma en que se realizaron dichas pruebas se muestran en la Figura No.10 para piña y en la figura No. 11 para jugo de naranja.

El cuestionario empleado para dichas pruebas fue para prueba triangular y se muestra en el anexo No. 1.

### PRUEBA CON CONSUMIDORES NORMALES

Para este tipo de pruebas se utilizó una escala Hedónica, para determinar el nivel de agrado. Se les presentaron muestras de piña y jugo de naranja en sus tres "formulaciones". Esta prueba se aplicó a 80 personas, cuyas edades fructuaban entre 20 y 40 años. Los resultados se analizaron estadísticamente por el método de análisis de varianza.

El cuestionario empleado para dicha prueba se muestra en el anexo No. 1.

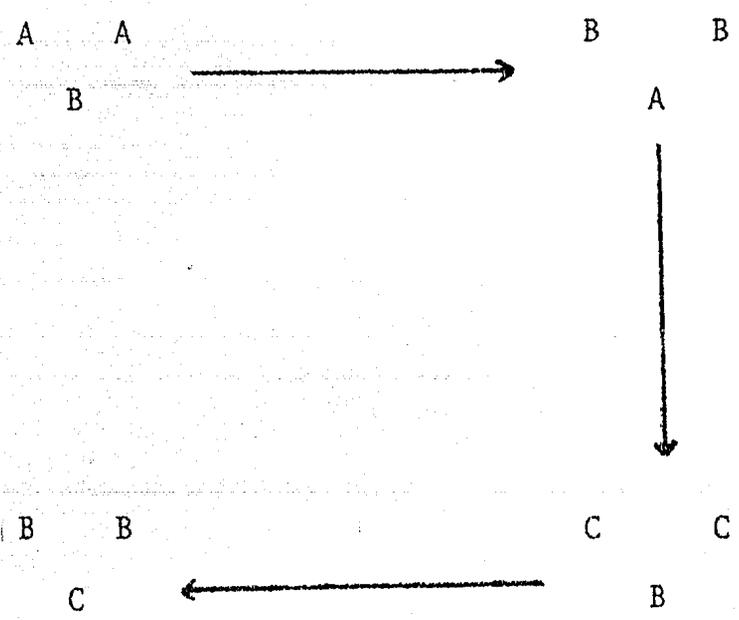
FIGURA No. 10.

PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA

METODO: PRUEBA TRIANGULAR

SE LES PRESENTARON A LOS JUECES 3 MUESTRAS CODIFICADAS

REALIZANDO LAS SIGUIENTES COMBINACIONES POR TRIPLICADO:



A= PIÑA EN ALMIBAR

B= PIÑA EN JARABE DE SORBITOL

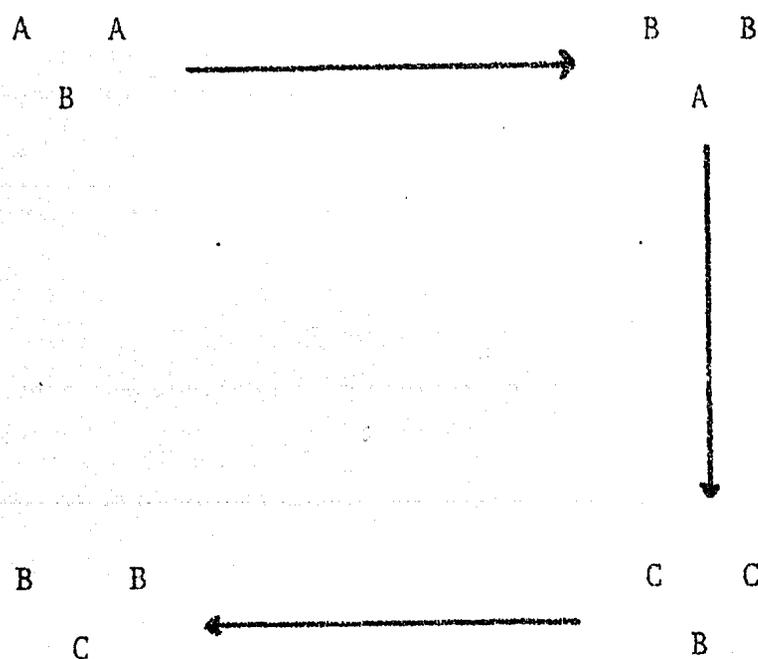
C= PIÑA EN ALMIBAR COMERCIAL

FIGURA No. 11

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA

METODO: PRUEBA TRIANGULAR

SE LES PRESENTARON A LOS JUECES 3 MUESTRAS CODIFICADAS  
REALIZANDO LAS SIGUIENTES COMBINACIONES POR TRIPLICADO.



A= JUGO DE NARANJA 5% DE SACAROSA

B= JUGO DE NARANJA 7% DE SORBITOL

C= JUGO DE NARANJA COMERCIAL.

### PRUEBA CON PERSONAS DIABETICAS

Para esta prueba se elaboró un cuestionario especial, el cual se muestra en el anexo No. 1, donde estas personas indicaron su nivel de agrado por medio de una escala hedónica de los productos elaborados con sorbitol, es decir de la piña en jarabe de sorbitol y del jugo con 7% de sorbitol.

Debido a la dificultad de entrevistar a personas con diabetes sólo se realizaron 10 pruebas, cantidad pequeña pero significativa para el presente estudio.

## ANALISIS FISICOQUIMICO

Con el fin de conocer si durante el almacenamiento existía una diferencia fisicoquímica entre los productos elaborados con sacarosa y los elaborados con sorbitol se evaluaron los siguientes parámetros:

- % acidez total titulable
- pH
- % reductores totales
- grados Brix
- contenido de Vitamina C

Las evaluaciones se realizaron por espacio de 12 semanas para las piñas enlatadas y durante 8 semanas para los jugos de naranja enlatados.

También se evaluaron los mismos parámetros y de la misma forma, para productos comerciales similares con el fin de compararlos con los productos elaborados en el presente estudio.

### % DE ACIDEZ TOTAL TITULABLE

Se determinó de acuerdo con el método recomendado por el AOAC.

Se titula una muestra (ya sea de piña o de jugo de naranja) diluida en agua destilada, con una solución valorada de NaOH 0.1N, hasta llegar a un pH de 8.3 que es donde se alcanza la neutralización de todos los carboxilos libres presentes. Se empleo fenoftaleína como indicador, ya que tiene un pH de vire entre un pH de 8.0 y 8.3. Se reportó como % de acidez total titulable.

### pH

Se determinó directamente en las muestras con un potenciómetro, calibrado con una solución amortiguadora de pH 4.

### % DE REDUCTORES TOTALES

La determinación de azúcares reductores totales, se realizó de acuerdo al método volumétrico AOAC Lane-Eynon.

Esta determinación se basa en la reducción del cobre de la solución Fehling por el azúcar reductor a óxido cuproso insoluble.

El contenido de azúcares reductores totales se calcula determinando el volumen de la solución de azúcar de concentración desconocida requerida para reducir completamente el volumen conocido de la solución de Fehling. Previa inversión de la muestra.

Es importante señalar que aparte del objetivo de realizar esta prueba, anteriormente expuesto, se planteó de esta forma, la demostración de que el Sorbitol permanece como tal, es decir, que no sufre transformaciones en el proceso implícito en la elaboración de los productos.

### GRADOS BRIX

Para determinar el contenido de sólidos solubles en los productos se realizó una medición directa en un refractómetro de campo Zeis Opton.

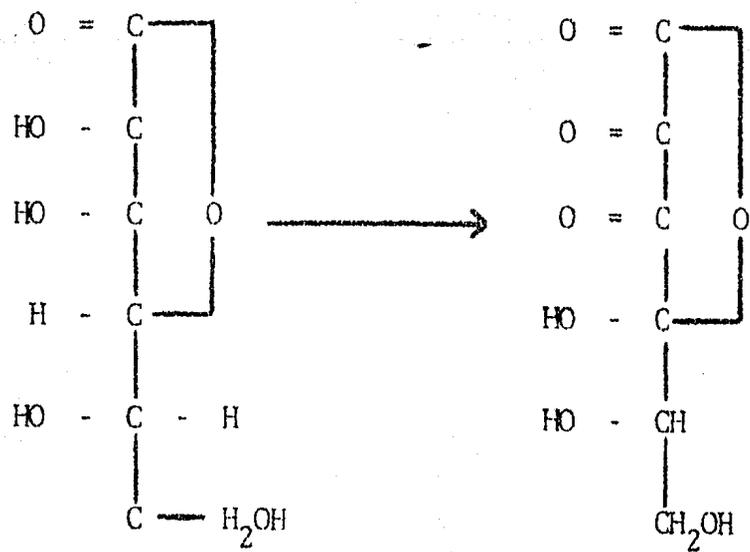
Se reportó como Grados Brix.

### CONTENIDO DE VITAMINA C

La determinación de vitamina C (Ac. L. ascórbico) se determinó por el método de Titulación visual con 2,6 Diclorofenolindofenol. El colorante 2,6 Diclorofenolindofenol es azul en solución alcalina y rojo en solución ácida, el colorante se reduce por el ácido ascórbico a una forma incolora. La reacción es cuantitativa y prácticamente específica para el ácido ascórbico en solución en un intervalo de pH de 10-3.5. (34).

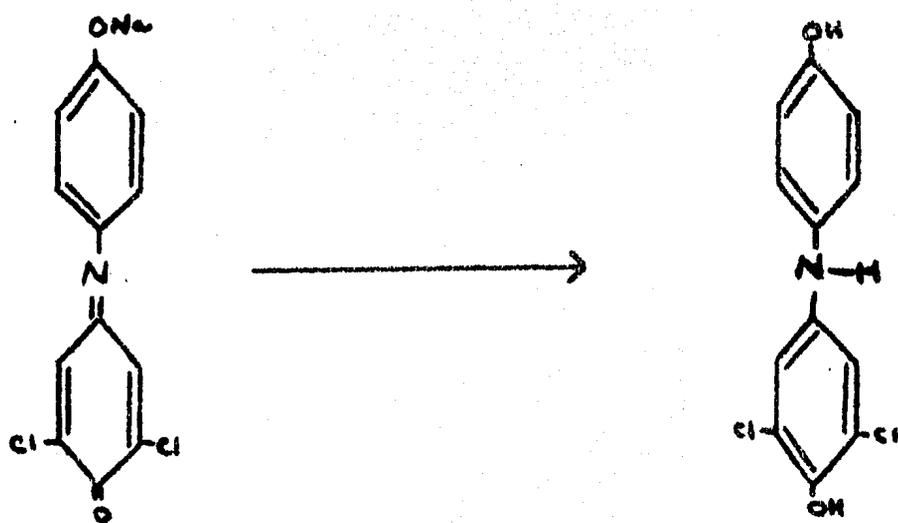
La reacción se muestra en la figura No.12

FIGURA No. 12



AC. L. ASCORBICO

AC. DIHIDROASCORBICO



2.6 DICLOROFENOLINDOFENOL

INCOLORO

AZUL

R E S U L T A D O S

LA CANTIDAD DE SORBITOL ADICIONADA FUE LA SIGUIENTE:

PARA PIÑA ENLATADA:

25g. de sacarosa equivalen a 35g. de Sorbitol en dulzura, entonces para una lata de 800g. de capacidad se adicionaron 112g. de Sorbitol, debido a que el Sorbitol se vende comercialmente al 70% en agua, adicionando entonces 160ml.

PARA JUGO DE NARANJA ENLATADO:

5g. de sacarosa equivalen a 7g. de Sorbitol en dulzura, entonces para una lata de 550ml. de capacidad se adicionaron 38.5g de Sorbitol que es igual a 55ml. de solución de Sorbitol al 70% en agua.

RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS DE CURVAS DE PENETRACION DE CALOR.

