

304434



UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR

20

ESCUELA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U.N.A.M.

ELABORACION DE UN HELADO BAJO EN
CALORIAS UTILIZANDO ASPARTAME
COMO EDULCORANTE

T E S I S

Que para obtener el título de
INGENIERO EN ALIMENTOS

presentan

ADRIANA BECERRA CARMONA

VIRGINIA GALLARDO RAMIREZ

Director de Tesis:

DRA. SARA ESTHER VALDES MARTINEZ

México, D. F.

TESIS CON
FALSA DE ORIGEN

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CAPITULO**pag.****CAPITULO I****EDULCORANTES**

1.1	Antecedentes	1
1.2	Definición	2
1.3	Clasificación.....	2-12

CAPITULO II**GENERALIDADES Y PROPIEDADES DEL ASPARTAME**

2.1	Antecedentes	13
2.2	Definición	13
2.3	Propiedades fisicoquímicas ...	15
2.4	Obtención del Aspartame	15-17
2.5	Metabolismo de la fenilalanina	17-21
2.6	Trastornos metabólicos (fenilcetonuria)	21-22
2.7	Ingesta mínima de fenilalanina	22
2.8	Legislación (Reglamentación de la FDA)	22-23
2.9	Estabilidad	23-28
2.9.1	Estabilidad en solución	25-27
2.9.2	Estabilidad en polvo	27-28
2.10	Aplicación del aspartame en la industria alimentaria	28-29

CAPITULO III HELADOS

3.1	Definición	30
3.2	Orígenes	30-31
3.3	Composición	31-33
3.4	Funcion de los componentes del helado	33-37
3.5	Diagrama de flujo de elaboración del helado	38
3.6	Proceso y equipo industrial para la elaboración de helado	39-43

PARTE 2 EXPERIMENTAL

CAPITULO IV ELABORACION DEL HELADO CON ASPARTAME

4.1	Objetivo General	45
	Objetivos Particulares	45
4.2	Metodología	46-47
4.2.1	Análisis de Mercado	47-48
4.2.2	Análisis de helados Comerciales Elegidos	49
4.2.2.1	Análisis Fisicoquímico	49
4.2.2.2	Análisis del comportamiento reológico	51-52
4.2.2.3	Análisis Microbiológico	53
4.2.3	Selección de fórmula para helado standard	54
4.2.4	Formulación del helado bajo en calorías	59-60
4.2.5	Análisis del helado con Aspartame	60
4.2.6	Evaluación Sensorial del helado con Aspartame	61-64
4.2.7	Análisis de costos del helado con Aspartame	65

CAPITULO V RESULTADOS

5.1	Análisis de resultados	66-111
5.1.1	Resultados del análisis de mercado	66-88
5.1.2	Resultados de los análisis hechos a los helados comerciales	89-98
5.1.2.1	Resultados de análisis fisicoquímicos	89-91
5.1.2.2	Resultados del análisis del comportamiento reológico	91-96
5.1.2.3	Resultados del análisis microbiológico	97-98
5.1.3	Resultados de la selección de fórmula para helado standard ...	98-100
5.1.4	Resultados de la formulación del helado bajo en calorías	101-111
5.1.4.1	Formulaciones propuestas para helado bajo en calorías	101-104
5.1.5	Resultados de los análisis del helado con Aspartame	105-110
5.1.5.1	Resultados del análisis fisicoquímico del helado con Aspartame	105-107
5.1.5.2	Resultados del análisis del comportamiento reológico del helado con Aspartame	107-108
5.1.5.3	Resultados del análisis microbiológico del helado bajo en calorías	110
5.1.6	Resultados de la evaluación sensorial	111
5.1.7	Resultados de análisis de costos..	112-113
5.2	Conclusiones	115-117
5.3	Recomendaciones para estudios posteriores	118
	Bibliografía	135-144

ANEXOS

ANEXO 1	
TRATAMIENTO REOLOGICO PARA HELADOS COMERCIALES	..... 119-120
ANEXO 2	
TRATAMIENTO REOLOGICO PARA HELADO CON ASPARTAME	..... 121-122
ANEXO 3	
METODO EMPLEADO PARA INTERPRETACION DE DATOS : DE LA EVALUACION SENSORIAL DE COLOR Y SABOR	..... 123-124
ANEXO 4	
METODO EMPLEADO PARA LA INTERPRETACION DE DATOS : DE LA EVALUACION SENSORIAL DE TEXTURA	..... 125-126
ANEXO 5	
METODO EMPLEADO PARA LA INTERPRETACION DE DATOS : DE LA EVALUACION DE DULZURA	..... 127-128

APENDICES

APENDICE I	
METODO EMPLEADO PARA EL CALCULO DE OVERRUM	..... 129
APENDICE II	
VALORES CRITICOS PARA J_i - CUADRADA	..... 130
APENDICE III	
PROBABILIDAD DE M O MAS JUICIOS CORRECTOS EN N DETERMINACIONES PARA LA PRUEBA DUO-TRIO Y COMPARACION POR PARES	..... 131
APENDICE IV	
DIFERENCIA DE SUMATORIA ORDINAL ABSOLUTA CRITICA DE TODOS LOS TRATAMIENTOS COMPARACIONES A NIVEL DE SIGNIFICANCIA DEL 5% ..	132
APENDICE V	
PROBABILIDAD DE M O MAS JUICIOS CORRECTOS EN N DETERMINACIONES PARA LA PRUEBA DUO-TRIO (DOS COLAS )	..... 133
APENDICE VI	
TABLAS ESTADISTICAS AREA BAJO LA CURVA	..... 134

CUADROS

CAPITULO	PAG.
I CUADRO # 1	CLASIFICACION DE LOS EDULCORANTES 3
I CUADRO # 2	PODER EDULCORANTE RELATIVO DE ALGUNOS AZUCARES Y EDULCORANTES 4
I CUADRO # 3	USOS, APLICACIONES Y ESTRUCTURAS DE LOS EDULCORANTES 5-6
II CUADRO # 4	CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL ASPARTAME 15
III CUADRO # 5	COMPOSICION PROMEDIO DEL HELADO 32
III CUADRO # 6	ANALISIS QUIMICO PROXIMAL 33
III CUADRO # 7	FUNCION DE LOS COMPONENTES DEL HELADO 34
IU CUADRO # 8	METODOLOGIA 46
IU CUADRO # 9	METODOS GENERALES EMPLEADOS 50
IU CUADRO # 10	NIVELES DE VARIACION DE ESTABILIZANTES 56
IU CUADRO # 11	NIVELES DE VARIACION : MALTODEXTRINA - POLIDEXTROSA 57
IU CUADRO # 12	NIVELES DE VARIACION PARA EDULCORANTE (ASPARTAME) 58
IU CUADRO #13a	RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS A HELADOS COMERCIALES 90
U CUADRO #13b	ANALISIS DE RESULTADOS FISICOQUIMICOS DEL HELADO CON ASPARTAME 106
U CUADRO # 14	RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO EN HELADOS COMERCIALES 92
U CUADRO # 15	RESULTADOS ANALISIS MICROBIOLOGICO A HELADOS COMERCIALES 97
U CUADRO # 16	ANALISIS REOLOGICO HELADO CON ASPARTAME 107
U CUADRO # 17	RESULTADOS ANALISIS MICROBIOLOGICO A HELADO CON ASPARTAME 110
U CUADRO # 18	ANALISIS DE RESULTADOS EVALUACION SENSORIAL 111

DIAGRAMAS

III DIAGRAMA # 1	PROCESO DE ELABORACION DEL HELADO 38
IU DIAGRAMA # 2	ELABORACION DEL HELADO EXPERIMENTAL 55

FIGURAS

CAPITULO	PAG.
I	FIGURA 1 INTERACCION DE LAS UNIDADES AH, B DE UN COMUESTO DULCE CON LOS GRUPOS COMPLEMENTARIOS AH, B DEL SITIO RECEPTOR 2
I I	FIGURA 2.1 ESTRUCTURA DEL ASPARTAME 14
I I	FIGURA 2.2 COMPONENTES DEL ASPARTAME 14
I I	FIGURA 2.3 INTERVENCION DE LOS AMINOCIDOS EN EL CICLO DEL ACIDO CITRICO 17
I I	FIGURA 2.4 METABOLISMO DE DEGRADACION DE LA FENILALANINA (FEN) EN EL CICLO DE ACIDOS TRICARBOXILICOS .. 18
I I	FIGURA 2.5 REACCIONES DEL ASPARTAME 24
I I	FIGURA 2.6 CAMBIOS EN LA ESTABILIDAD DEL ASPARTAME, EN DIFERENTES SOLUCIONES AMORTIGUADORAS A DIFERENTE PH Y T 26
I I	FIGURA 2.7 ESTABILIDAD DEL ASPARTAME EN SOLUCION A 25 °C .. 27
I I	FIGURA 2.8 ESTABILIDAD DEL ASPARTAME EN POLVO DURANTE SU ALMACENAMIENTO A DIFERENTES TEMPERATURAS Y UNA HUMEDAD DE 4.5 A 5 % 28
I I I	FIGURA 3.1 PROCESO DE ELABORACION DEL HELADO 39
I I I	FIGURA 3.2 VISTA GENERAL DE UNA PLANTA PARA HELADOS 40

FORMATOS

I U	FORMATO #1 ENCUESTA REALIZADA PARA EL ANALISIS DE MERCADO ..48
I U	FORMATO #2 EVALUACION DE COLOR (EVALUACION SENSORIAL).... 62
I U	FORMATO #3 EVALUACION DE INTENSIDAD DE DULZURA (EVALUACION SENSORIAL) 63
I U	FORMATO #4 EVALUACION DE TEXTURA (EVALUACION SENSORIAL).... 64

FOTOGRAFIAS

I I I	FOTOGRAFIAS A Y B EQUIPO EMPLEADO PARA LA PASTEURIZACION Y HOMOGENIZACION DEL HELADO A NIVEL INDUSTRIAL 44
U	FOTOGRAFIAS C Y D MEZCLA BASE OBTENIDA PARA EL HELADO CON ASPARTAME 109
U	FOTOGRAFIA E PRODUCTO FINAL (HELADO CON ASPARTAME)... 114

GRAFICAS

CAPITULO

PAG.

U	GRAFICA 1A	FRECUENCIA DE CONSUMO GENERAL DE HELADO	69
U	GRAFICA 1B	FRECUENCIA DE CONSUMO DE HELADO POR EDADES	70
U	GRAFICA 2A	PREFERENCIA DE SABOR A NIVEL GENERAL (SABOR PREFERIDO DE HELADO)	72
U	GRAFICA 2B	PREFERENCIA DE SABOR POR EDADES	73
U	GRAFICA 3A	PREFERENCIA POR MARCA A NIVEL GENERAL (MARCA PREFERIDA DE HELADO)	75
U	GRAFICA 3B	PREFERENCIA POR MARCA DE ACUERDO A LA EDAD	76
U	GRAFICA 4A	RAZONES DE LA PREFERENCIA (RAZONES POR LAS CUALES SE PREFERE LA MARCA DEL HELADO SOBRE OTRAS)	78
U	GRAFICA 4B	RAZONES DE LA PREFERENCIA DE ACUERDO A LA EDAD ..	79
U	GRAFICA 5A	RAZONES DE NO CONSUMO DE HELADO A NIVEL GENERAL (RAZONES POR LAS CUALES NO SE LLEGA A CONSUMIR HELADO)	81
U	GRAFICA 5B	RAZONES DE NO CONSUMO DE HELADO DE ACUERDO A LA EDAD	82
U	GRAFICA 6A	PREFERENCIA DE CONSUMO DE HELADOS DIETETICOS	84
U	GRAFICA 6B	PREFERENCIA DE CONSUMO DE HELADOS DIETETICOS DE ACUERDO A LA EDAD	85
U	GRAFICA 7A	CONSUMO POTENCIAL DEL HELADO DIETETICO (SIN AZUCAR)	87
U	GRAFICA 7B	CONSUMO POTENCIAL DEL HELADO DIETETICO POR EDADES	88
U	GRAFICA 8A	COMPORTAMIENTO REOLOGICO DEL HELADO M.Y	94
U	GRAFICA 8B	COMPORTAMIENTO REOLOGICO DEL HELADO M.H	95
U	GRAFICA 8C	COMPORTAMIENTO REOLOGICO DEL HELADO M.D	96

TABLAS

CAPITULO		PAG.
U	TABLA # 1 FRECUENCIA DE CONSUMO DE HELADO (GENERAL Y POR EDADES )	..... 60
U	TABLA # 2 PREFERENCIA DE SABOR (GENERAL Y POR EDADES )	..... 71
U	TABLA # 3 PREFERENCIA POR MARCAS (GENERAL Y POR EDADES)	74
U	TABLA # 4 RAZONES DE LA PREFERENCIA POR MARCA (GENERAL Y POR EDADES )	..... 77
U	TABLA # 5 RAZONES DE NO CONSUMO DE HELADO (GENERAL Y POR EDADES )	..... 80
U	TABLA # 6 PREFERENCIA DE CONSUMO DE HELADOS DIETETICOS (GENERAL Y POR EDADES )	.... 83
U	TABLA # 7 CONSUMO POTENCIAL DE HELADO DIETETICO (GENERAL Y POR EDADES )	..... 85
U	TABLA # 8 COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE HELADOS COMERCIALES	.. 93
U	TABLA # 9 COMPORTAMIENTO REOLOGICO COMPARATIVO	.....107

CAPITULO I

1.1 ANTECEDENTES

Los edulcorantes se han venido utilizando desde tiempos prehistóricos. El azúcar ha sido considerada como una rara golosina, siguiéndole el descubrimiento de la miel^{10.02}.

Dibujos en tumbas egipcias de cerca de 2600 años a.C. ilustran la práctica de la producción de miel que probablemente se reservaba para los ricos y poderosos⁰². La referencia más cercana del azúcar y de la caña de azúcar ocurrió hacia 375 años d.C.; siendo los árabes quienes desarrollaron el primer proceso de refinación y posteriormente se difundió este sistema a través de Europa y eventualmente hacia América.^{10.02}

Hoy en día los edulcorantes de un tipo u otro son encontrados en las dietas de cualquier tipo de persona, siendo estos regulados por leyes o códigos de alimentación específicos de cada país donde únicamente se permite la venta y empleo de aditivos tras su consiguiente autorización^{20.02}.

Podemos encontrar edulcorantes en forma granulada o bien en forma líquida como son la miel o jarabe; o pueden ser sustancias creadas por el hombre como la sacarina o aspartame que contribuyen con pocas calorías a los alimentos endulzados^{10.02-03}, pero el azúcar seguirá siendo el standard contra el cual los otros edulcorantes son medidos.

CUADRO # 1 CLASIFICACION DE LOS EDULCORANTES 22, 23, 44, 51, 52, 53, 54

I POR SU APORTE CALORICO Y METABOLISMO	
<p>1.- Nutritivos:</p> <p>a) Azucares : * Glucosa * Lactosa * Fructosa * Maltosa * Sacarosa</p> <p>b) Miel</p> <p>c) Jarabe de maple</p> <p>d) Endulzante de maiz : * Jarabe de maiz con alta fructosa (HFCS) 90%, 55%, 42%</p> <p>e) Alcoholes de azucar: * Xylitol * Sorbitol * Licasina</p> <p>f) Aspartame</p> <p>g) Alitame</p> <p>h) Edulcorantes intensos : * Taumatina * Glicericina * Esteviosidos ** * Tiraculin * Nonelina</p>	<p>2.- No Nutritivos:</p> <p>a) Sacarina</p> <p>b) Ciclamato</p> <p>c) Acesulfame K</p> <p>d) Azucares L</p> <p>e) Sucralosa</p> <p>f) Neosugar *</p> <p>g) Neoespiridina</p> <p>h) Triclorogalactosacarosa (TGS)</p>
II POR SU ORIGEN :	
<p>1.- Naturales :</p> <p>a) Azucares : * Sacarosa, * Fructosa, * Glucosa, * Lactosa, * Maltosa</p> <p>b) Miel</p> <p>c) Jarabe de maple</p> <p>d) Endulzantes de maiz: * HFCS 90%, 55%, 42%</p> <p>e) Alcoholes de azucar: * Xylitol, * Sorbitol, * Licasina</p> <p>f) Edulcorantes intensos: * Triclorogalactosacarosa (TGS) * Filodulcina * * Esteviosidos * Glicericina * Endulzantes proteicos: - Nonelina - Tiraculin - Taumatina (Katemfe) - Herrandul- cina.*</p>	<p>2.- Sinteticos :</p> <p>a) Sacarina</p> <p>b) Ciclamato</p> <p>c) Aspartame</p> <p>d) Acesulfame K</p> <p>e) Azucares L</p> <p>f) Neosugar</p> <p>g) Neoespiridina</p> <p>h) Alitame</p>

** Su metabolismo no se ha definido claramente

* Son nuevos descubrimientos.

CUADRO # 2 PODER EDULCORANTE RELATIVO DE ALGUNOS AZUCARES Y EDULCORANTES 1, 13, 17, 18

Sacarosa = 1

EDULCORANTE	DULZURA (%)
DEXTROSA (GLUCOSA)	70 - 80
LEVULOSA (FRUCTOSA)	140
LACTOSA	20
MALTOSA	30 - 50
EDULZANTES DE MAIZ CON ALTO CONTENIDO EN FRUCTOSA:	
90 %	120 - 160
55 %	) 100
42 %	100
XYLITOL	100
SORBITOL	50
LICASINA	25 - 50
ASPARTAME	180 - 200
INAUMATINA	2500
GLICERICINA	50 - 100
ESTEVIOSIDOS	300
ALITAME	2000
SACARINA	300
CICLAMATO	30 - 60
ACESULFAME K	200
SUCRALOSA	600
NEOSUGAR	40 - 60
TRICLOROGALACTOSACAROSA	600

NOMBRE	ESTRUCTURA	USOS, APLICACIONES Y CONCENTRACIONES PERMITIDAS
Filodulcina		<p>Tiene limitantes para su uso en productos como caramelos, chicles y dentífricos debido a que contiene a diferir su sabor teniendo resabio a licor.</p>
Allitame		<p>Se utiliza en bebidas en polvo, productos lácteos, Postres congelados, preparaciones de frutas, etc. se utiliza en bajas concentraciones probablemente entre 20 a 200 ppm.</p>
Calciano		<p>El uso del ciclamato para consumo diario no debe exceder 1.5 g. En E.U. no está permitido su uso, pero se utiliza en bebidas, gelatinas, jugos de fruta, chicles entre otros.</p>
Sacarina		<p>Se utiliza junto con el aspartame en refrescos, frutas emlatadas, gelatinas, entre otros. En muchos países su uso está prohibido, aun así se considera que el consumo diario de 1 g. por adulto no afecta la salud.</p>
Neosugar		<p>Se aplica a productos bajos en calorías. esta aun en estudio en Japon para determinar su digestibilidad por enzimas estomacales.</p>
Esteviosidos		<p>Aun cuando se ha limitado su uso se ha observado que son no toxicos para los humanos.</p>
Aciesulfame X		<p>Se utiliza en bebidas, productos lácteos, cosméticos, productos farmacéuticos y alimentos en general; se ha estimado su uso de 0 a 3 mg / kg de peso corporal.</p>
Neohesperidina		<p>Se utiliza en chicles, pasta dental, jugos de frutas, y usos farmacéuticos, sus pruebas de toxicidad son insuficientes.</p>
Glicericina		<p>Se utiliza como saborizante de proteína vegetal hidrolizable, en salsa de soya, da dulzor al tabaco y sabor a las preparaciones farmacéuticas, sus niveles de uso en alimentos van de 50 a 300 Ppm.</p>

Estas clasificaciones nos dicen de manera práctica como se clasifican los edulcorantes, aunque para algunos de estos no se ha determinado completamente su metabolismo o bien son tan nuevos que no se sabe si realmente entran dentro de ésta clasificación.

En el caso del Aspartame se observa que pertenece a los edulcorantes sintéticos ya que se obtiene químicamente y además es nutritivo.

***EDULCORANTES NUTRITIVOS.-** Son aquellos edulcorantes que proveen calorías o energía alimenticia y que el organismo puede metabolizar. Entre ellos encontramos a: los azúcares, jarabes, melazas, alcoholes de azúcar y miel entre otros, que proveen el mismo número de calorías por gramo. El aspartame es considerado dentro de éste tipo de edulcorantes (nutritivos) ya que contribuye con el mismo número de calorías por gramo que el azúcar (aunque es aproximadamente 200 veces más dulce que el azúcar). Estos edulcorantes se resumen en el cuadro # 2, así como sus usos y concentraciones de uso permitidas en el cuadro # 3.

Dentro de los azúcares encontramos a: glucosa, fructuosa, sacarosa, lactosa y maltosa que son los más reconocidos como edulcorantes nutritivos, se encuentran en la naturaleza dispersos en frutas, vegetales, miel y leche. Los azúcares pueden ser bloques de carbohidratos más complejos. Todos los carbohidratos se rompen en moléculas simples de azúcares (monosacáridos) después de haber sido utilizados en el organismo 4.43.46.82.83.88.

1) **Glucosa (dextrosa).-** Es un monosacárido, se encuentra presente en la naturaleza en frutas y es la unidad básica de repetición del almidón (encontrada en la mayoría de las plantas), se encuentra también en la sangre, se utiliza en la industria alimenticia (panificación, productos lácteos, ect.), su poder edulcorante es de un 70 a un 80 por ciento el de la sacarosa.

- 2) **Fructosa (levulosa).-** Es el más dulce de todos los azúcares naturales y se encuentra generalmente en alimentos tales como fruta y miel; es un monosacárido y forma parte de la sacarosa, es más cara que ésta y su poder edulcorante es alrededor de 140 veces más dulce que el de la sacarosa. La presencia de fructosa controla la cristalización de los productos que la contienen; las mezclas de fructosa y glucosa son rápidamente fermentadas por las levaduras utilizadas en la panificación y además se combinan con aminoácidos durante las reacciones de obscurecimiento enzimático o de Maillard, para formar los pigmentos característicos (Melanoidinas) de productos horneados.

- 3) **Sacarosa.-** Es el azúcar común de uso doméstico e industrial, es el más abundante encontrado en el reino vegetal (caña de azúcar, remolacha, frutos y raíces), es un disacárido compuesto de dos azúcares simples, la glucosa y la fructosa unidos a través de sus respectivos grupos carbonilos anoméricos; su poder edulcorante se considera el 100 % y se dice que tiene el sabor ideal del dulce; contribuye a la textura y al color de los productos horneados, es indispensable en la fermentación de levadura que provoca que el pan se eleve, actúa como agente que da volumen y como un preservador e imparte un sabor satisfactorio a refrescos, salsas, condimentos, etc...; por lo que su aceptabilidad y palatabilidad es una cualidad única.