Se realizaron dos experimentos de penetración de calor, como se había mencionado con anterioridad, sin embargo, se muestran los resultados de un solo experimento, lo anterior se debe a que resultaban idénticos los dos experimentos.

Del área bajo la curva que se determinó resultó una  $F_{92^{\circ}\text{C}} = 3 \text{ min.}$

CUADRO No. 4  
VALORES OBTENIDOS PARA TRATAMIENTO TERMICO

(73)

TIEMPO (MIN)	TEMP. °C	V.L	TIEMPO (MIN)	TEMP. °C	V.L
1	26.6	----	25	86.6	0.104
2	26.6	----	26	89.1	0.296
3	27.7	----	27	90.2	0.470
4	30	----	28	91.2	0.715
5	31.3	----	29	92.5	1.2
6	34	----	30	84.7	0.047
7	36.2	----	31	70.2	----
8	39.4	----	32	61.8	----
9	42.2	----	33	54.3	----
10	45.2	----	34	52.3	----
11	47.8	----	35	47.7	----
12	51.2	----	36	45.8	----
13	54.2	----	37	43.8	----
14	56.5	----	38	42.9	----
15	60.1	----	39	41.9	----
16	63.8	----	40	41	----
17	67.0	----	41	41	----
18	71.4	----	42	40.3	----
19	76.0	----	43	39.1	----
20	78.6	----	44	37.7	----
21	81.4	0.0118	45	36.8	----
22	83.0	0.029	46	35.1	----
23	84.3	0.0398	47	32	----
24	84.7	0.047	--	--	----

CUADRO No. 4  
VALORES OBTENIDOS PARA TRATAMIENTO TERMICO

TIEMPO (MIN)	TEMP. °C	V.L	TIEMPO (MIN)	TEMP. °C	V.L
1	26.6	----	25	86.6	0.104
2	26.6	----	26	89.1	0.296
3	27.7	----	27	90.2	0.470
4	30	----	28	91.2	0.715
5	31.3	----	29	92.5	1.2
6	34	----	30	84.7	0.047
7	36.2	----	31	70.2	----
8	39.4	----	32	61.8	----
9	42.2	----	33	54.3	----
10	45.2	----	34	52.3	----
11	47.8	----	35	47.7	----
12	51.2	----	36	45.8	----
13	54.2	----	37	43.8	----
14	56.5	----	38	42.9	----
15	60.1	----	39	41.9	----
16	63.8	----	40	41	----
17	67.0	----	41	41	----
18	71.4	----	42	40.3	----
19	76.0	----	43	39.1	----
20	78.6	----	44	37.7	----
21	81.4	0.0118	45	36.8	----
22	83.0	0.029	46	35.1	----
23	84.3	0.0398	47	32	----
24	84.7	0.047	--	--	----

CURVA DE PENETRACION DE CALOR PARA  
PIÑA EN ALMIBAR EN UNA LATA DE 401X411.

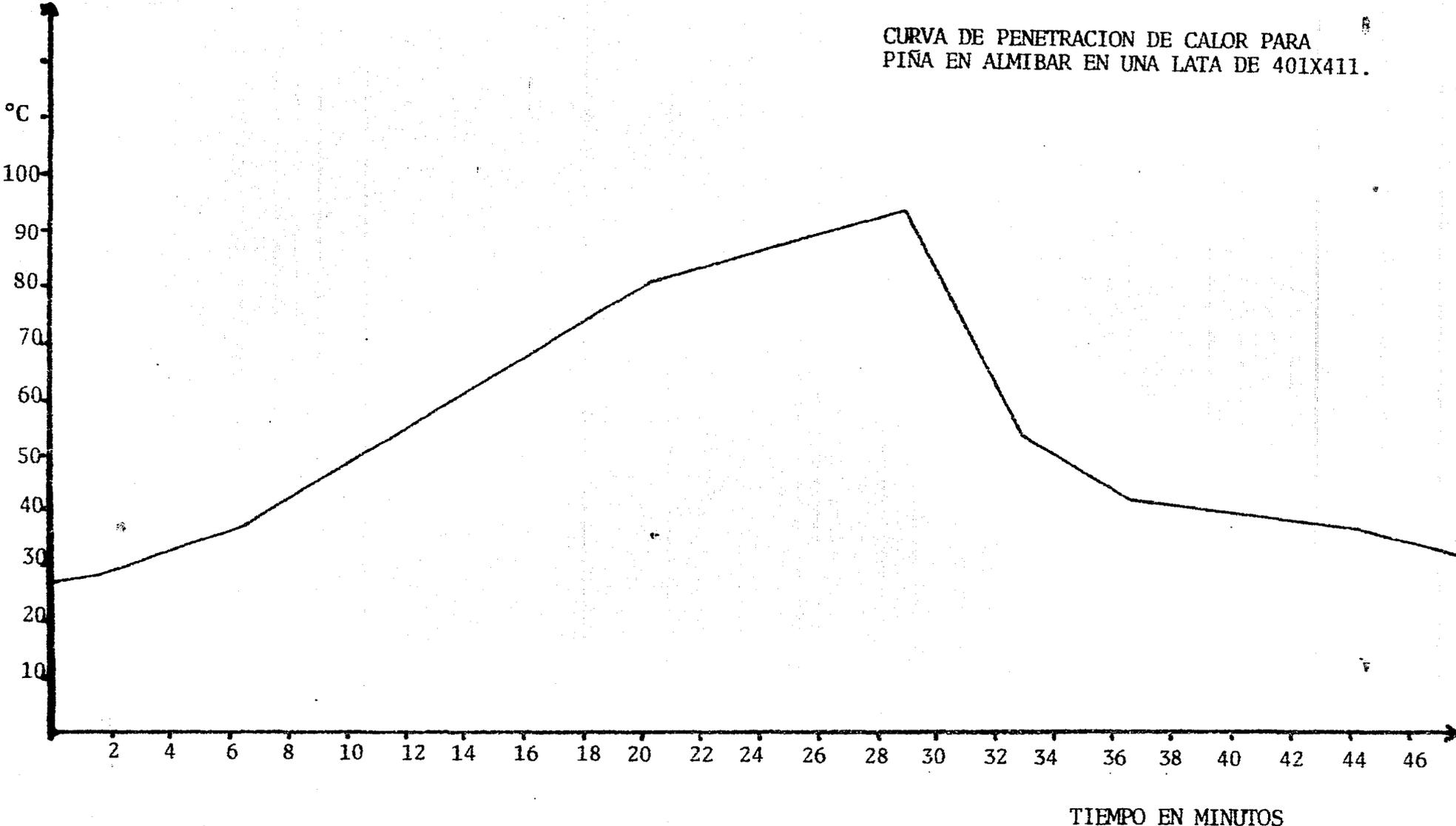
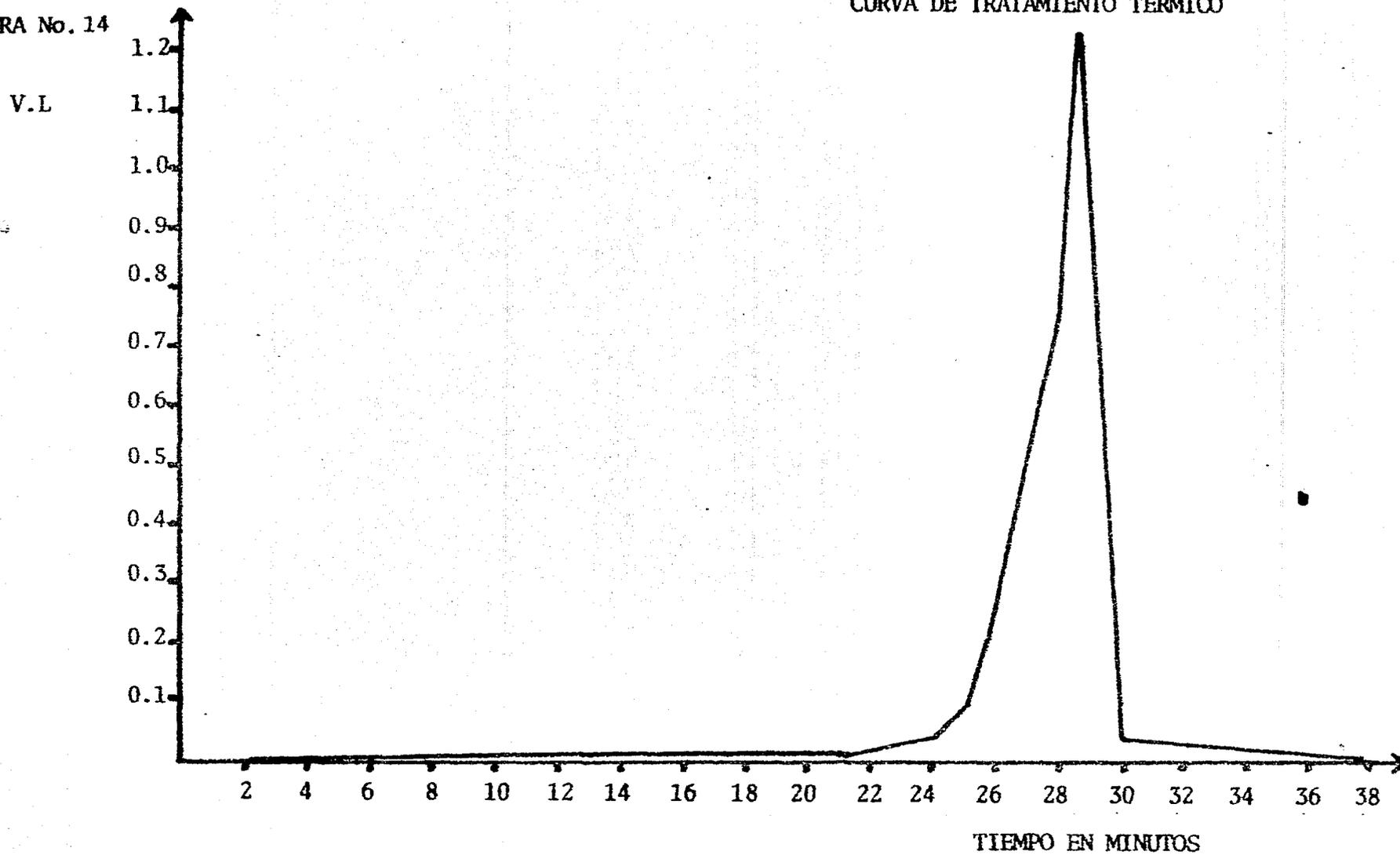


FIGURA No. 14

CURVA DE TRATAMIENTO TERMICO



RESULTADOS DEL ANALISIS FISICOQUIMICO

TABLA No. 1

VARIACION DEL pH CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA PIÑA EN ALMIBAR.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	3.7	3.7	3.5
2	3.7	3.7	3.5
3	3.7	3.7	3.5
4	3.7	3.7	3.5
5	3.7	3.7	3.5
6	3.6	3.7	3.5
7	3.6	3.7	3.5
8	3.6	3.7	3.5
9	3.6	3.7	3.5
10	3.6	3.7	3.5
11	3.7	3.6	3.4
12	3.7	3.6	3.4