- 4) **Lactosa.-** Es un disacárido compuesto de dos azúcares simples (glucosa y galactosa) unidos por un enlace glucosídico, se encuentra en la leche humana en un 7.5 % y en la leche de todos los mamíferos; la lactosa es un azúcar poco soluble y un 20 % menos dulce que el azúcar; se utiliza en la industria alimentaria por su poder adsorbente como agente para retener sabores artificiales, aromas y colores, así mismo se utiliza en la panificación, ya que interacciona fácilmente con las proteínas y produce pigmentos característicos a través de reacciones de obscurecimiento de Maillard.

- 5) **Maltosa.-** Es un disacárido formado por dos moléculas de glucosa; es un azúcar reductor que es hidrolizado por la enzima maltasa y por ácidos. Se encuentra comúnmente en jarabes e hidrolizados de almidón y en la cebada; no es tan dulce como la glucosa pero su dulzura es aceptable (aproximadamente entre 30-50 % el de la sacarosa); es fermentable, soluble y no cristaliza fácilmente.

- b) **Miel.**- Es un jarabe natural dulce, aromático y viscoso elaborado por las abejas a partir del néctar de las plantas y varía en cuanto a su composición, color y sabor dependiendo de la planta fuente de donde el néctar fue colectado así como del tiempo de almacenamiento; los principales azúcares contenidos en la miel son: fructosa, glucosa, maltosa, sacarosa, sustancias minerales, proteínas e invariablemente se encuentra polen, pero puede no existir en mieles que hayan sido filtradas finamente y puede contener componentes tóxicos debido a una gran variedad de plantas que producen este tipo de compuestos. Se utiliza en la industria alimenticia en la panadería ya que imparte retención de humedad debido a su alto nivel de fructosa, un grado deseable de oscurecimiento y un sabor que no se obtiene de ninguna otra manera, así mismo se utiliza en cereales para desayuno y dulces, además de ser un edulcorante opcional en jaleas, mermeladas y conservas²⁰.
- c) **Jarabe de Maple.**- Es un derivado de la savia del azúcar de arce (*Acer Saccharum*); esta compuesta por un 88 a 99 por ciento de sacarosa, y de un 0 a 12 por ciento de azúcar de hexosa y pequeñas cantidades de rafinosa, una sacarosa de glucosilo y tres oligosacáridos que no se han identificado, entre otros compuestos. La obtención del azúcar de maple se hace extrayendo la savia del árbol en una época propicia del año, y el procesamiento de la savia en jarabe se lleva a cabo en el ingenio. Es necesario hervir la savia para concentrarla desde un promedio de 2.5% de azúcar hasta el jarabe final que contiene 66.5 % de azúcar. El jarabe y azúcar de maple puros se emplean en la elaboración de pasteles, dulce de chocolate, palanquetas de cacahuete y como recubrimiento para palomitas de maíz, entre otros usos.
- d) **Endulzantes de maíz.**- Los jarabes de maíz se obtienen por un proceso único que convierte la glucosa derivada de almidón de maíz a fructosa. Los jarabes de maíz comúnmente contienen dextrosa y polímeros de éstos; los dos tipos más comunes (de acuerdo al porcentaje de fructosa 42-55%) tienen el mismo contenido calórico que el azúcar y es de un 10-40% más económico; aunque estos jarabes no son tan dulces como la sacarosa se utilizan en la elaboración de helados y otros productos alimentarios. Poseen una alta capacidad de retención de agua, que evita que muchos productos de confitería se deshidraten, aunque a veces son muy higroscópicos y dañan el alimento, debido al bajo peso molecular de los constituyentes, los jarabes ejercen una gran presión osmótica en los alimentos y por tanto controlan fácilmente el crecimiento microbiano. Dentro de los endulzantes de maíz se encuentran los jarabes de maíz con alta fructosa (HFCS).

e) Alcoholes de azúcar:

- 1) Xylitol.- Es un alcohol hecho del monosacárido Xilosa, es tan dulce como la sacarosa; se encuentra naturalmente en las frutas, cáscaras de nuez, paja, pulpa de madera entre otros. Es importante para dar textura a algunos alimentos.

El quinto carbón (poliol) es un constituyente normal del metabolismo humano ya que se produce xylitol como un producto intermedio del mismo; es considerablemente más caro 11.43.52.53.55.

- 2) Otros Alcoholes.- Edulcorantes como el sorbitol y el manitol son alcoholes polihédricos, similares al xylitol; parcialmente menos dulces que éste último (sorbitol 50 %), solubles en agua, tienen capacidad de humectancia y son higroscópicos. Sirven como sinérgicos en mezclas de antioxidantes, para conservación de lípidos, rehidratación de alimentos y productos de confitería, se puede encontrar en peras, manzanas y duraznos.

- 3) La licasina.- Es un híbrido en el que el jarabe de maíz se hidrogena, es de 25-50 % veces más dulce que la sacarosa 52.53.55.

- f) Aspartame.- El compuesto es un metil-éster de dos aminoácidos : la fenilalanina y el ácido aspártico, ambos son encontrados en los alimentos proteicos como en la carne, los cereales y los productos lácteos, al combinarse los componentes del aspartame (ác. aspártico, fenilalanina y metanol) se produce una sustancia baja en calorías. Su poder edulcorante es muy intenso es de 180 a 200 veces más dulce que el azúcar.

Este edulcorante ha causado mucha controversia en cuanto a su aplicación, ya que su uso se restringe a personas fenilcetonúricas 6-7.10.11.30.31.32.42.43.45.46.50.52.53.54.57.

- g) Alitame.- Es una base de dipéptidos, compuesto químicamente del ácido L-aspártico, D-alanina y una amida (2,2,4,4-tetrametil etanil amina); es aproximadamente 2000 veces más dulce que el azúcar y puede contribuir con un máximo de calorías de 1.4 kcal/g de acuerdo con bases teóricas; puede ser bien absorbido durante el metabolismo la porción de ácido aspártico y lo demás se excreta en metabolitos.

h) Edulcorantes Intensos:

- 1) **Thaumatina.**- Conocida también como Talin (fruta africana katemfe), que tiene una base proteica y se ha determinado que es de 1500 a 2500 veces más dulce que el azúcar, sin embargo debido a su inestabilidad es muy poco utilizada en la industria alimentaria.
- 2) **Glycirrhizina.**- Es un glucósido también encontrado comúnmente como la sal amoniacal de la glicericina y es de 50 a 100 veces más dulce que el azúcar.
- 3) **Estevisidos.**- Son edulcorantes glucosidicos obtenidos de la Stevia Rebaudiana Bertoni; 300 veces más dulce que el azúcar, deja un resabio a mentol y su metabolismo no esta claramente definido.

Además de éstos edulcorantes encontramos otros como: el **Miraculin**, la **Monelina**, y la **Filodulcina**; que no han sido estudiados a fondo.

* **EDULCORANTES NO NUTRITIVOS.**- Son aquellos edulcorantes que no son metabolizados por el organismo y que por tanto no aportan ninguna energía o calorías a la dieta. Son especialmente ventajosos para personas cuya dieta esta restringida en calorías; éstos edulcorantes se resumen en los cuadros #1 y #2; sus usos y límites máximos permisibles se indican en el cuadro #2. Dentro de estos edulcorantes están ^{22.43.46.51.52.53.54.60} ;

- a) **Sacarina.**- Es aproximadamente 300 veces más dulce que el azúcar, la sacarina no aporta ninguna caloría a la dieta, es una sustancia fuertemente ácida desde el punto de vista químico no es utilizada por el organismo humano y es eliminada sin cambio alguno en su estructura. Se emplea en la elaboración de dulces y conservas, aunque no puede reemplazar del todo al azúcar.
- b) **Ciclamato.**- Es aproximadamente de 30 a 60 veces más dulce que el azúcar; su sabor es muy parecido a éste último y semejante al del aspartame. El ciclamato está disponible en la forma de ácido ciclámico, ciclamato de calcio o ciclamato de sodio; fué uno de los primeros productos que encontró en el mercado como un edulcorante dietético, es un derivado de la ciclohexilamina. No aporta calorías, debido a su bajo poder edulcorante el ciclamato es usado en combinación con otros edulcorantes, sin embargo a altas concentraciones deja un resabio amargo.

- c) **Acesulfame K.**- Es una sal orgánica derivada del ácido acetoacético aproximadamente 200 veces más dulce que una solución al 3 % de sacarosa; no es metabolizado en el organismo y no presenta acumulación en el mismo, se excreta sin cambio alguno y no aporta calorías.
- d) **Azúcares L.**- Son equivalentes en cuanto al sabor a los azúcares naturales, no aportan calorías a la dieta, también son conocidos como azúcares "levo" (zurdos) que son los esteroisómeros de los azúcares D "dextro"; no son metabolizados en el organismo.
- e) **Sucralosa.**- Es un derivado tricloro de la sacarosa que consiste en moléculas de la misma en las que el cloro ha substituido ciertos grupos hidroxílicos; su sabor es indistinguible del de la sacarosa, se elimina sin metabolizarse y es aproximadamente 600 veces más dulce que el azúcar.
- f) **Neosugar.**- Es un compuesto de sacarosa unido por dos, tres o cuatro unidades de fructosa, es de 40 a 60% más dulce que el azúcar; y se obtiene de la sacarosa por una enzima fúngica (fructosiltransferasa).
- g) **Neoespiridina .-** Es un derivado de los productos cítricos particularmente de la toronja; puede ser utilizado en chicle, en pasta de dientes, jugos de frutas y productos farmacéuticos.
- h) **Triclorogalactosacarosa (TGS) .-** Consiste en moléculas de sacarosa en las que el cloro ha sido substituido por ciertos grupos hidroxílicos; es 600 veces más dulce que el azúcar y se elimina sin metabolizar.

La otra clasificación de los edulcorantes como ya se mencionó anteriormente es de acuerdo a su origen y es la siguiente (ver cuadro #1) :

* **EDULCORANTES NATURALES.**- Son aquellos provenientes de fuentes naturales y que se pueden obtener por medio de una extracción de: plantas y frutos; entre éstos encontramos a los edulcorantes intensos, los edulcorantes proteicos, los alcoholes polihédricos y los jarabes entre otros.

* **EDULCORANTES SINTETICOS.**- Son todos aquellos obtenidos por medio de una síntesis química a partir de dos o más compuestos químicos. Como son la sacarina, el ciclamato, el aspartame, etc..

CAPITULO II

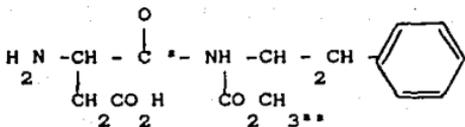
2.1 ANTECEDENTES

Se cree que dos grupos independientes están involucrados en el descubrimiento del Aspartame pero sólo uno de ellos reconoció su sabor dulce. En 1964 la industria " Química Imperial " (I.C.I.) y G.D. Searle estaban involucrados en la síntesis de gastrina y análogos de tetrapéptidos de gastrina, para posible uso en las terapias de úlcera. Davey, Laird y Morley del I.C.I. (1964) prepararon el dipéptido α -L-Aspartil-L-fenilalanina metil éster, reportando sus hallazgos en 1966, sin determinar su sabor. Al mismo tiempo el grupo Searle tuvo ocasión de sintetizar el dipéptido. Durante la recristalización del dipéptido del etanol, accidentalmente la mezcla brinco cayendo en la mano de James Schlatter quien observó el remarcado sabor dulce del dipéptido. En 1969 Mazur, Schlatter y Goldkamp reportaron su hallazgo desde entonces Searle se propuso su comercialización en forma intensiva como un edulcorante sintético ^{11.30.31.42.43.}

2.2 DEFINICION

Aspartame.- Es el éster metílico de la α -N-aspartil-L-fenilalanina (Fig.2.1), sus componentes son el metanol y los aminoácidos L-fenilalanina y el ácido L-aspartico, que son metabolizados en el intestino delgado dando ác.fórmico, tirosina y fumarato respectivamente^{10.30.31.32.}

El aspartame puede definirse como el dipéptido de dos aminoácidos la L-fenilalanina como éster metílico y el ácido L-aspartico (Fig.2.2),^{6.31.} El Aspartame es un producto con un alto valor edulcorante, aproximadamente 200 veces más dulce que el azúcar, por lo que con una mínima cantidad se alcanza la misma sensación de dulzor, provocada por mayores concentraciones de azúcar.

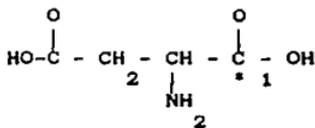


\blacksquare 1 - 2
 $\blacksquare\blacksquare$ 2' - 3

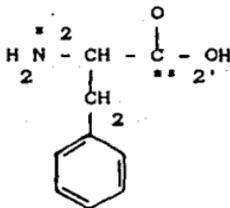
P.M. 294.31

Fig.2.1 Estructura del Aspartame.
 (α -N-aspartil-fenil-alanina)

ACIDO ASPARTICO



FENILALANINA



METANOL

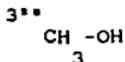


Fig.2.2 Componentes del aspartame.

2.3 PROPIEDADES FISICOQUIMICAS.

En cuanto a las propiedades fisicoquimicas del aspartame, éste es un polvo granular de color blanco, con forma de cristales regulares e inoloros; de sabor 200 veces más dulce que el azúcar con un punto isoelectrico de 5.2, presentando la estabilidad a 25 °C y un pH entre 4 y 5, además es poco soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol; su peso molecular es de 294.31 g/gmol; las propiedades fisicoquímicas del aspartame se conjuntan en el cuadro #4 11.02.00.07.00.

CUADRO # 4 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DEL ASPARTAME 11,02,50

CONSTANTES	CARACTERISTICAS
COLOR	BLANCO
ESTADO FISICO	POLVO
TEXTURA	GRANULAR
FORMA	CRISTALES REGULARES
OLOR	INODORO
SABOR	DULCE (200 veces mas que el azúcar)
PUNTO ISOELECTRICO	5.2
ESTABILIDAD	A 25 °C Y pH = 4-5
SOLUBILIDAD	ALTAMENTE SOLUBLE EN AGUA Y LIGERAMENTE SOLUBLE EN ALCOHOL.
P.M	294.31 g/gmol

2.4 OBTENCION DEL ASPARTAME.

El aspartame se obtiene por medio de una sintesis quimica que consta de los siguientes pasos:

- a) Esterificación de la L-fenilalanina.

Además de éste método existe la síntesis del aspartame por medio de la condensación de los dos aminoácidos por una vía enzimática, que evita la obtención de isómeros que pudieran formarse por el método ya señalado.²²

2.5 METABOLISMO DE LA FENILALANINA.

El metabolismo de los aminoácidos es extremadamente complejo, ya que cada aminoácido básicamente cuenta con una ruta separada en cuanto a su degradación y biosíntesis^{23,24}. El metabolismo de los aminoácidos está integrado dentro del flujo principal del metabolismo por:

- una "entrada" al ciclo del ácido cítrico, o del esqueleto del carbono entero, de casi todos los aminoácidos corrientes durante el catabolismo (proceso de degradación), y
- una "salida" de carbono del ciclo del ácido cítrico en la forma de intermediarios del ciclo que sirven como precursores de los esqueletos de carbono de muchos aminoácidos durante su anabolismo (proceso de síntesis) (Fig.2.3)²⁵.

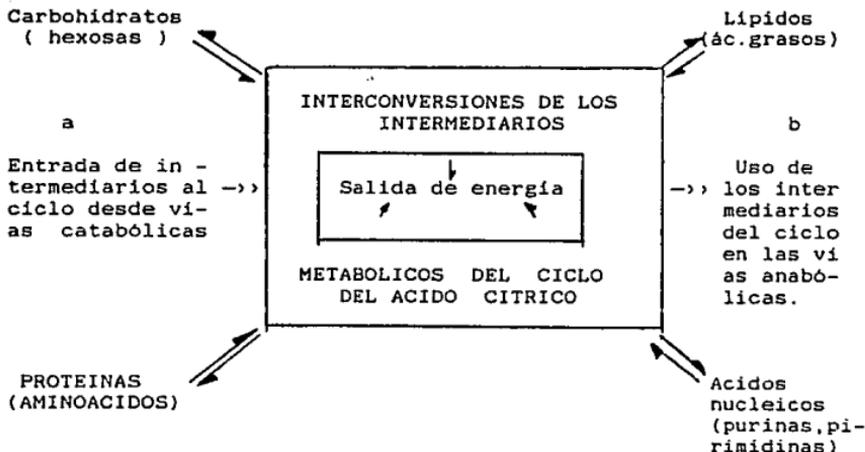


Fig.2.3 Intervención de los aa. en el ciclo del ac. cítrico
Fuente: Bohinski, Bioquímica, p.389

Durante el catabolismo, los carbonos de los aminoácidos se desvían en gran parte en carbohidratos, éstos aminoácidos se denominan "glucogénicos" (formación de carbohidratos). Si los carbonos son incorporados más eficientemente a material lipídico, los aminoácidos se denominan "cetogénicos" (formación de lípidos). Los aminoácidos glucogénicos requieren para esta clasificación que se conviertan en piruvato u oxalacetato. Los aminoácidos glucogénicos como lo es la Fenilalanina, entre otros aminoácidos dan directamente acetyl-S-CoA ó acetoacetyl-S-CoA (Fig.2.4)^{9.17}.

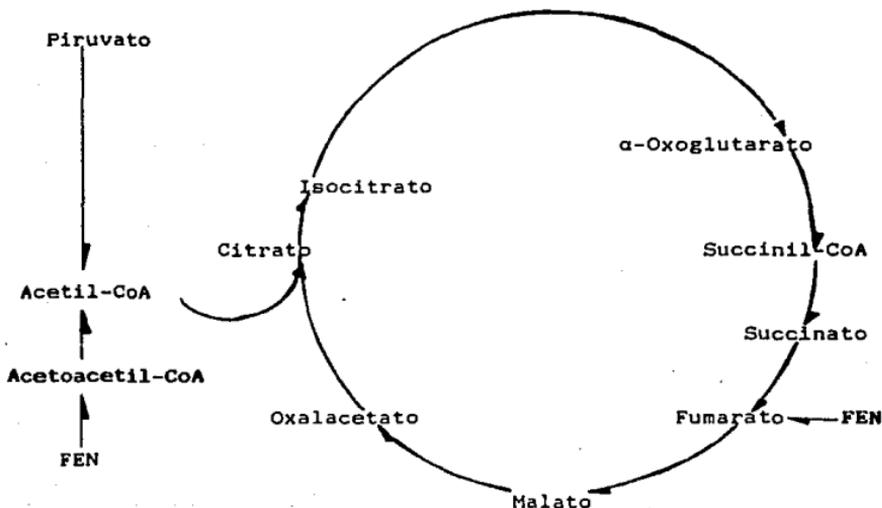
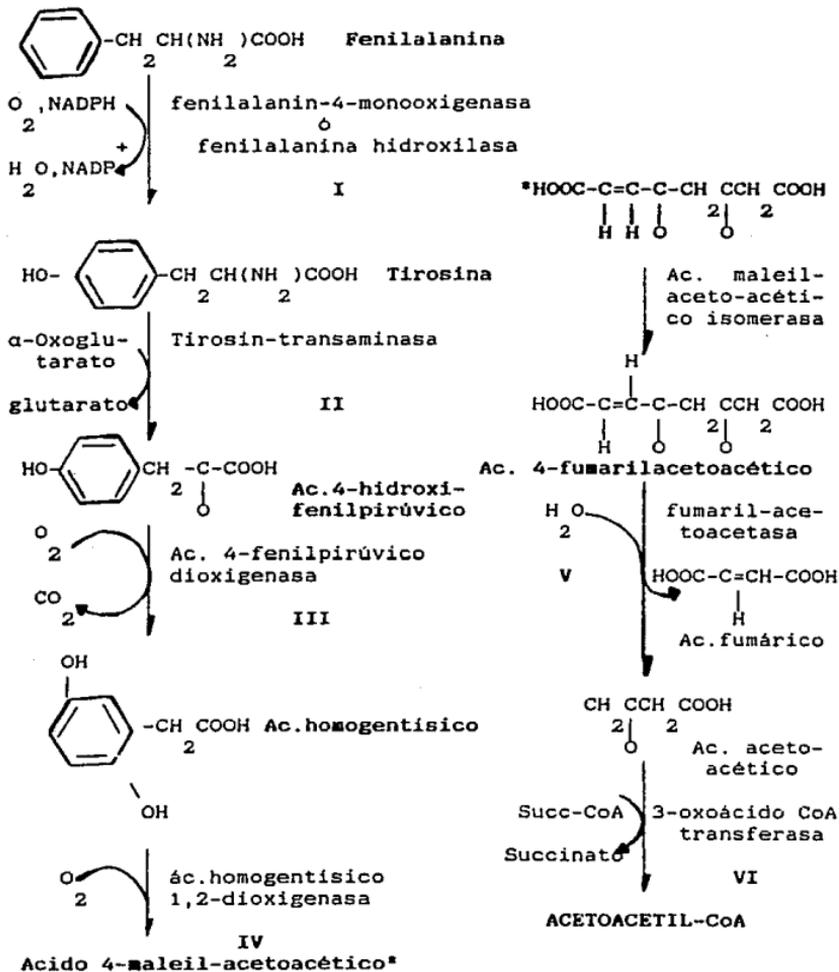


Fig.2.4 Metabolismo de degradación de la Fenilalanina (FEN) en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

Las etapas de degradación del metabolismo de la fenilalanina se muestran a continuación :

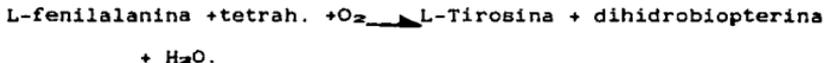


De las reacciones anteriores, cabe mencionar el paso significativo para la formación de tirosina donde la enzima que participa es la fenilalanin-4-monooxigenasa, también llamada Fenilalanina hidroxilasa, pues es la única vía en que se produce tirosina :

I.- La Fenilalanina por medio de una hidroxilación producida por la enzima fenilalanin-4-monooxigenasa nos dá la posición "para" del anillo fenilo a fin de dar para-hidroxifenilalanina (tirosina). En el caso de la fenilalanin-4-monooxigenasa su estricta especificidad se debe a un sustrato co-oxidable, que actúa como donador de hidrógenos. En el caso de la Fenilalanin-4-monooxigenasa, este papel lo cumple una sustancia denominada "tetrahydrobiopterina". Esta, durante el curso de la reacción, se oxida a "dihydrobiopterina", donde además se incorpora un átomo de oxígeno, procedente del oxígeno molecular a la fenilalanina; donde el otro átomo de oxígeno se reduce a H₂O. El reductor es NADPH y la reacción es ^{3.17} :



••



•• tetrahydrobiopterina (Es el donador electrónico).