F1 piña en almibar

F2 piña en jarabe de sorbitol

F3 piña en almibar comercial

GRAFICA No. 1

VARIACION DEL pH CON RESPECTO AL TIEMPO PARA PIÑA EN ALMIBAR

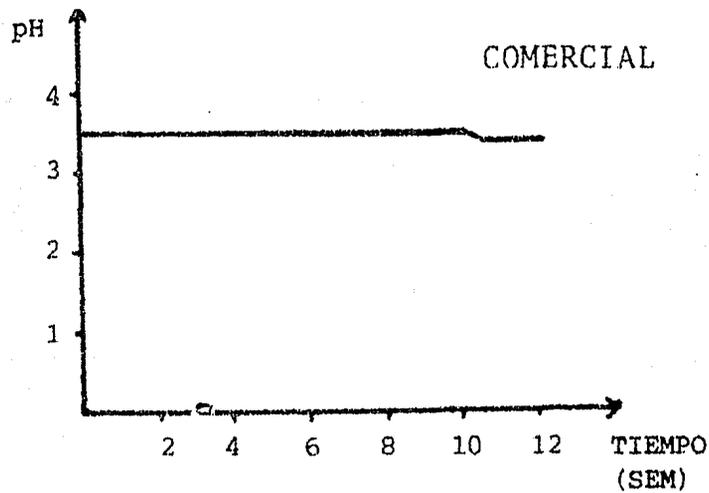
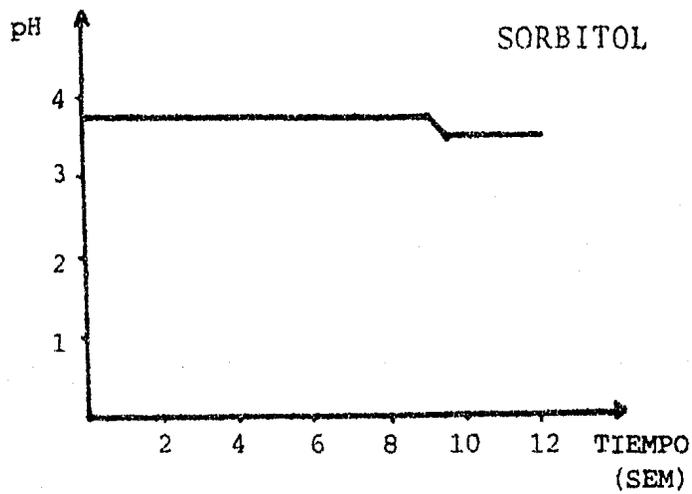
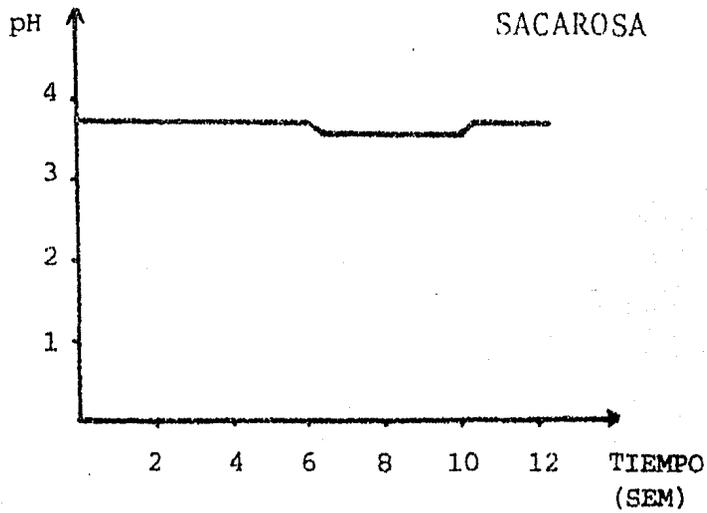


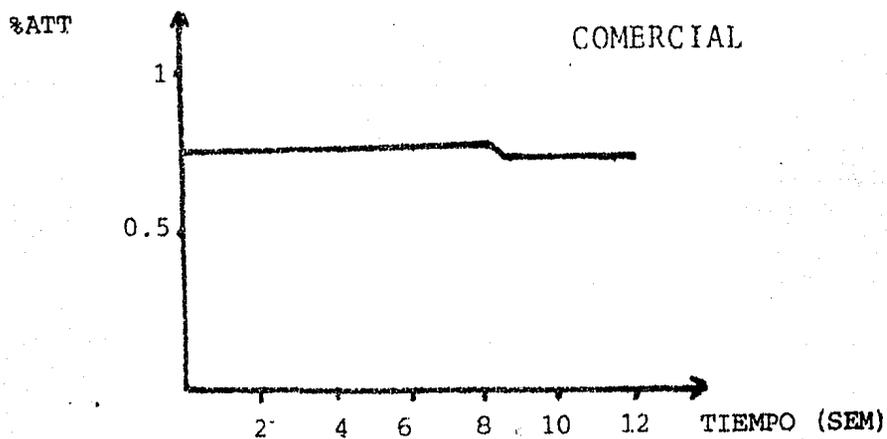
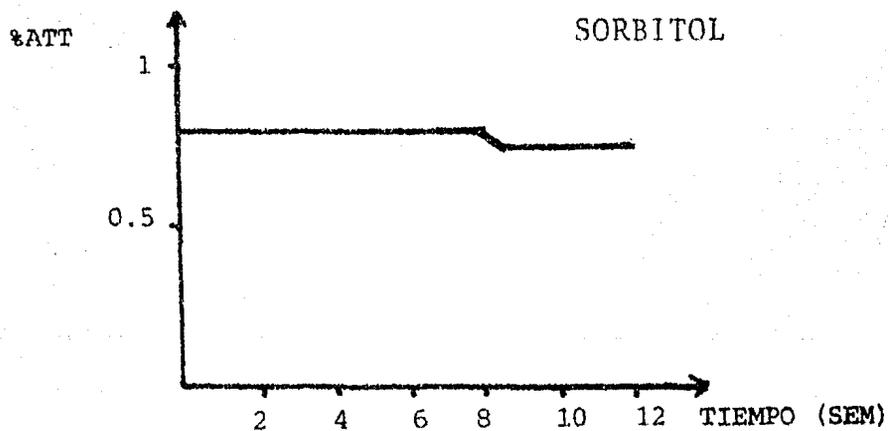
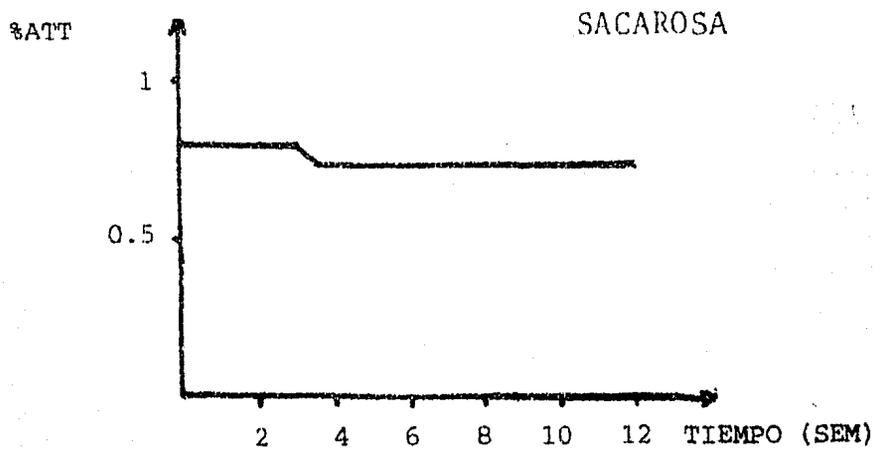
TABLA No. 2

VARIACION DE LA ACIDEZ TOTAL TITULABLE CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA PIÑA EN ALMIBAR.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	0.8	0.8	0.75
2	0.8	0.8	0.75
3	0.8	0.8	0.75
4	0.75	0.8	0.75
5	0.75	0.8	0.75
6	0.75	0.8	0.75
7	0.75	0.8	0.75
8	0.75	0.8	0.75
9	0.75	0.75	0.7
10	0.75	0.75	0.7
11	0.75	0.75	0.7
12	0.75	0.75	0.7

GRAFICA No. 2

VARIACION DE LA ACIDEZ TOTAL TITULABLE CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA PIÑA EN ALMIBAR.



## VARIACION DE LA VITAMINA C CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA PIÑA EN ALMIBAR. (mg/100g).

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	6.5	6.5	5.8
2	6.5	6.5	5.8
3	6.5	6.5	5.8
4	6.5	6.5	5.8
5	6.5	6.5	5.8
6	6.5	6.5	5.8
7	6.5	6.5	5.8
8	6.5	6.5	5.6
9	6.3	6.3	5.6
10	6.3	6.3	5.6
11	6.3	6.3	5.6
12	6.3	6.5	5.6

F1 piña en almibar

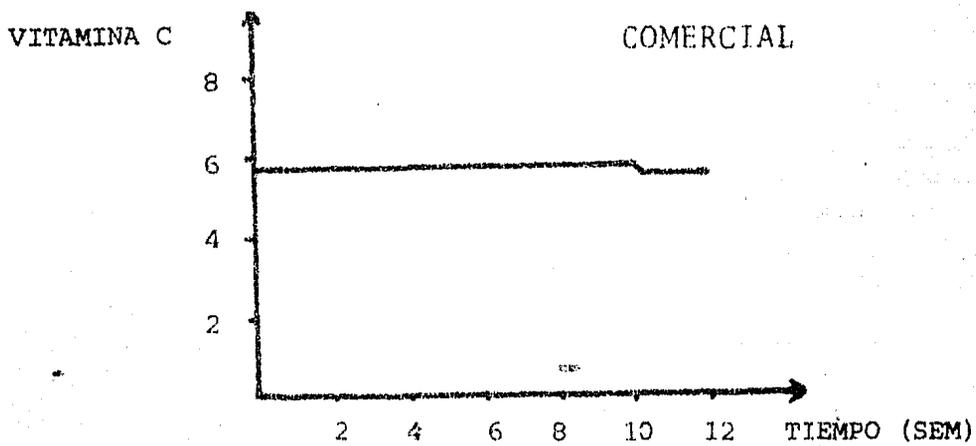
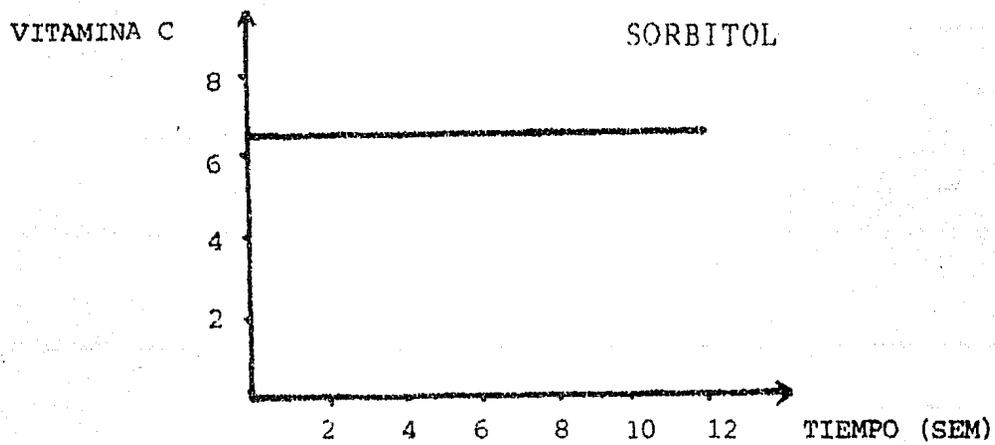
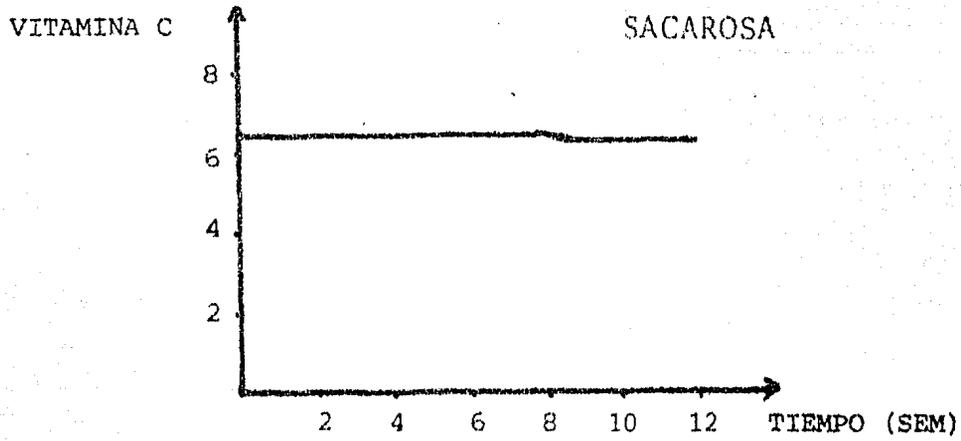
F2 piña en jarabe de sorbitol

F3 piña en almibar comercial

GRAFICA No. 3

VARIACION DE LA VITAMINA C CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA  
PIÑA EN ALMIBAR (mg/100g).