II.- La reacción subsecuente es una transaminación por medio de la tirosin-transaminasa, para obtener el ácido 4-hidroxifenilpirúvico.

III.- El ácido 4-hidroxifenil-pirúvico dioxigenasa cataliza la oxidación del ácido hidroxifenil pirúvico a ácido homogénistico. Esta etapa comprende la hidroxilación del anillo bencénico, así como la descarboxilación, oxidación y emigración de la cadena lateral.

IV.- La siguiente etapa es catalizada por el ácido homogénistico 1,2-dioxigenasa, donde su mecanismo de reacción es también complejo, obteniéndose el ácido 4-maleil-acetoacético.

- V.- Posteriormente la isomerización del ácido 4-maleil-acetoacético con la enzima ácido maleil-aceto-acético isomerasa nos da el ácido 4-fumarilacetoacético, seguido de una hidrólisis de éste obtenemos Ac. fumarico y Ac. acetoacético por medio de la enzima fumarilacetoacetasa nos da el ácido acetoacético.
- VI.- Finalmente obtenemos el Acetoacetyl-CoA por medio de la 3-oxo-ácido-CoA transferasa que podrá convertirse en Acetyl-CoA para entrar al ciclo del ácido cítrico.

De acuerdo con esto se sabe que la fenilalanina entra al ciclo de Krebs (respiración), por la formación de la Acetyl-CoA o bien entra o sale al ciclo del ácido cítrico, que como se sabe es importante, pues es el nexo aeróbico entre la glucólisis y la degradación de carbohidratos que sirve de fuente principal de energía metabólica en la forma de ATP \Rightarrow .

La fenilalanina -4- monooxigenasa está ausente en uno de cada 10000 seres humanos debido a un gen mutante recesivo. En ausencia de ésta enzima entra en juego una ruta secundaria del metabolismo de la fenilalanina, ésta ruta experimenta su transaminación con el oxoglutarato para dar ácido fenilpirúvico, el cual se acumula en la sangre y se excreta por la orina, pero que en exceso provoca la fenilcetonuria (PKU), lo cual se discutirá en los puntos siguientes \Rightarrow .

2.6 TRANSTORNOS METABOLICOS (Fenilcetonuria).

Una alimentación normal debe proveer al organismo de nutrientes para cubrir las necesidades nutricionales del organismo como son: proteínas, azúcares, grasas, vitaminas, minerales y Fenilalanina dentro de los aminoácidos esencial \Rightarrow .

Desafortunadamente debido a un defecto genético hereditario, no todos los individuos poseen la enzima hidroxilasa o bien la producen a niveles bajos y se crea un bloqueo metabólico que resulta en elevados niveles de Fenilalanina en los tejidos y fluidos corporales \Rightarrow . Esto resulta a su vez en un aumento de los niveles de Fenilpiruvato, Fenil-lactato y Fenilacetato, que son sustancias tóxicas al organismo dirigiendo sus efectos dañinos principalmente contra las células cerebrales que se están

desarrollando. A un caso severo de esta condición se le denomina " FENILCETONURIA " (PKU), se caracteriza por retraso mental y muerte temprana ^{20.21}, razón por la cual cualquier producto que contiene Aspartame presenta lógicamente restricciones de consumo en personas con ésta condición.

En condiciones normales la producción de éstos ácidos (fenilpiruvato, fenil-lactato y fenilacetato) es pequeña y los aminoácidos no utilizados sufren un proceso de transformación que los convierte en glucosa y ácidos grasos, o bien en bióxido de carbono y agua, los cuales se eliminan a través de la respiración y de la orina ^{20.22}.

2.7 INGESTA MINIMA DE FENILALANINA

De acuerdo con los estudios realizados por Levy y Waisbren para evaluar el efecto del Aspartame, el consumo de una dosis de 34 mg/Kg de éste en una sola toma en una persona de 70 Kg. de peso, produce una concentración máxima promedio de fenilalanina de 111 micromoles/L (2.67 mg/ dl) en heterocigóticos para la fenilcetonuria ^{20.23}.

Se ha estimado que la ingestión diaria total de fenilalanina para una persona de 15 años de edad (50 kilos) y otra de 34 años (60 kilos) no debe rebasar de 100 y 52 mg/ Kg respectivamente. Si el aspartame supliera la ingestión diaria promedio de sacarosa estimada en base a dulzura, la cantidad de ingesta diaria de fenilalanina proveniente del Aspartame sería entre 1.7 y 19 mg / kg, por lo que aún en estos niveles de ingestión, la fenilalanina proveniente del Aspartame es mínima en comparación con la que proviene de la proteína de una dieta normal; sin que la ingesta afecte al organismo humano ^{20.24.25}.

2.8 LEGISLACION (Reglamentación de la FDA)

En 1974 el Aspartame fué aprobado por la FDA (Food & Drug Administration), para su aplicación en la industria alimentaria en ciertos alimentos. Aunque dicha aprobación posteriormente fué rechazada debido a la serie de objeciones formales, que recibió la FDA por parte de diferentes instituciones, marcando su aprobación definitiva hasta obtenerse los resultados de un Comité de Investigación Pública, dichas averiguaciones se llevaron a cabo en 1980 ^{21.22.23.24.25}.

Para el año de 1981 la FDA, concluyó que el Aspartame no presenta riesgos para la población en general, (incluyendo a las mujeres embarazadas y niños)⁴⁰. En 1985, el día 19 de julio, la Revista de la Asociación Médica Americana publicó un informe sobre su investigación acerca de la seguridad del aspartame, éste informe concluyó de la siguiente manera:

" El consumo del aspartame por humanos normales no presenta riesgos ni está relacionado con efectos adversos a la salud. Las personas que necesitan controlar la ingestión de fenilalanina deben tratar el Aspartame como cualquier otra fuente de fenilalanina ".⁴⁰

Así mismo el día 21 de Noviembre de 1986 la FDA informó que pocos compuestos han sido sometidos a tantas pruebas; por lo que el Aspartame debe dar al consumidor aún más confianza. Además en 1987, la FDA concluyó que:

" No existe evidencia científica ni médica que nos haga dudar de la seguridad del Aspartame. Esta confianza se basa en años de estudio, análisis de reacciones adversas, e investigación en la comunidad científica..."⁴⁰.

Hasta el momento no existen pruebas fundamentadas que demuestren un potencial de efectos adversos en niveles normales en el uso de aspartame los cuales se mencionan en el punto 2.6 ⁴⁰.

De acuerdo con esto tenemos que la regulación a nivel mundial es la siguiente: El Aspartame queda aprobado en Francia, Bélgica, Luxemburgo, Filipinas, México, Brazil, E.U., Canadá, Japón e Inglaterra ⁴⁰.

2.9 ESTABILIDAD.

La estabilidad del Aspartame es bastante buena, aunque la unión de los ésteres es la más sensible, ya que bajo ciertas condiciones de humedad, temperatura y pH se puede hidrolizar y producir Aspartil-fenil-alanina (AP) o bien ciclohidrólisis y producir dicetopiperazina (DKP) ⁷⁻¹⁰; el anillo de la DKP puede abrirse para formar AP e hidrolizarse a sus aminoácidos individuales, ninguno de éstos productos de conversión es dulce (Fig.2.5), ⁷⁻¹⁰.

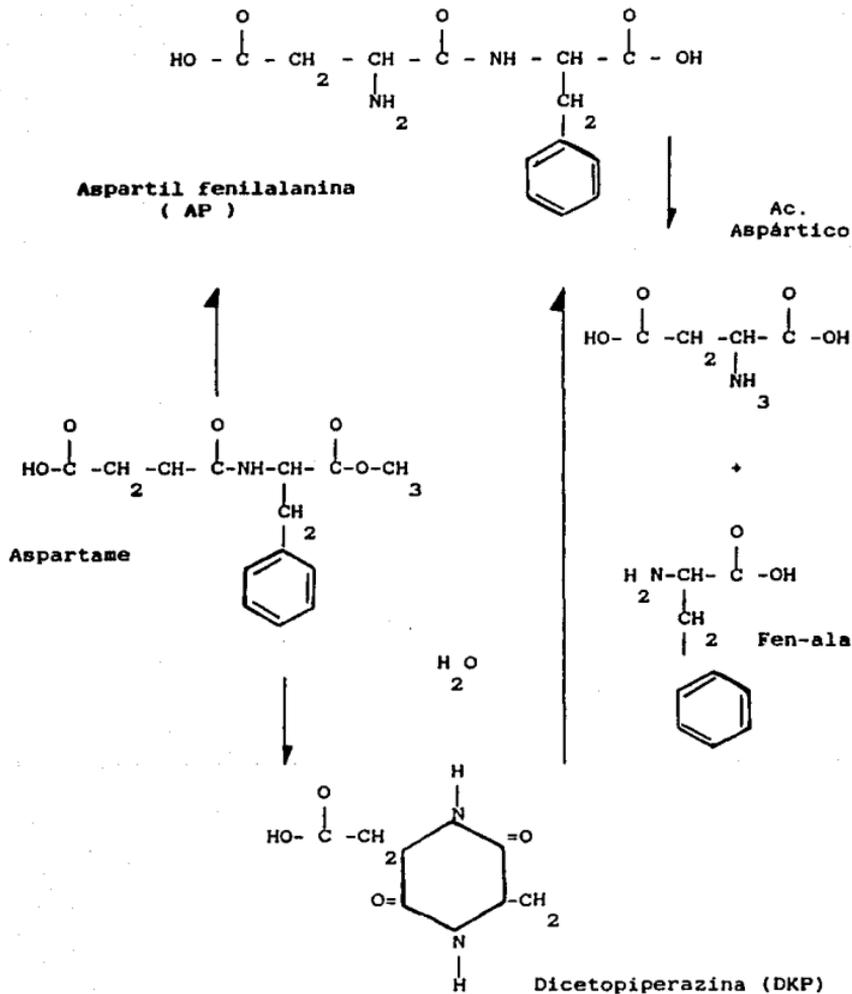


Fig.2.5 Reacciones del Aspartame

2.9.1 Estabilidad en Solución.

La estabilidad del Aspartame en soluciones es una función de tres factores primarios: tiempo, temperatura y pH. El pH es el parámetro más importante a controlar, presenta una mayor estabilidad en un intervalo de pH entre 3 y 5, para la mayoría de las mezclas o de los productos alimenticios (Fig. 2.6 a, b y c).

La estabilidad del Aspartame en solución a 40 y 55 ° C es similar a la que se presenta a 25 ° C (Fig. 2.6 a, b y Fig. 2.7); a ésta temperatura la estabilidad es mayor a un pH de 4.3 donde se tiene la vida media mayor ; entendiéndose por vida media de un producto el número de días para tener el 50 % de pérdida **.