---



## VARIACION DE LOS GRADOS BRUX CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE PIÑA EN ALMIBAR.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	16.8	19.5	16.5
2	16.8	19.5	16.5
3	16.8	19.5	16.5
4	16.8	19.5	16.5
5	16.8	19.5	16.5
6	16.8	19.5	16.5
7	16.8	19.5	16.5
8	16.8	19.5	16.5
9	16.8	19.5	16.5
10	16.5	19.0	16.5
11	16.5	19.0	16.5
12	16.5	19.0	16.5

F1 Piña en Almibar

F2 Piña en Jarabe de Sorbitol

F3 Piña en Almibar Comercial

VARIACION DE LOS GRADOS BRUX CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA PIÑA EN ALMIBAR:

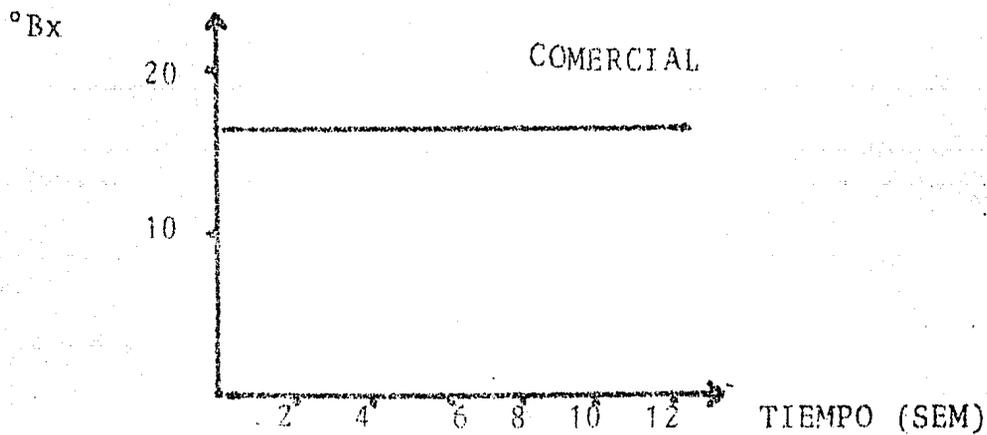
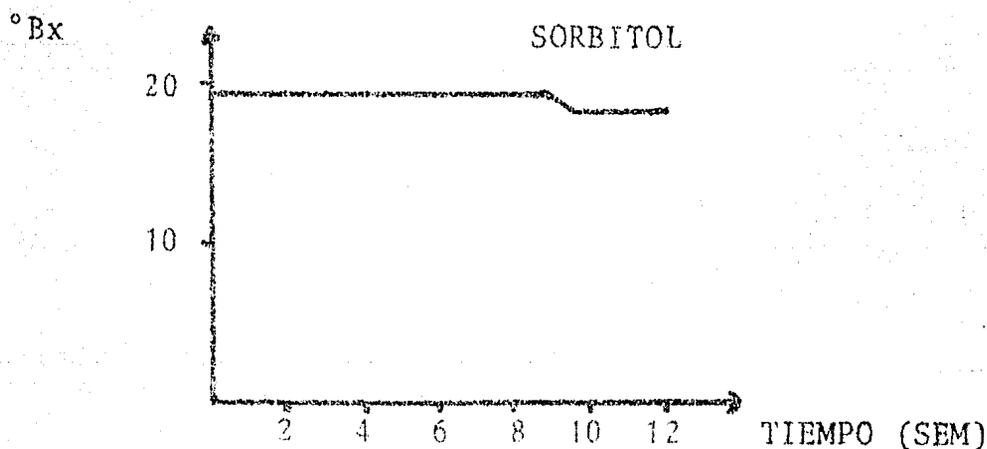
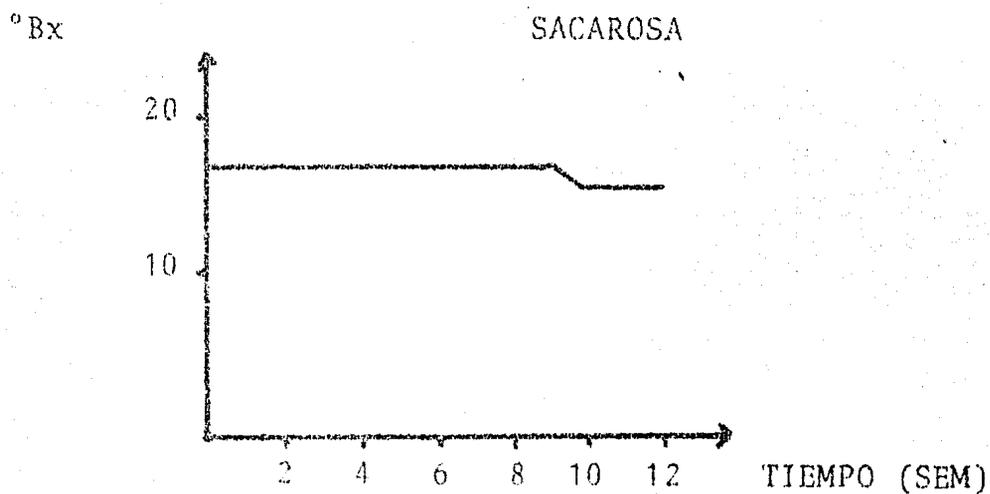


TABLA No. 5

VARIACION DE LOS REDUCTORES TOTALES CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE PIÑA EN ALMÍBAR.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	33.3	5.8	29.2
2	33.3	5.8	29.2
3	33.3	5.8	29.2
4	33.3	5.8	29.2
5	33.3	5.8	29.2
6	33.3	5.8	29.2
7	33.3	5.8	29.2
8	33.3	5.8	29.2
9	33.3	5.8	29.2
10	33.2	5.8	29.2
11	33.2	5.6	29.0
12	33.2	5.6	29.0

F1 Piña en Almíbar

F2 Piña en Jarabe de Sorbitol

F3 Piña en Almíbar Comercial

GRAFICA No. 5

VARIACION DE LOS REDUCTORES TOTALES CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA PIÑA EN ALMIBAR.

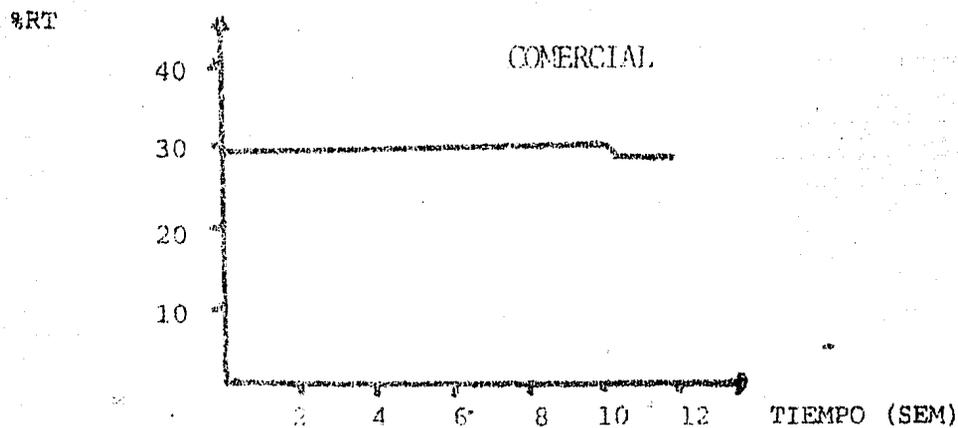
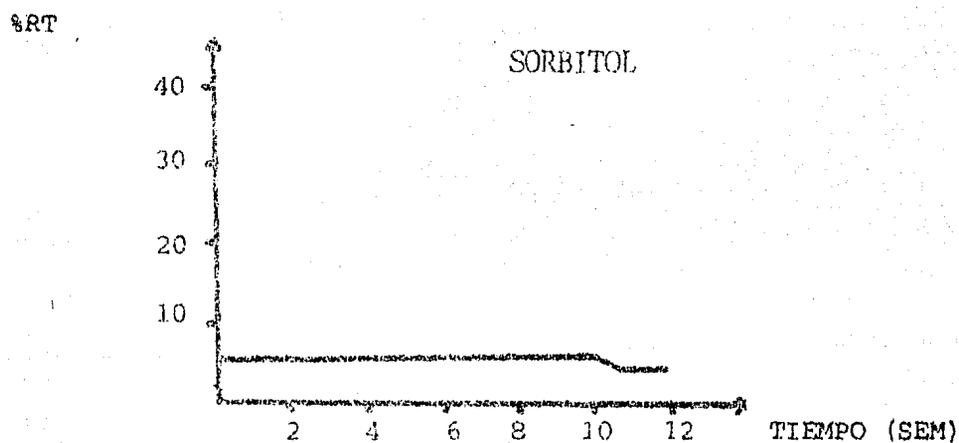
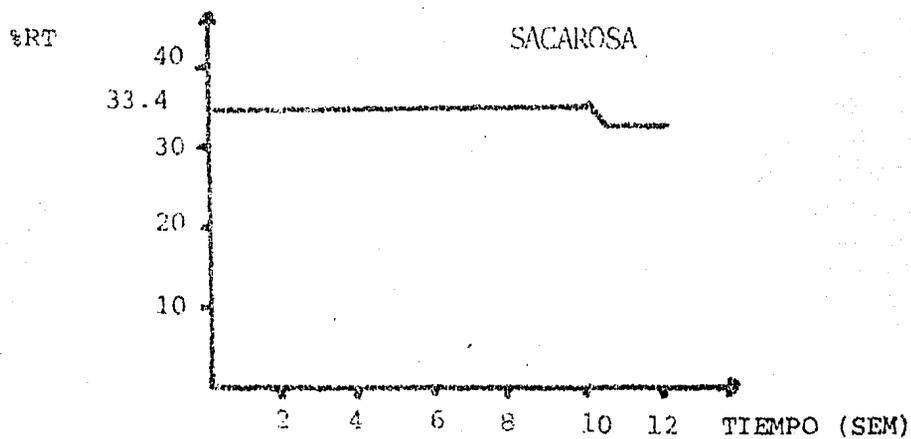


TABLA No. 6

VARIACION DEL pH CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUGO DE NARANJA.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	3.7	3.7	3.5
2	3.7	3.6	3.5
3	3.7	3.6	3.5
4	3.7	3.6	3.5
5	3.7	3.6	3.5
6	3.6	3.6	3.4
7	3.6	3.6	3.4
8	3.6	3.6	3.4

F1 Jugo de Naranja 5% de Azúcar

F2 Jugo de Naranja 7% de Sorbitol

F3 Jugo de Naranja Comercial

GRAFICA No. 6

VARIACION DEL pH CON RESPECTO AL TIEMPO PARA JUGO DE NARANJA.

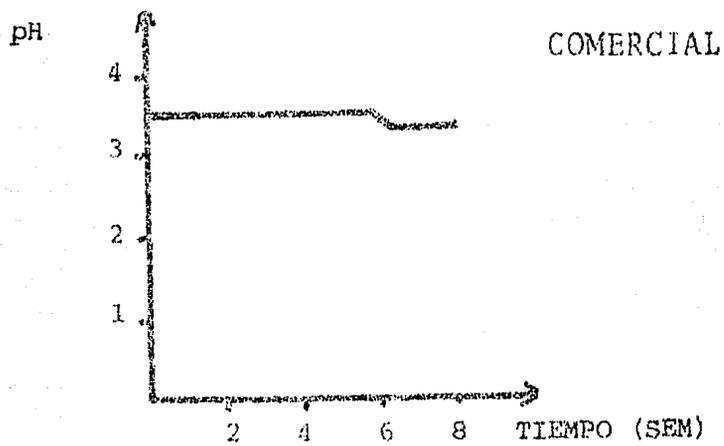
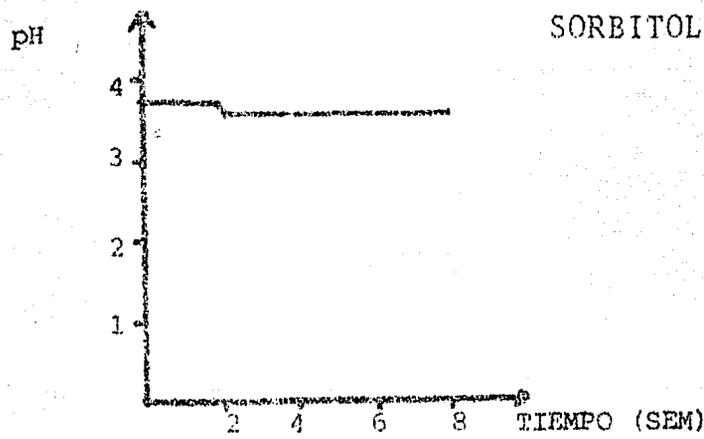
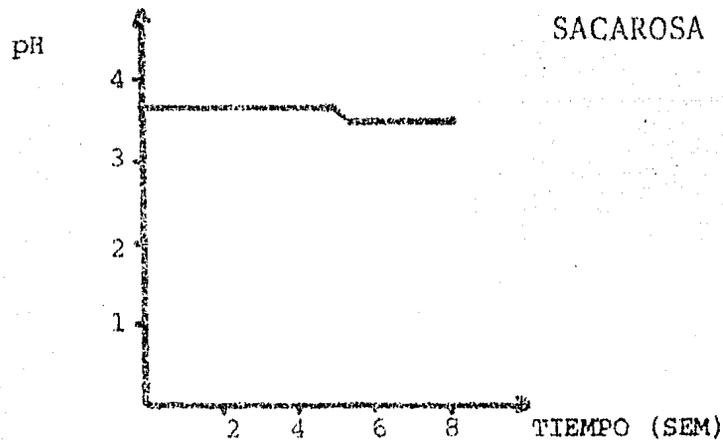


TABLA No. 7

VARIACION DE LA ACIDEZ TOTAL TITULABLE CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUGO DE NARANJA.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	0.75	0.78	0.75
2	0.75	0.78	0.75
3	0.75	0.78	0.75
4	0.78	0.78	0.75
5	0.78	0.78	0.75
6	0.7	0.7	0.7
7	0.7	0.7	0.7
8	0.7	0.7	0.7

F1 Jugo de Naranja 5% de Azúcar

F2 Jugo de Naranja 7% de Sorbitol

F3 Jugo de Naranja Comercial

GRAFICA No. 7

VARIACION DE LA ACIDEZ TOTAL TITULABLE CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUGO DE NARANJA.

---

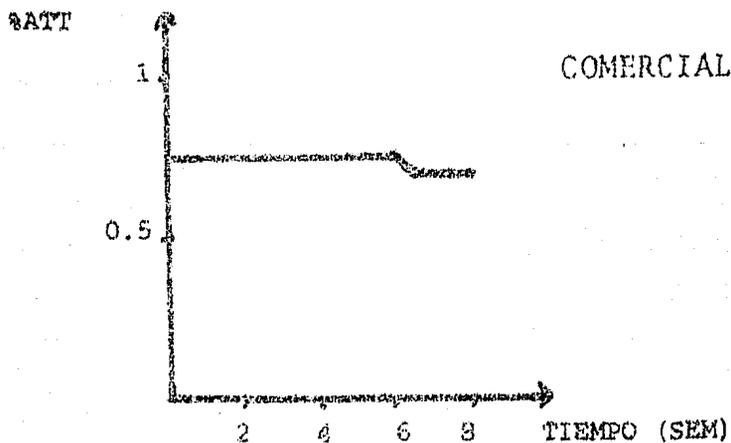
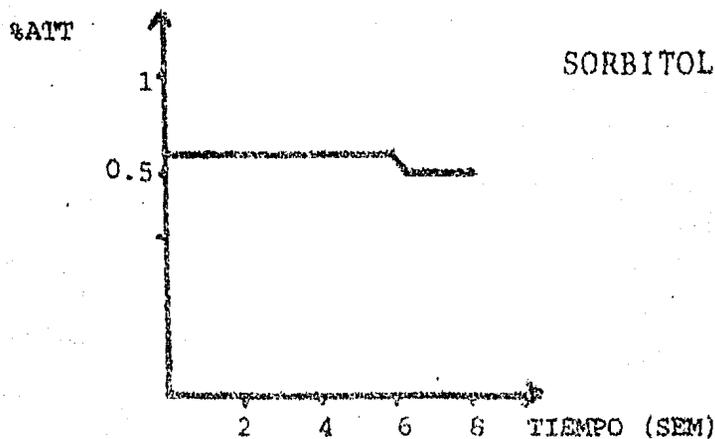
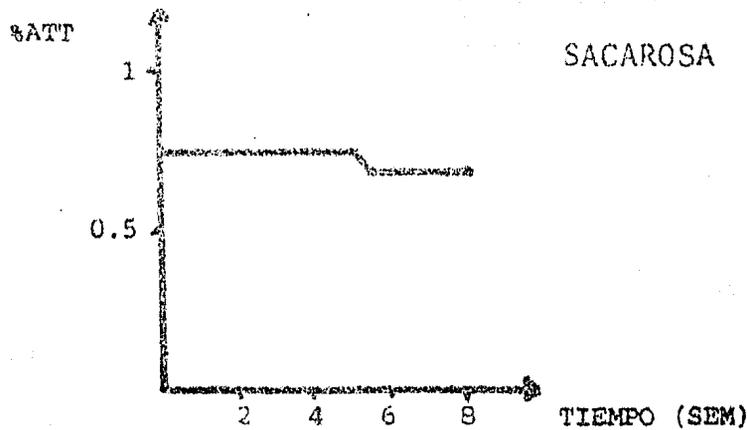


TABLA No. 8

VARIACIÓN DE LA VITAMINA C CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUGO DE NARANJA.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	32	32	19
2	32	32	19
3	32	32	19
4	32	32	19
5	32	32	18
6	30	32	18
7	30	32	18
8	30	32	18

F1 Jugo de Naranja 5% de Azúcar

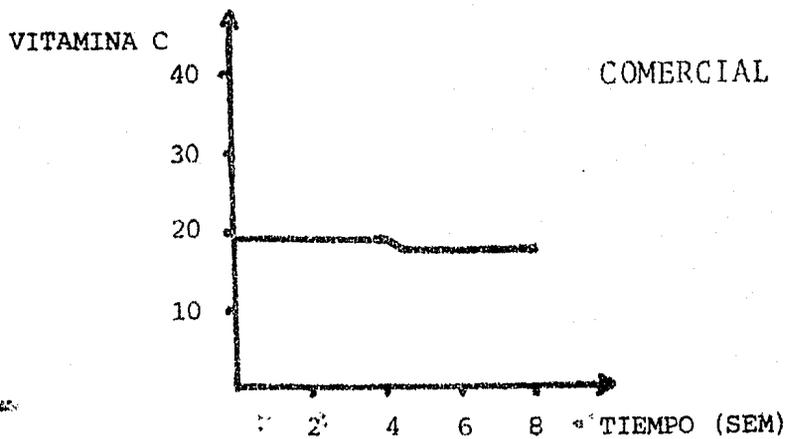
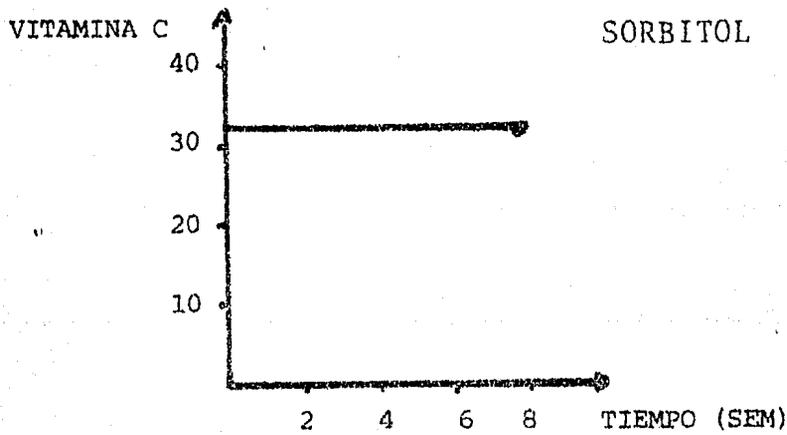
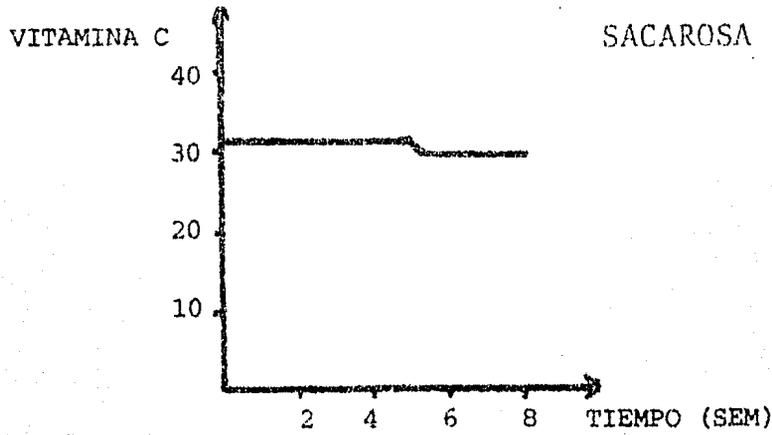
F2 Jugo de Naranja 7% de Sorbitol

F3 Jugo de Naranja Comercial

GRAFICA No. 8

VARIACION DE LA VITAMINA C CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUGO DE NARANJA (mg/100ml).

---



## VARIACION DE LOS GRADOS BRUX CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUGO DE NARANJA.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	10.2	12.0	10.6
2	10.2	12.0	10.6
3	10.2	12.0	10.6
4	10.2	12.0	10.6
5	10.2	12.0	10.6
6	10.2	12.0	10.6
7	10.2	11.12	10.6
8	10.2	11.12	10.6

F1 Jugo de Naranja 5% de Azúcar

F2 Jugo de Naranja 7% de Sorbitol

F3 Jugo de Naranja Comercial

VARIACION DE LOS GRADOS BRIX CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUGO DE NARANJA.