El efecto de la temperatura sobre la estabilidad de soluciones de Aspartame es notorio; a un mismo pH la exposición a una mayor temperatura, provoca una disminución notoria en el tiempo de vida útil, como ejemplo: A un pH = 6 a 40 ° C la vida media del producto es de 80 horas, a 55 ° C es de 20 horas y a 80 ° C es aproximadamente de 3 horas (fig. 2.6 a, b y c) **.

A 80 ° C y un pH de 6 la degradación del Aspartame en un periodo de aproximadamente 3 horas es de un 35%, mientras que a un pH de 7 la degradación es inmediata.

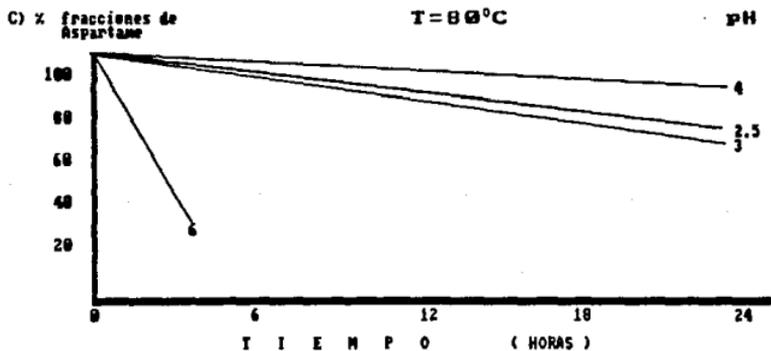
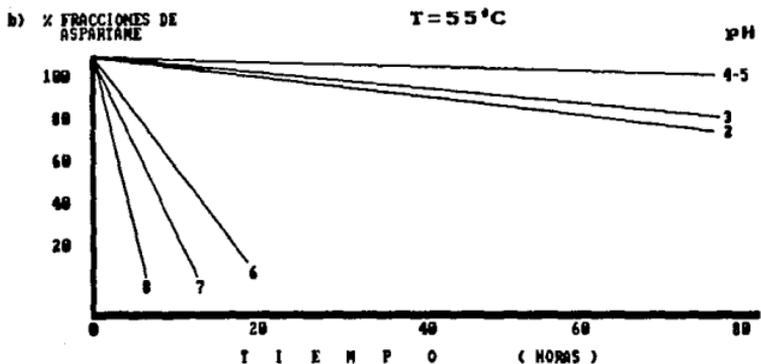
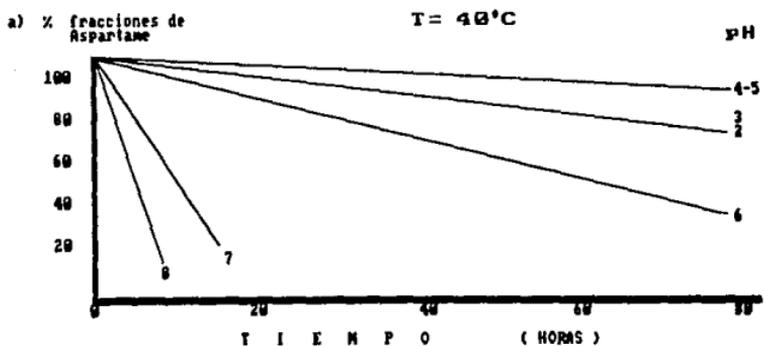


Fig. 2.6 Cambios en la estabilidad del Aspartame, en diferentes soluciones amortiguadoras a diferente pH y T.

Tiempo de vida
medio (días).
(25°C)

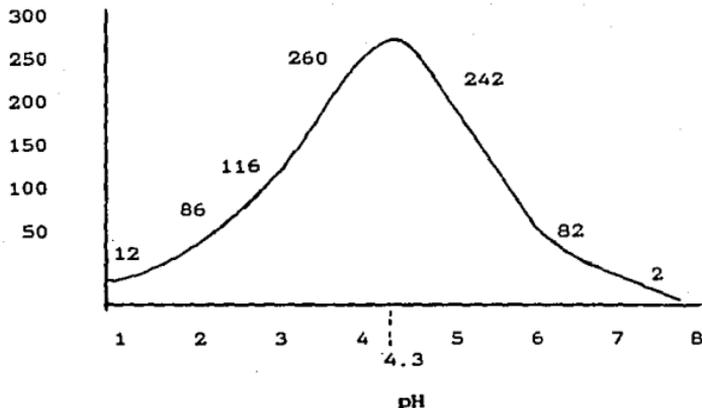


Fig. 2.7 Estabilidad del aspartame en solución a 25 °C.

2.9.2 Estabilidad en Polvo

La estabilidad del producto se ve afectada por las condiciones del almacenamiento. El Aspartame puede ser almacenado sin pérdidas significativas en el poder edulcorante, en bolsas de polietileno contenidas en tambores de fibra a una temperatura entre 22 y 25 °C y con una humedad relativa del 50%.

Como se observa en la Fig. 2.8 aún cuando a 105 °C hay sólo 5 % de descomposición a DKP. Para una destrucción del Aspartame en polvo se requieren temperaturas cercanas a 120 °C, condiciones que normalmente durante el almacenamiento no se van a presentar. Sin embargo es recomendable que el aspartame y los productos que contengan el mismo sean almacenados en un área fresca y seca. La estabilidad del aspartame en cualquier aplicación seca es similar al compuesto puro, por lo que el Aspartame puede conservarse durante largo tiempo en estado seco, ya sea puro, o en mezcla con otros ingredientes 6-7.

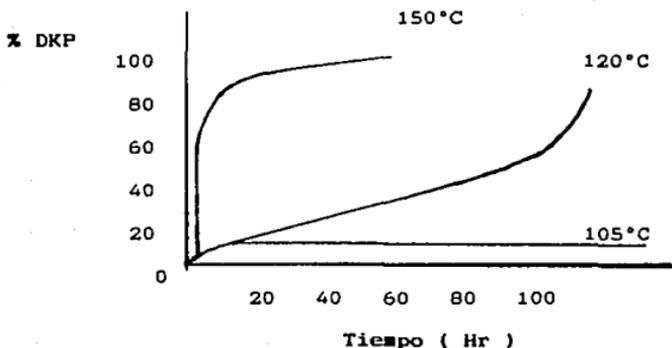


Fig.2.8 Estabilidad del aspartame en polvo durante su almacenamiento, a diferentes temperaturas y una humedad de 4.5 a 5 %.

2.10 APLICACIONES DEL ASPARTAME EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

Desde hace varios años se han venido comercializando en el mercado mundial diversos productos elaborados con aspartame tales como:

- Edulzante en tableta.
- Bebidas no carbonatadas (jugos, café, thé, etc.).
- Refrescos (dietcoke, pepsi light, dietafiel, sidral bajo en calorías, etc.)

- Flanes y gelatinas.
- Productos lácteos.
- Mermeladas.
- Cereales.
- Confitería (dulces, chiclosos, chicles, bombones).
- Repostería (pasteles, galletas)
- Helados y nieves.

Los productos elaborados con Aspartame se empezaron a incrementar durante los últimos años, la compañía Nutrasweet, que inició introduciéndose en el mercado francés a partir de 1978 y hoy en día es líder en muchos países del mundo dentro de los cuales México está utilizando dicha marca para comercializar diversos productos, entre los cuales la industria refresquera es la que más consumo de Aspartame tiene. En su inicio éstas bebidas entrarón con el refresco TAB que se comercializó hace varios años, el edulcorante que contenía era sacarina; posteriormente en 1987 entró al mercado el refresco "DIET-COKE" con su nueva fórmula a base de Aspartame; al mismo tiempo otras marcas de refresco dietético también a base de Aspartame entraron al mercado como: PepsiLight, Mundet-Light (sidral, limón), Dietafiel, Diet sprite entre otros **.

Recientemente en México se han venido comercializando otros productos, como son : gelatinas (entre ellas la gelatina "Gloria" que fué la que inició en el mercado), cereales sustituto de azúcar (canderell), bebidas instantáneas en polvo (Diet- Sahara) y otros productos que se encuentran en desarrollo como lo es el caso de la Industria Láctea en la cual existe interés en el desarrollo de productos tales como : helados y yogurths bajos en calorías.

CAPITULO III

3.1 DEFINICION

El helado es un alimento congelado, obtenido por batimiento y congelación de una mezcla pasteurizada de leche. La mezcla está compuesta por : leche (entera, semidescremada, o descremada), agua, grasa, sólidos no grasos de leche, azúcar, saborizantes, estabilizantes y aire. Pudiendo además estar compuesta por otros ingredientes opcionales (como frutas, confites, etc.) 1. 2. 12. 16. 24. 28. 27. 28. 38. 40. 61. 62.

3.2 ORIGENES

La historia del helado, es la conjugación de una serie de factores económicos, sociales, culturales y hasta políticos .

Es hasta el siglo XIII, en la última fase del Medievo Europeo cuando se encuentran pistas más seguras de los orígenes históricos del helado 2. 8. 23. 27. 40. 61.

Es muy probable que los helados sean originarios de China y hayan sido introducidos a la población Occidental entre los siglos XIV y XV por medio de Marco Polo, quién los llevó a Italia país que hasta la fecha, conserva una gran reputación por la calidad de sus helados.

A principios del siglo XVI en Venecia, Florencia, Génova y Milán se elaboraban helados tal como los conocemos hoy en día, fué así como de Italia, se dió a conocer este producto a toda Europa y al mundo Occidental 2. 40. 61.

Para 1660 el Siciliano Francesco Coltelli Di Procopio abrió en París el café Procope considerado por muchos como la primera nevería en la historia; apartir de entonces Francia comenzó a jugar un papel importantísimo en la popularización del helado en los países del norte de Europa, tales como: Alemania, Inglaterra y los países bajos.

España también participó en el proceso de creación y popularización de los helados; a la par fueron introducidos a América paulatinamente por los conquistadores españoles a lo largo de todo el siglo XVI. Aún cuando en América su desarrollo se vió favorecido gracias a la variedad de frutas existentes⁴⁰.

La historia del helado en México durante los siglos XVI al XVIII no dejó muchos testimonios escritos, pero por lo que toca a la evolución interna, muestra gran dinamismo.

Se puede fijar con toda seguridad a los primeros años del siglo XVII como la época en que se inició la fabricación comercial del helado en nuestro país, dentro del régimen de estancos o monopolios ⁴⁰.

En tierras mexicanas surgieron los dos sabores de helado que hoy en día son los más conocidos y consumidos en el mundo vainilla y chocolate; siendo éstos de gran importancia para el desarrollo de éste producto a nivel mundial.

Aunque en un principio el helado en cualquiera de sus presentaciones fué un artículo de lujo reservado a los aristócratas y funcionarios reales (debido a sus altos costos de producción y comercialización), muy pronto su consumo se generalizó y extendió a todos los sectores de la sociedad ^{40.01}.

De ésta forma se puede decir que durante los siglos XVI y XVIII el helado sufrió transformaciones definitivas que lo convirtieron no sólo en un postre muy popular, sino en un elemento más que coadyuvó al surgimiento y desarrollo del arte culinario Europeo. En esos dos siglos Italia y Francia fueron los líderes en cuanto a la elaboración de helados, la creación de nuevas presentaciones y el uso de varios sabores, pero se debe reconocer que otras partes de Europa también contribuyeron al desarrollo de éste producto. Así mismo América tomó parte muy importante en esta evolución al ofrecer los exóticos sabores de sus innumerables frutas ^{2.40.01}.