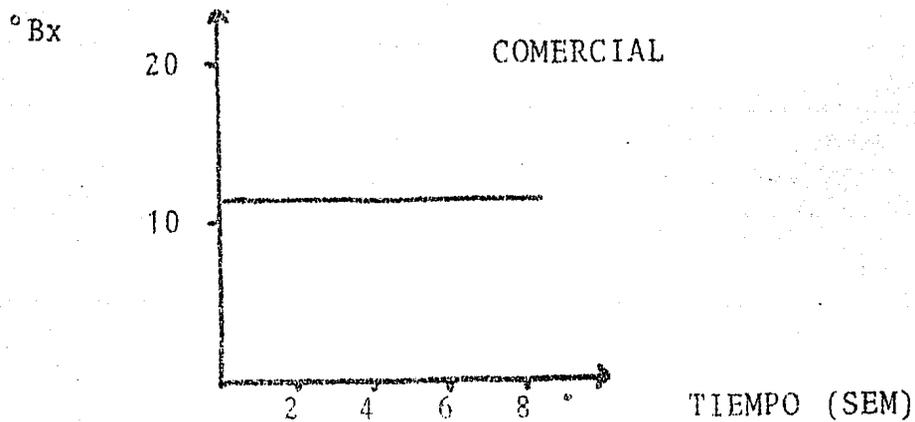
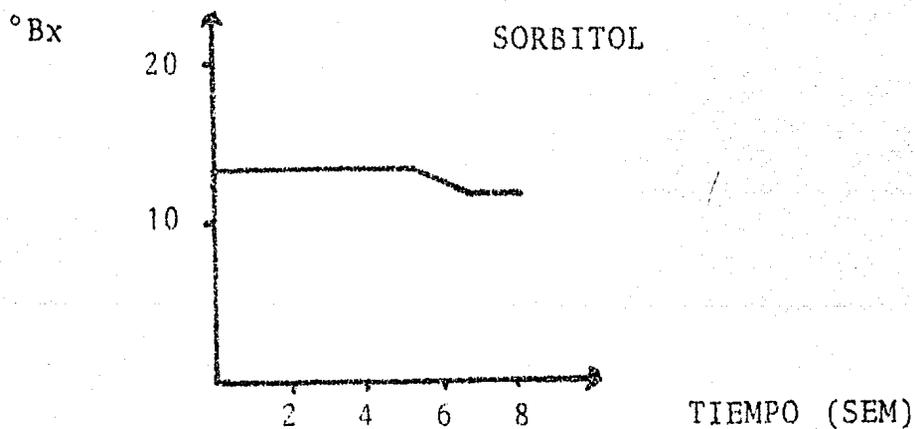
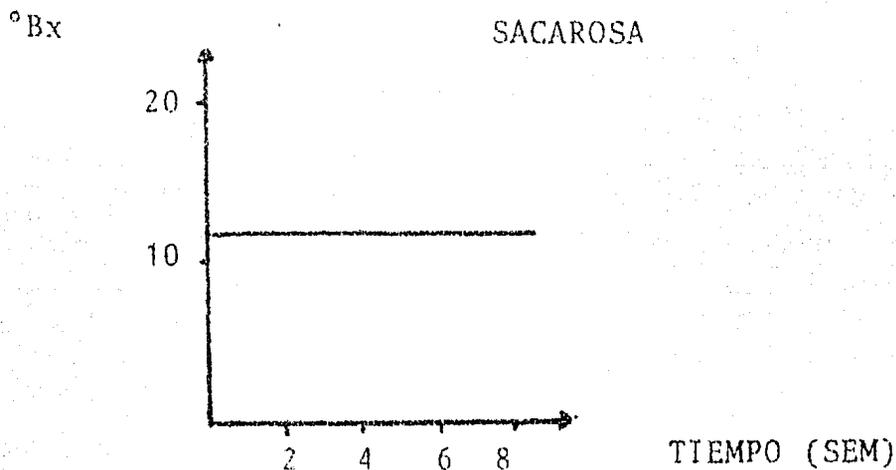


TABLA No. 10

VARIACION DE % DE REDUCTORES TOTALES CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUGO DE NARANJA.

SEMANA No.	F1	F2	F3
1	11.0	6.8	11.6
2	11.0	6.8	11.6
3	11.0	6.8	11.6
4	11.0	6.8	11.6
5	11.0	6.8	11.6
6	11.0	6.8	11.6
7	11.0	6.8	11.6
8	11.0	6.8	11.6

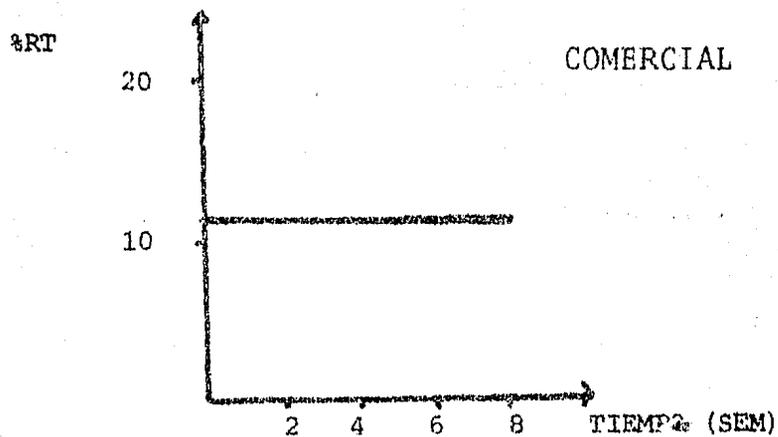
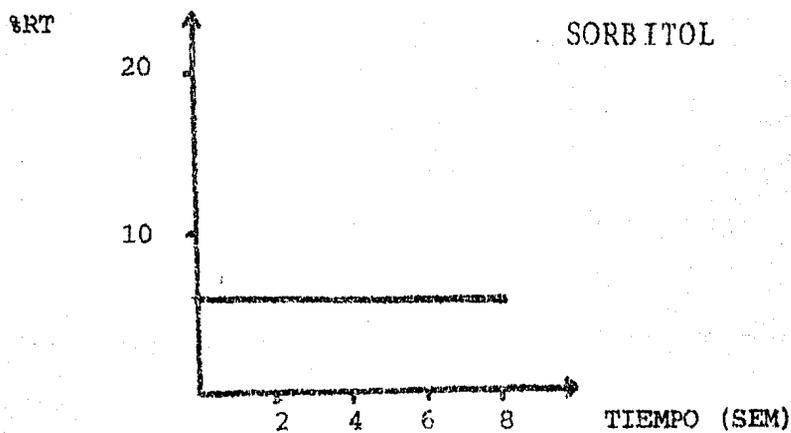
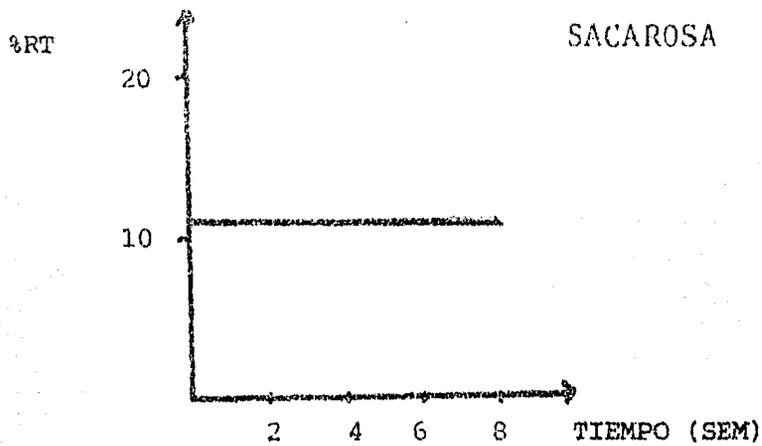
F1 Jugo de Naranja 5% de Azúcar

F2 Jugo de Naranja 7% de Sorbitol

F3 Jugo de Naranja Comercial

GRAFICA No. 10

VARIACION DE LOS REDUCTORES TOTALES CON RESPECTO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO PARA JUCO DE NARANJA.



RESULTADOS DEL ANALISIS SENSORIAL

TABLA No. 11

PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA PARA PIÑA

RESULTADOS

No. JUEZ	COMBINACION	
	A	B
	ACERTO	FALLO
1		x
2		x
3		x
4		x
5		x
6		x
7		x
8		x
9		x
10		x

A=Piña en almibar

B=Piña en Jarabe de Sorbitol

TABLA No. 12

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA PARA PIÑA

## RESULTADOS

No. JUEZ	COMBINACION	
	ACERTO	FALLO
1		x
2		x
3		x
4		x
5		x
6		x
7		x
8		x
9		x
10	x	

A=Piña en almíbar

B=Piña en jarabe de sorbitol

TABLA No. 13

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA PARA PIÑA

## RESULTADOS

No. JUEZ	COMBINACION	
	ACERTO	FALLO
1		x
2		x
3		x
4		x
5		x
6		x
7		x
8		x
9		x
10	x	

B=Piña en jarabe de sorbitol

c=Piña en almíbar "comercial"

TABLA No. 14

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA PARA PIÑA

## RESULTADOS

No. JUEZ	COMBINACION	
	C	B C
	ACERTO	FALLO
1		x
2		x
3		x
4		x
5		x
6		x
7		x
8		x
9	x	
10	x	

B=Piña en jarabe de sorbitol

C=Piña en almíbar "comercial"

TABLA No. 15

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA PARA JUGO DE NARANJA

## R E S U L T A D O S

No. JUEZ	COMBINACION	
	A	B
	ACERTO	FALLO
1		x
2		x
3		x
4		x
5		x
6		x
7		x
8		x
9		x
10	x	

A=Jugo de Naranja 5% de Sacarosa

B=Jugo de Naranja 7% de Sorbitol

TABLA No. 16

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA PARA JUGO DE NARANJA

## R E S U L T A D O S

No. JUEZ	COMBINACION	
	ACERTO	FALLO
1		x
2		x
3		x
4		x
5		x
6		x
7		x
8		x
9		x
10	x	

A=Jugo de Naranja 5% de Sacarosa

B=Jugo de Naranja 7% de Sorbitol

TABLA No. 17

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA PARA JUGO DE NARANJA

## RESULTADOS

No. JUEZ	COMBINACION	
	ACERTO	FALLO
1	x	
2	x	
3	x	
4	x	
5	x	
6	x	
7	x	
8	x	
9	x	
10	x	

B=Jugo de Naranja con 7% Sorbitol

C=Jugo de Naranja "comercial"

TABLA No. 18

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA PARA JUGO DE NARANJA

## RESULTADOS

No. JUEZ	COMBINACION	
	ACERTO	FALLO
1	x	
2	x	
3	x	
4	x	
5		x
6		x
7	x	
8	x	
9	x	
10	x	

B=Jugo de Naranja con 7% Sorbitol

C=Jugo de Naranja "comercial"

## CUADRO No. 5

ANALISIS DE VARIANZA PARA PIÑA EN  
ALMIBAR PRUEBA SENSORIAL AL CONSUMIDOR

<u>FUENTES DE VARIACION</u>	<u>GRADOS DE LIBERTAD</u>	<u>SUMA DE CUADRADOS</u>	<u>CUADRADOS MEDIOS</u>	<u>F. C.</u>	<u>F. T.</u> <u><math>\alpha = 5\%</math></u>
MUESTRAS 3	2	27.475	13.738	7.11	2.99
CONSUMIDORES 80	79	258.733	3.275	1.7	
ERROR	158	305.192	1.932	- -	
TOTAL AJUSTADO	239	591.4			

$F_{.95, 2, 158} = 2.99 (20)$

SE RECHAZA SI HAY DIFERENCIAS ENTRE LAS MUESTRAS.

SUMA DE EFECTOS SOBRE LAS MUESTRAS Y(I.)

Y(1.)=531	YM(1.)=6.6375
Y(2.)=539	YM(2.)=6.7375
Y(3.)=478	YM(3.)=5.975

$Q_{.95, 3, 237} = 3.32$

PARA EL METODO DE TUKEY DE COMPARACIONES MULTIPLES,  
DMSH: .515936973

NOTA:

- 1.- PIÑA EN ALMIBAR
- 2.- PIÑA EN JARABE DE SORBITOL
- 3.- PIÑA EN ALMIBAR COMERCIAL

## CUADRO No. 6

ANALISIS DE VARIANZA PARA JUGO  
DE NARANJA PRUEBA SENSORIAL AL CONSUMIDOR

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. C.	F. T. $\alpha=5\%$
MUESTRAS 3	2	216.633	108.317	68.2	2.99
CONSUMIDORES 80	79	236.162	2.989	1.88	
ERROR	158	250.7	1.587	- -	
TOTAL AJUSTADO	239	703.496			

$F_{.95,2,158}=2.99$  ( 20 )

SE RECHAZA SI HAY DIFERENCIAS ENTRE MUESTRAS.

SUMA DE EFECTOS SOBRE MUESTRAS Y(I.)

Y(1.)=545	YM(1.)=6.8125
Y(2.)=535	YM(2.)=6.6875
Y(3.)=379	YM(3.)=4.7375

$Q_{.95,3,237}=3.32$

PARA EL METODO DE TUKEY DE COMPARACIONES MULTIPLES,  
DMSH:.467607592

NOTA:

- 1.- JUGO DE NARANJA 5% AZUCAR
- 2.- JUGO DE NARANJA 7% SORBITOL
- 3.- JUGO DE NARANJA COMERCIAL.

TABLA No. 19

## PRUEBA CON PERSONAS DIABETICAS

## R E S U L T A D O S

PERSONA No.	CALIFICACION ASIGNADA	
	PIÑA EN JARABE DE SORBITOL	JUGO DE NARANJA 7% DE SORBITOL
1	8	7
2	8	7
3	8	7
4	8	8
5	8	7
6	5	5
7	7	7
8	7	7
9	8	8
10	8	7

5 = NI GUSTA NI DISGUSTA

7 = GUSTA MODERADAMENTE

8 = GUSTA MUCHO

DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS

El tiempo de esterilización (3min. a 92°C), empleado para las latas de piña, se considera que fue el correcto, basándose en que ninguna lata sufrió descomposición, ésto se puede corroborar por los parámetros fisicoquímicos, (en especial el pH y la acidez) que no variaron significativamente, lo mismo, se puede observar con respecto al tratamiento térmico (92°C/min) para las latas de jugo de naranja.

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial se analizan tomando en cuenta el cuadro No. 7

PARA PIÑA ENLATADA:

En los resultados de la combinación A - A tabla No.11  
B

a un 100% de confiabilidad no existe diferencia significativa entre las muestras, debido a que ningún juez detectó la muestra diferente.

En los resultados de la combinación B B tabla No.12  
A

a un 99.9% de confiabilidad no existe diferencia significativa entre las muestras, debido a que un solo juez detectó la muestra diferente.

En los resultados de la combinación B B tabla No.13  
C

a un 99.9% de confiabilidad no existe diferencia significativa entre las muestras, debido a que un solo juez detectó la muestra diferente.

En los resultados de la combinación C C tabla No.14  
B

a un 99.0% de confiabilidad no existe diferencia significativa entre las muestras, debido a que dos jueces detectaron la muestra diferente.

De los datos arriba mostrados se desprende que la calidad sensorial de los productos elaborados en base a sorbitol, no presentan diferencia significativa en lo que a sabor dulce se refiere con respecto a los productos elabo-

rados en base a sacarosa y los productos comerciales.

Al mismo tiempo, (datos que no se citan en resultados) los jueces externaron opiniones con respecto a los productos elaborados en base a sorbitol, y la conclusión generalizada fue que incluso éstos se preferían globalmente más que aquellos procesados comercialmente con sacarosa.

## PARA JUGO DE NARANJA ENLATADO:

En los resultados de la combinación  $\begin{matrix} A & A \\ & B \end{matrix}$  tabla No. 15

a un 99.9% de confiabilidad no existe diferencia significativa entre las muestras, debido a que un solo juez detectó la muestra diferente.

En los resultados de la combinación  $\begin{matrix} B & B \\ & A \end{matrix}$  tabla No.16

a un 99.9% de confiabilidad no existe diferencia significativa entre las muestras, debido a que un solo juez detectó la muestra diferente.

En los resultados de la combinación  $\begin{matrix} B & B \\ & C \end{matrix}$  tabla No.17

a un 100% de confiabilidad sí existe diferencia significativa entre las muestras, debido a que todos los jueces detectaron la muestra diferente.

En los resultados de la combinación  $\begin{matrix} C & C \\ & B \end{matrix}$  tabla No.18

a un 99.9% de confiabilidad sí existe diferencia significativa entre las muestras, debido a que un solo juez detectó la muestra diferente.

Los resultados de las dos últimas combinaciones puntualizan que hay diferencia significativa entre las muestras evaluadas. Pero de acuerdo a las opiniones externadas por los jueces, la diferencia global no era con respecto al sabor dulce sino a un resabio amargo en aquellas muestras de origen comercial, lo cual se sugiere pueda ser ocasionado tanto por la técnica de extracción del jugo en el proceso (quizá el paso o molido con aceites de cáscaras de naranja, las cuales contienen las vesículas con aceites esenciales amargos) o debido al contenedor (tipo de barniz y posibles interacciones con el metal) así como al tipo de fruta utilizada.

## CUADRO No. 7

## PRUEBA SENSORIAL DEFINITIVA

## PRUEBA TRIANGULAR, ANALISIS DE DIFERENCIA

No. DE JUECES	No. DE RESPUESTAS CORRECTAS NECESARIAS PARA ESTABLECER UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA.		
	5%	1%	0.1%
10	7	8	9
11	7	8	9
12	8	9	10

FUENTE: LARMONT, E. METHODS FOR SENSORY EVALUATION OF FOOD. CANADA  
DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1977.

PRUEBA CON CONSUMIDORES NO DIABETICOS

El análisis correspondiente a esta prueba se realizó por el método de análisis de varianza.

## PARA PIÑA:

Como se observa en el cuadro No. 5, los resultados obtenidos son:

Diferencia significativa al 5% de confiabilidad entre las muestras evaluadas ya que  $F.C. > F.T.$

La suma de efectos sobre las muestras sugiere que la piña en jarabe de sorbitol gustó más (6.73) seguida de la piña en almíbar (6.63) y por último la piña en almíbar comercial. (5.97)

También se realizó la prueba de comparaciones múltiples por el método de Tukey con el fin de conocer que muestras eran las diferentes respecto una de otra. Se obtuvo una Diferencia Media Significativa Honesta (DMSH) igual a 0.51. Efectuando las diferencias entre medias de las muestras, se vé que entre piña en jarabe de sorbitol y piña en almíbar no existe diferencia significativa en un nivel de  $\alpha = 5\%$  y sólo la piña en almíbar comercial difiere significativamente de las demás.

## PARA JUGO DE NARANJA:

En el cuadro No. 6 se observa según los resultados obtenidos que hay una diferencia significativa al 5% de confiabilidad entre las muestras incluidas, ya que  $F.C. > F.T.$

La suma de efectos sobre las muestras revela que, el jugo de naranja con 5% de sacarosa (6.81) gustó más, seguido del jugo de naranja con 7% de sorbitol (6.68) y por último el jugo de naranja comercial (4.73).

Para el método de Tukey de comparaciones múltiples, se tiene una DMSH igual a 0.46 realizando las diferencias entre medias de las muestras, se puede asegurar que no existe diferencia significativa con un nivel  $\alpha$  igual a 5%

entre el jugo de naranja elaborado con sorbitol y el jugo de naranja elaborado con sacarosa, el jugo de naranja comercial una vez realizadas las diferencias correspondientes se observa que difiere bastante. Esto último se corrobora con el análisis sensorial realizado con jueces entrenados.

#### PRUEBA CON PERSONAS DIABETICAS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla No.19 se observa que para la piña en jarabe de sorbitol las personas con diabetes la califican de la siguiente forma:

El 70% de estas personas les gustó mucho, el 20% les gustó moderadamente y el 10% ni le gustó ni disgustó. Estas calificaciones fueron otorgadas según la escala hedónica utilizada en el cuestionario especial para esta prueba el cual se muestra en el anexo No. 1.

Se realizó la misma prueba para jugo de naranja con 7% de sorbitol, el resultado se muestra en la tabla No. 19 De éstos se desprende que: al 20% le gustó mucho, al 70% le gustó moderadamente y al 10% ni le gustó ni le disgustó.

Estos resultados se consideran bastante buenos para los dos productos considerando que existe un rechazo generalizado por productos naturales procesados, sin embargo, por los resultados obtenidos se considera que los productos tienen una aceptación buena entre este tipo de personas, lo cual es muy importante para un posible desarrollo comercial de dichos productos.

ANALISIS DE RESULTADOS DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS

pH

Tanto para la piña como para el jugo de naranja en sus tres formulaciones, el pH es de suma importancia, ya que a estos productos los clasifica como alimentos de Alta Acidez, importante en la microbiología de los productos. Observando los valores de la tabla y gráfica No. 1 para piña y tabla y gráfica No. 6 para jugo de naranja, se nota una disminución pequeña en el pH para los dos productos, esto pudiera deberse a un cambio en la temperatura de almacenamiento.

- % DE ACIDEZ TOTAL TITULABLE.

Se puede observar en la tabla y gráfica No. 2 para piña y tabla y gráfica No. 7 para jugo de naranja, que prácticamente no hubo variación durante el almacenamiento, lo que indica una nula contaminación microbiana y una alta estabilidad de los productos.

#### VARIACION DE LA VITAMINA C

En la tabla y gráfica No. 8, se muestra el contenido de vitamina C en el jugo de naranja, para la F1 y F2, el contenido de vitamina C cumple con la norma oficial (28) para jugo de naranja la cual indica que debe de tener 20mg/100ml. de jugo como mínimo. F3 no alcanza el límite fijado por dicha norma.

Respecto a la variación de la vitamina se nota que en F1 y F3 disminuye, lo cual puede ser debido a la temperatura de almacenamiento. Para F2 el contenido de vitamina C permaneció constante debido probablemente a las propiedades del sorbitol de antioxidante (47) que sirve para ayudar a la absorción de vitaminas y de algunos nutrientes en preparaciones farmacéuticas. (13).

## PARA PIÑA:

Como se observa en la tabla y gráfica No. 3, el contenido de vitamina C en las tres formulaciones es realmente bajo, ésto se debe al tratamiento térmico que tienen que recibir estos productos, razón por la cual la DGN no especifica o normaliza el contenido de vitamina C en estos productos. La pequeña variación puede deberse a cambios en las condiciones de almacenamiento.

## - GRADOS BRUX

## PARA PIÑA:

En la tabla y gráfica No. 4, se observa un ligero cambio en los grados Brix, se sugiere que dicho cambio se debe a que los sólidos solubles tienden a llegar a un equilibrio entre el sólido y el líquido dentro de la lata.

## PARA JUGO DE NARANJA:

En la tabla y gráfica No. 9 se comprueba que el contenido de grados Brix permaneció constante durante todo el almacenamiento.

## -% DE REDUCTORES TOTALES.

## PARA PIÑA:

En la tabla y gráfica No. 5, se observa que el contenido de azúcares reductores totales varía en pequeña proporción. Se sugiere que dicha variación se debe a cambios de presión osmótica de la fruta dentro de la lata.

## PARA JUGO DE NARANJA:

En la tabla y gráfica No. 10, se observa que el contenido de azúcares reductores totales permaneció constante durante todo el almacenamiento.

Debido a que el sorbitol es una molécula no reductora, el contenido de azúcares reductores totales es muy bajo en aquellos productos que contienen sorbitol comparados con productos elaborados con sacarosa.

Con lo anterior se demuestra que el Sorbitol no sufre transformaciones de ninguna especie en el proceso de elaboración de dichos productos.

ESTUDIO ECONOMICO

Los datos que a continuación se citan son precios de mayoreo, únicamente de la materia prima sin considerar gastos de equipo, instalaciones, personal, etc.