3.3 COMPOSICION.

La composición del helado puede variar de acuerdo al lugar o país de elaboración ya que cada uno de éstos tiene diferentes normas para su producción; aunque en general podríamos decir que existen tres categorías de helados (varían de acuerdo a su contenido de grasa) ^{2.7.0.12.27.02}:

	GRASA
a) Helado normal o económico	10 %
b) Helado especial	12 %
c) Helado Pop o de lujo	16 %

La composición promedio de un helado así como la composición media en cuanto a su valor nutricional se muestran en las siguientes tablas:

CUADRO N 5 COMPOSICION PROMEDIO ^{2, 8, 12, 29, 62}

COMPONENTES	% PROMEDIO
Grasa (Butírica)	12.8 %
Azucar	15.8 %
Leche	11.8 %
Estabilizante	0.3 %
Agua	71.7 %

Como se puede observar en el cuadro #5 el componente presente en mayor porcentaje es el agua (71.7 %), que sirve para dar volumen y como medio de dispersión; el azúcar se encuentra en un porcentaje del 15.0 % aunque puede variar de acuerdo a la formulación del helado; la grasa está presente en un 12 % teniendo variaciones también de acuerdo a las categorías de helado antes mencionadas; la leche (sólidos no grasos) presente en un 11 % y los estabilizantes presentes en un 0.3% generalmente, aunque su límite de uso va de un 0.1 % -0.5 % cuya variación depende del tipo de helado así como de la legislación de cada país.

CUADRO #6 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL ²⁷.

COMPONENTE	PORCENTAJE
AGUA	50 - 80 %
GRASA	10 - 16 %
CARBOHIDRATOS	12 - 24 %
PROTEINAS	0.1 - 7 %
SALES MINERALES	0.1 - 2 %
VITAMINAS (A,B,C,D,E)	0.0005 %

De acuerdo con el cuadro # 6 el análisis químico proximal nos muestra que el helado tiene un valor nutricional variable, aunque su aporte energético es alto, donde las variaciones observadas en los nutrimentos del helado dependen de los ingredientes utilizados así como de las formulaciones de los distintos tipos de helado.

Se puede decir que una bola de helado de 60 gramos equivale en cuanto a su contenido de carbohidratos a cuatro vasos de leche y a dos vasos del mismo por su contenido de proteínas²⁸.

3.4 FUNCION DE LOS COMPONENTES DEL HELADO.

Cada uno de los ingredientes que se emplean en la elaboración del helado, son importantes ya que tienen una función específica dentro de éste dándole en conjunto una serie de características al producto final como son: Textura, sabor, color, ect.; estos componentes y sus funciones se resumen en el cuadro #7.

CUADRO # 7 FUNCION DE LOS COMPONENTES DEL HELADO ^{2,8,22,24,62}

COMPONENTE	FUNCIONES
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> - Da volumen. - Medio de dispersion para los demas componentes.
GRASA	<ul style="list-style-type: none"> - Determina el punto de fusion. - Factor importante para la viscosidad de la mezcla. - Da cuerpo, sabor y textura. - Fuente de calorías y energía. - Ayuda a obtener rendimiento.
LECHE Y SUERO (SNG)	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuye al sabor, cuerpo y textura. - Formacion de la estructura que da firmeza al helado.
AZUCAR	<ul style="list-style-type: none"> - Ayuda a la palatabilidad. - Da sabor, dulzura y tersura al helado. - Origina el equilibrio hielo-agua evitando cristalización. - Principal fuente de carbohidratos. - Imparte cuerpo al helado.
ESTABILIZANTES	<ul style="list-style-type: none"> - Inhiben la formacion de cristales de hielo. - Imparten características de elasticidad y derretimiento lento.
EMULSIFICANTES	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoran la calidad de batido. - Favorecen la obtencion de un producto homogéneo. - Dan apariencia seca y mejor textura al salir del congelador.
COLORANTES	<ul style="list-style-type: none"> - Dan color de acuerdo al tipo y sabor del helado.
EXTRACTOS	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionan el sabor.

GRASA

Es el componente más importante del helado; va a determinar básicamente el punto de fusión del mismo.

También formara la película que envuelve la burbuja donde queda atrapado el aire que se incorpora al helado en la fase de batido .

Es un factor importante en la viscosidad de la mezcla, la grasa además ayuda a conferirle al helado cuerpo y textura suave. Puede contribuir a impartirle un delicado sabor cremoso y ayuda considerablemente al valor energético calorífico del producto. Ayuda a obtener rendimiento.

El uso del porcentaje adecuado de grasa es vital no solo para obtener un buen balance de la mezcla, sino para cumplimiento de las normas de elaboración de helado vigentes en cada país. 2.0.22.24.02.03.

LECHE Y SUERO EN POLVO (SÓLIDOS NO GRASOS DE LA LECHE)

Contribuyen al sabor, así como al cuerpo y textura. Permiten la formación de la estructura que da firmeza al helado y regulan parcialmente la cantidad de agua que quedará congelada en el helado. Este efecto se debe básicamente a la caseína que contienen. Con un proceso cuidadoso, esto ayuda a regular el tamaño de los cristales de hielo durante la congelación y endurecimiento. Dicho tamaño, es una propiedad importante para la textura del producto. En la homogenización, la proteína se absorbe en la superficie de los corpusculos de grasa mejorando la estabilidad de la emulsión y aumentando la resistencia de la mezcla al " amantequillamiento " durante la etapa de batido y congelamiento. Si el contenido de sólidos no grasos de leche en el helado es demasiado alto, puede darnos una textura arenosa y un sabor salado y/o acajetado 2.0.22.24.02.03.

AZUCAR, GLUCOSA ANHIDRA Y MALTODEXTRINAS (EDULCORANTES)

Su presencia favorece la palatabilidad, sabor, dulzura y tersura del helado originando un adecuado equilibrio Hielo-Agua que es importante en el helado evitando que la textura se vuelva dura al momento de ser ingerido 2.0.22.24.02.

ESTABILIZANTES

Durante el periodo entre la fabricación y consumo del helado, éste está sujeto invariablemente a cambios de temperatura. Lo anterior causaría la formación de grandes cristales de hielo, y el helado entonces sería progresivamente más áspero en su textura.

La razón principal para añadir estabilizantes es para inhibir la formación de cristales de hielo y así retardar la formación de un helado con textura áspera. Por otra parte también tienen como función impartir cuerpo, masticosidad y características de derretimiento lento^{2. 8. 22. 24. 62.}

EMULSIFICANTES

Los emulsificantes son sustancias que se concentran en la interfase entre la grasa y el aceite reduciendo la tensión superficial del sistema.

El valor de los emulsificantes en la fabricación de helados se estima en su capacidad de mejorar la calidad del batido de la mezcla así como el de impartir un producto homogéneo, resistente a separación o "desuerado" por los cambios de temperatura. Otorga también apariencia seca y mejor textura al salir del congelador^{2. 8. 22. 24. 62.}

COLORANTES

El color de un alimento es un factor de gran importancia en la aceptación de éste por parte del consumidor, por lo cual es muy importante en la elaboración de los helados. Existen colores naturales como el caramelo que se utiliza en ciertos productos de color café, como son el helado (vainilla, chocolate, etc..), pan, carnes asadas, jugos entre otros.

Los pigmentos rojo, verde, azul, amarillo y anaranjado que se encuentran en la naturaleza y están presentes en los alimentos, además de sus características físicas, se relacionan con su calidad, siendo en muchos casos un factor de aceptación o rechazo. En los helados el color deseado se obtiene añadiendo colorantes para alimentos que hayan sido aprobados por el Reglamento del país en cuestión para evitar la adulteración de los mismos, la selección de los colorantes dependerá de la demanda en el mercado, entre otros factores. Los colorantes comerciales se utilizan en forma líquida, o bien en polvo.

Así mismo la presentación que ha de usarse y el tono o intensidad del color que se prefiera afectan la velocidad a la cual se debe añadir el colorante al producto 0.22.24.00.02.90.

SABORES

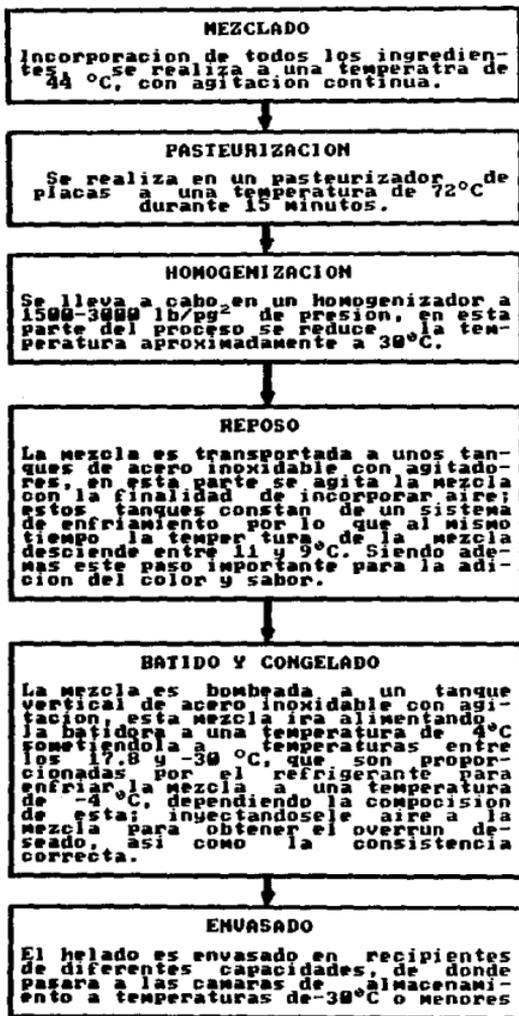
En la actualidad la industria alimentaria requiere de sabores naturales y artificiales para producir nuevos productos. Los sabores naturales se obtienen como concentrados a partir de diferentes plantas y especias, y así se usan en la manufactura de alimentos. Los componentes químicos aromáticos de las plantas se pueden dividir en tres grandes grupos: no volátiles, volátiles y la combinación de ambos un ejemplo de estos sabores naturales son las oleoresinas, aceites esenciales⁴.

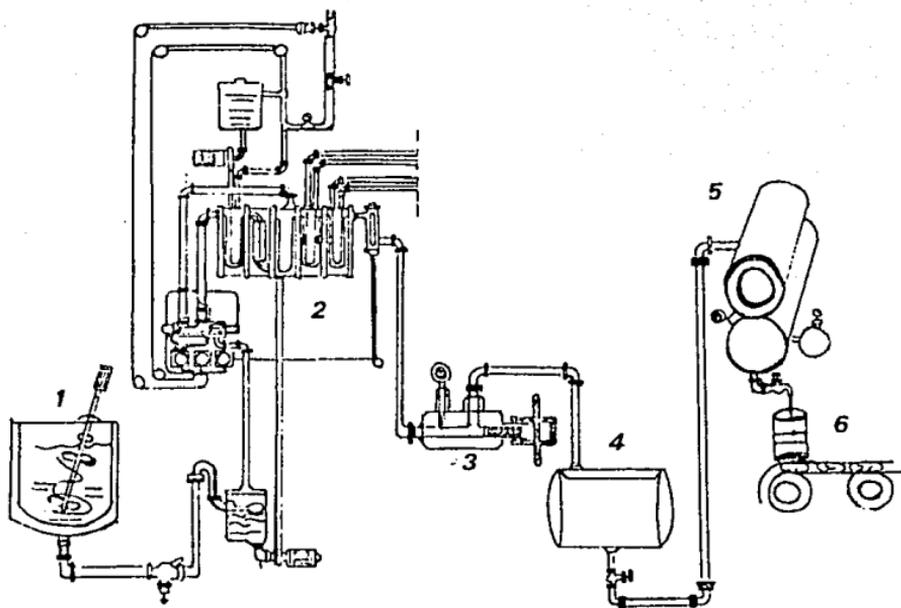
En el caso de los sabores artificiales éstos están estrechamente ligados a la química, ya que para elaborarlos se requiere identificar todos los agentes que producen el sabor que se trata de imitar; posteriormente viene la síntesis del sabor deseado, los sabores artificiales de fresa, nuez, vainilla y otros no sufren modificaciones cuando se emplean en alimentos que requieren de tratamientos térmicos⁴.