BASE DE CALCULO (1 lata)

PIÑA	\$ 60.00	PIÑA	\$ 60.00
LATA	\$ 15.50	LATA	\$ 15.50
SORBITOL	<u>\$ 33.50</u>	SACAROSA	<u>\$ 3.44</u>
	\$109.00		\$ 78.94
	=====		=====

NARANJAS	\$ 20.85	NARANJAS	\$ 20.85
LATA	\$ 10.85	LATA	\$ 10.85
SORBITOL	<u>\$ 5.75</u>	SACAROSA	<u>\$ 1.07</u>
	\$ 37.45		\$ 32.77
	=====		=====

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden hacer las siguientes conclusiones:

- 1.- Los tiempos de tratamiento térmico a 92°C para piña enlatada (3min) y para jugo de naranja (1min) se consideran los adecuados.
- 2.- Durante el almacenamiento, los valores obtenidos de los análisis fisicoquímicos son esencialmente iguales en un producto elaborado en base a sorbitol y otro elaborado en base a sacarosa.
- 3.- Un grupo de 10 jueces de reconocida capacidad para realizar análisis de diferencia y además entrenados específicamente para este estudio, no encontraron diferencia significativa entre un producto elaborado con sorbitol y otro elaborado con sacarosa.
- 4.- En la prueba a consumidores normales, previo análisis estadístico, se observa que los productos tienen buena aceptabilidad.
- 5.- En la prueba con personas diabéticas, se observa una buena aceptabilidad para los productos elaborados en base a sorbitol.
- 6.- El precio a pagar por los productos elaborados en base a sorbitol sería ligeramente más alto que sus similares elaborados en base a sacarosa.
- 7.- Los productos frutícolas procesados para diabéticos pueden tener una demanda muy aceptable en el mercado.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- ALSTRAND, D.V. y Ecklun O. F: 1952. The mechanics and Interpretation of Heat Penetration Tests in Canned Foods. Food Technology 6 (5).
- 2.- AMERINE M.A. Pangborn R. and Roessler E. 1971. Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press. New York.
- 3.- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST 1975, "Official Methods of Analysis of the AOAC" Washington D.F.
- 4.- BADUI Dergal Salvador. 1981. Química de los Alimentos. UNAM. Facultad de Química. México.
- 5.- BAYNE, H.C. and Michener, H.D. 1979. Heat resistance of Byssochlamys ascospores. Applied Microbiology 18. (2).
- 6.- BEE, G.R. y Park, D.K. 1978. Heat penetration measurement for thermal process design. Food Technology. 32 (6)
- 7.- BISHOP, P.W. 1978. Who introduced the tin can ¿Nicolas Appert? ¿Peter Duran? ¿Bryan Donkin? Food Technology 32. (4)
- 8.- BOLLENBACK G.N. 1980. Role of carbohydrates in the food industry. The AVI Publishing Co. Inc.
- 9.- BRUZNELL J.D. 1978. Use of fructosa, Xylitol or Sorbitol as sweetener in diabetes. Food Technology.
- 10.- CARREÑO O. Hugo. 1979. Edulcorantes. Industria Alimentaria. Vol. No. 1 (8, 9) México.
- 11.- CHASE PETER H.M.D. 1979. Diabetes and Diet. Food Technology.
- 12.- CHAVEZ ADOLFO y Zubirán Salvador. 1982. Revista de Investigación clínica Instituto Nacional de la Nutrición.
- 13.- CHEMICAL and Engineers News. 36.59. 1958.
- 14.- DURAN HIDALGO L. 1980. Control de Calidad de Alimentos. IPN.

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México.

- 15.- FENNEMA R.O. 1976. Food Chemistry. New York.
- 16.- FERREIRA. L.G. 1978. "A General Lethal Rate Paper for the Graphical Calculation of Processing Time". Journal of Food Science. Research Note 660.
- 17.- INSTITUTE of Food Technologists. 1981. Guidelines of the preparation and review of papers reporting sensory evaluation. Date Food Technology.
- 18.- JOHNSTON, Mr. y Dougherty, R.H.: 1978. Thermal processing of canned foods; Introductory remarks. Food Technology 32 (6)
- 19.- KIER L.B. 1972. A. Molecular Theory of Sweet Taste J. Pharm Science. 61. 1394.
- 20.- LARMOND E. 1977. Laboratory Methods of sensory evaluation of Food. Canada Department of Agriculture.
- 21.- LEHNINGER L. ALBERT. 1980. Bioquímica Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
- 22.- LIU, Y.K. y LUH, B.S. 1980. Quantitative aspects of pectic acid hydrolysis by endopolygalacturonase from *Rhizopus*. J. Food Science. 45 (3)
- 23.- LOPEZ, A. 1981. A complete course in canning. 2a. Ed. Baltimore Maryland, the Canning Trade.
- 24.- LUND D.B. 1975. Effect of heat processing on Nutrients in "Nutritional Evaluation of Food Processing" 2nd. Edition Chapt. 9 Harris R.S. & Karmas E. The Avi Publishing Co. Inc. Westport Conn.
- 25.- LUND, D.B. 1977. Design of thermal processes for maximizing nutrient retention. Food Technology 31 (2).
- 26.- MARTINEZ RUBALCABA. 1979. Aspectos a considerar en la Industria de sa-

borizantes. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química México. UNAM.

- 27.- MC. GREGOR, D.R. 1978. Pouch advantages also apply to cans. Food Technology. 32 (10).
- 28.- NORMA OFICIAL para jugo de naranja. NOM-F-108. Jugo de naranja.D.G.N. 1983.
- 29.- OHLSSON, T. 1980. Optimal sterilization temperatures for flat containers. Journal Food Science. 45 (4).
- 30.- ORDÓÑEZ DE LA MORA BLANCA. 1982. Epidemiología: Mortalidad por grupos de edad. Revista Mexicana de pediatría. México.
- 31.- PARKER K.J. 1978. Alternatives To Sugar. Nature. Vol. 271.
- 32.- PELCZAR M.J. Y.R.D. Reid. 1980. Microbiología. Mc. Graw-Hill. México.
- 33.- PFLUG, I.J. Y ODLAUG, T.E. 1978. a review of Z and F values to ensure the safety of low-acid canned food. 32 (6).
- 34.- RANGANA, S., 1977. Manual of analysis of fruit and vegetable products. Mc. Graw Hill Publishing Co. Ld. New Delhi.
- 35.- RODWELL WILLIAMS. 1983. Manual práctico de Nutrición. Editorial Pax. México.
- 36.- SAGUY, I.Y.KAREL, M. 1979. Optimal retort temperature profile in optimizing thiamin retention in conduction-type heating of canned foods. Journal Food Science 44 (5).
- 37.- SCIENTIFIC STATUS SUMMARY by the expert panel of food safety and nutrition. 1979. Sugar and nutritive Sweeteners in Processed Foods. Food Technology.
- 38.- SENSORY Evaluation guide for testing food and Beverage products. 1980. Food Technology.

- 39.- SMITH 1979. Xylitol; Another sweetener. *Turn sour science* 199:670. *Food Technology*.
- 40.- SPLITTSTOSSER D.F.: Caldwell, M.C. and Martin, H. 1969. Ascospores production by B. Fulva. *Journal Food Science*.
- 41.- SPLITTSTOSSER D.F.: Enumeration of heat resistant mold Byssochlamys 1979. *Compendium of methods for the microbiology*. Microbiology examination and food.
- 42.- SPLITTSTOSSER D.F. Kuss, F.R. and Harrison Wanda and Prest, D.B. 1971. Incidence of heat resistant molds in Estern orchards and vineyards. *Applied Microbiology* 21 (2).
- 43.- SPLITTSTOSSER D.F. Kuss, F.R. and Harrison Wanda 1970. Enumeration of Byssochalamys and other heat resistant mold. *Applied Microbiology*. 20 (3).
- 44.- STUMBO. C.R. 1973. "Thermobacteriology in Food Processing" 2nd. Edition Academic Press. New York.
- 45.- TENEMBAUM AND WHITEHOUSE. 1979. Diabetes and Diet. *Food Technology*.
- 46.- VILLALOBOS CRUZ 1973. Conceptos básicos sobre análisis sensorial, su aplicación y la evaluación de la calidad de tres variedades cítricas cultivadas en Colombia. *Tecnología de Alimentos*. Año 8 (1) 16-28 México.
- 47.- VOM HOVEL LOUIS F. 1969. El Sorbitol y su aplicación. *Tecnología de Alimentos*. Vol. No.4 (5) México.
- 48.- YAWGER. E.S. 1978. Bacteriological evaluation for thermal desing. *Food Technology*. 32 (6).

A N E X O

N o.

" 1 "

PRUEBA TRIANGULAR

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

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

INTRUCCIONES:

ESTA USTED RECIBIENDO TRES MUESTRAS PARA SU EVALUACION.  
DOS DE LAS MUESTRAS SON IDENTICAS. SEÑALE LA MUESTRA DIFERENTE.

CLAVES DE LAS MUESTRAS IDENTICAS

CLAVE MUESTRA DIFERENTE

\_\_\_\_\_

SEÑALE EL GRADO DE DIFERENCIA ENTRE LAS MUESTRAS IDENTICAS Y LA MUESTRA DIFERENTE.

POCA \_\_\_\_\_

MUCHA \_\_\_\_\_

MODERADA \_\_\_\_\_

EXTREMADA \_\_\_\_\_

FAVOR DE ANOTAR SUS COMENTARIOS ACERCA DE LA MUESTRA DIFERENTE:

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

PRUEBA DE CLASIFICACION

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

INSTRUCCIONES:

FAVOR DE CLASIFICAR ESTAS MUESTRAS DE ACUERDO A SU INTENSIDAD.

(SABOR DULCE)

I N T E N S I D A D

C L A V E

PRIMERA

\_\_\_\_\_

SEGUNDA

\_\_\_\_\_

TERCERA

\_\_\_\_\_

CUARTA

\_\_\_\_\_

G R A C I A S

ESCALA HEDONICA

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

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

PRUEBE ESTAS MUESTRAS Y CALIFIQUE QUE TANTO LE GUSTAN O LE DESAGRAN CADA UNA.

USANDO LA ESCALA APROPIADA, COLOQUE UNA CRUZ EN EL PUNTO DONDE MEJOR DESCRIBA SU GUSTO O DESAGRADO ACERCA DE LA MUESTRA.

LA EXPRESION HONESTA DE SU GUSTO PODRA AYUDARNOS.

GUSTA EXTREMADAMENTE	_____	_____	_____
GUSTA MUCHO	_____	_____	_____
GUSTA MODERADAMENTE	_____	_____	_____
GUSTA LIGERAMENTE	_____	_____	_____
NI GUSTA NI DISGUSTA	_____	_____	_____
DISGUSTA LIGERAMENTE	_____	_____	_____
DISGUSTA MODERADAMENTE	_____	_____	_____
DISGUSTA MUCHO	_____	_____	_____
DISGUSTA EXTREMADAMENTE	_____	_____	_____

AGRADECEMOS SU COLABORACION PARA ESTA PRUEBA.

ANALIS SENSORIAL

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

ESTA USTED RECIBIENDO UNA MUESTRA DE: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ QUE FUE ELABORADA ESPECIALMENTE PARA  
DIABETICOS CON UN EDULCORANTE NATURAL NO TOXICO.

DESEAMOS CONOCER SU NIVEL DE AGRAIDO MARQUE UNA CRUZ EN LA ESCALA  
SIGUIENTE, EN EL PUNTO QUE MEJOR DESCRIBA SU PREFERENCIA.

SU EXPRESION HONESTA NOS SERA DE MUCHA AYUDA.

E S C A L A

GUSTA EXTREMADAMENTE	_____
GUSTA MUCHO	_____
GUSTA MODERADAMENTE	_____
GUSTA LIGERAMENTE	_____
NI GUSTA NI DISGUSTA	_____
DISGUSTA LIGERAMENTE	_____
DISGUSTA MODERADAMENTE	_____
DISGUSTA MUCHO	_____
DISGUSTA EXTREMADAMENTE	_____

G R A C I A S.