El helado es evaluado principalmente por su sabor y sus efectos refrescantes. Existen variedad de sustancias saborizantes, por lo que es importante entender sus fuentes para seleccionar el adecuado sabor del producto.

La preferencia regional del consumidor es también importante y se debe tomar en cuenta. En México así como a nivel mundial los sabores de mayor demanda son : vainilla, fresa, chocolate, limón entre otros 2.22.24.02.03.

3.5 DIAGRAMA N1 PROCESO DE ELABORACION DEL HELADO





1.- MEZCLADO.

2.- PASTEURIZACION.

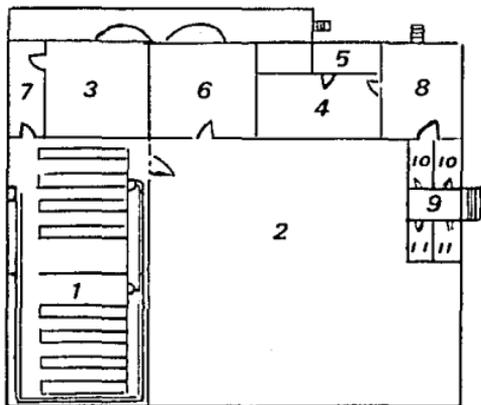
3.- HOMOGENIZACION.

4.- REPOSO.

5.- BATIDO Y CONGELADO.

6.- ENVASADO.

FIG. 3.1 PROCESO DE ELABORACION DEL HELADO.



- 1.- CUARTOS DE CONGELACION.
- 2.- ELABORACION DEL HELADO.
- 3.- ALMACEN DE ENPAQUE Y MATERIAL DE EMBALAJE.
- 4.- LABORATORIO DE CONTROL.
- 5.- ALMACEN DE MATERIA PRIMA.
- 6.- RECEPCION DE MATERIA PRIMA Y EXPEDICION DE PRODUCTO.
- 7.- CUARTO DE CALDERAS, COMPRESORES PARA REFRIGERACION Y EQUIPO DE AGUA
- 8.- OFICINAS ADMINISTRATIVAS.
- 9.- ENTRADA DE PERSONAL.
- 10.- SANITARIOS.
- 11.- COMEDOR.

FIG. 3.2 VISTA GENERAL DE UNA PLANTA PARA HELADOS.

3.6 PROCESO Y EQUIPO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACION DEL HELADO

El proceso para la elaboración del helado de forma general, se muestra en la Fig. 3.1, así mismo en la Fig. 3.2 se muestra la vista de una planta de helados y a continuación se detallan los pasos y el equipo empleado ¹⁰³.

MEZCLADO

En este paso se incorporan todos los ingredientes a una temperatura de 44°C, con agitación continua en un tanque mezclador de acero inoxidable con sistema de vapor, la capacidad de este equipo va de acuerdo a la producción específica de la planta ²⁻⁷⁻¹⁴.

PASTEURIZACION

La pasteurización se lleva a cabo en un pasteurizador de placas a una temperatura de 72°C durante 15 minutos; En plantas promedio el mezclador y pasteurizador pueden ser combinados, y en plantas mayores están separados ²⁻⁷⁻¹⁴.

HOMOGENIZACION

Se lleva a cabo en un homogenizador de 1500 a 300 lb/pg de presión, en esta parte del proceso se reduce la temperatura; El homogenizador es una bomba de tres pistones que transporta la mezcla caliente del pasteurizador al tanque de reposo, haciéndola pasar a través de una angosta apertura (válvula) a gran velocidad, por la acción de una presión positiva. Una bomba de desplazamiento positivo proporciona la presión.

El tamaño del homogenizador depende del volumen de mezcla que se maneja. El homogenizador debe ser lo suficientemente grande como para procesar la mezcla proveniente del pasteurizador en menos de una hora.

Es importante la ubicación del homogenizador, éste debe estar cerca del pasteurizador para que además sirva como bomba para enviar la mezcla al enfriador.

Las presiones de homogenización están determinadas por la viscosidad, la estabilidad y composición de la mezcla así como por la temperatura de la misma y el tipo de homogenizador^{2.7.14}.

REPOSO DE LA MEZCLA

La mezcla es transportada al tanque de reposo donde se agita con la finalidad de incorporar aire, la mezcla debe permanecer en reposo a una temperatura entre 11 y 9 °C siendo además este paso importante para la adición del color y sabor.

Estos tanques son horizontales y de acero inoxidable, están equipados con agitadores y usan amoníaco de expansión directa.

La mezcla debe mantenerse a temperaturas bajas y uniformes hasta el batido. Se puede mantener así la mezcla hasta 24 horas pero como regla general se mantiene ahí de 4 a 12 horas^{2.7}.

BATIDO Y CONGELADO DE LA MEZCLA

La mezcla es bombeada a un tanque vertical de acero inoxidable con agitación, ésta mezcla ira alimentando la batidora a una temperatura de 4°C sometiendo a la mezcla a temperaturas entre -17.8 y -30 °C, que son proporcionadas por el refrigerante (salmuera, amoníaco o freón), que circula a través de de la pared doble del cilindro del congelador para enfriar la mezcla a una temperatura de - 4 °C, dependiendo de la composición de ésta; después de esto se inyecta aire a la mezcla obteniendo así el overrun deseado, así como la consistencia correcta^{2.7}.

La batidora basicamente consiste en un cilindro rodeado de una cámara congelante en el cual se usa amoníaco de expansión directa. Los dos tipos de congelador-batidor más comunes son el de tubo sencillo y el de tubo triple. Siendo la rapidez de congelamiento de los dos diferente.

Los diferentes tipos de freezer son : Freezer por lote, freezer continuo, freezer continuo de baja temperatura, freezer de helado suave.

Un freezer continuo congelará y sacará el helado en unos segundos: Un freezer por lote puede llegar a tardar hasta diez minutos dependiendo de variables tanto mecánicas como de mezcla ²⁻⁷.

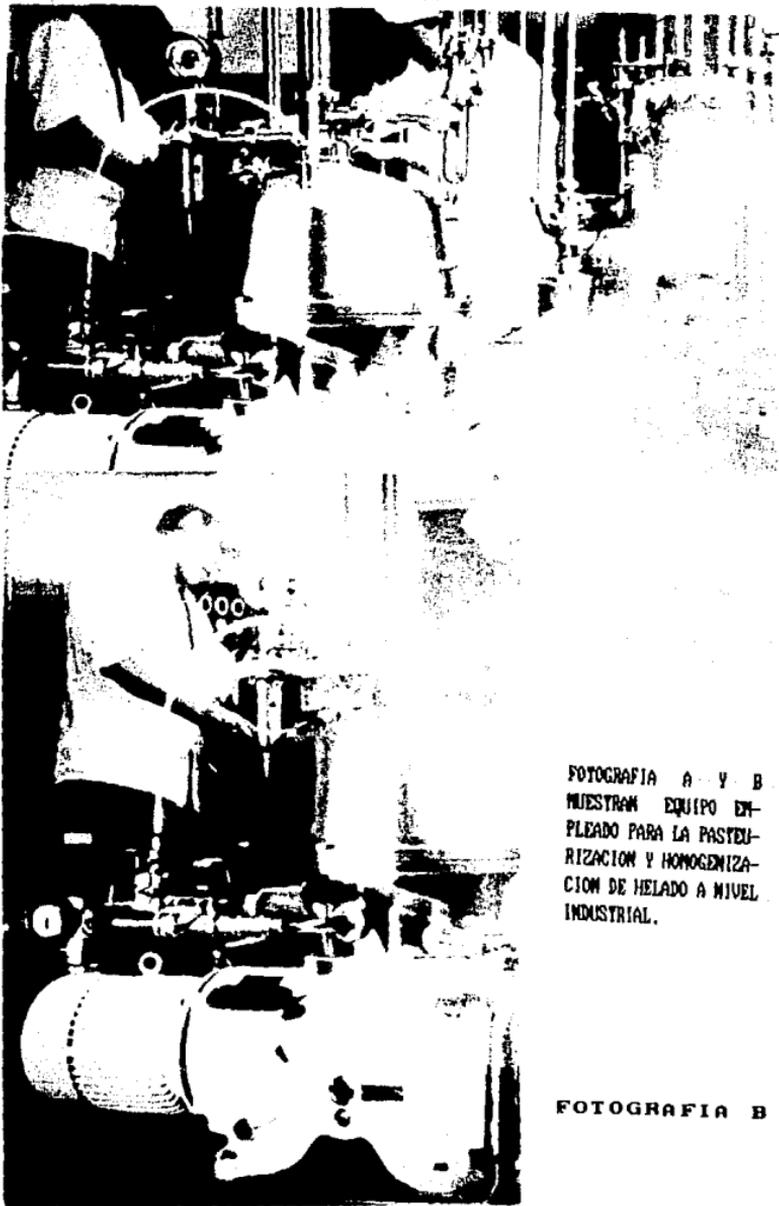
ENVASADO

El helado es envasado en recipientes de diferentes capacidades, de donde pasara a las cámaras de almacenamiento a temperaturas de -30 °C o menores.

Se requieren de dos tipos de cámaras de almacenamiento, una para almacenar leche, crema y otros percederos asi como otro para endurecer el helado. Estos pueden ser enfriados por expansión directa, amoniaco pasando por tubos a los lados y los techos o por sopladores recirculando aire frio a través de cuarto.

El congelamiento debe seguir en el cuarto de endurecimiento, la congelación rápida previene la formación de grandes cristales de hielo. El cuarto frio debe contar con aislamiento de por lo menos 20 cms. en sus paredes.

Un buen cuarto frio de endurecimiento rápido se puede obtener considerando lo siguiente: refrigeración adecuada para tener como temperatura máxima -8 °C, buena turbulencia de aire alrededor del producto, reconocer las limitaciones del cuarto frio, suficiente espacio para un inventario y contar con escotillas muy bien aisladas y con buena ubicación para ingreso del producto de la planta al cuarto frio asi como para la salida del producto para su distribución ²⁻⁷⁻¹⁴.



FOTOGRAFIA A Y B
MUESTRAN EQUIPO EMPLEADO PARA LA PASTEURIZACION Y HOMOGENIZACION DE HELADO A NIVEL INDUSTRIAL.

FOTOGRAFIA B

CAPITULO IV

4.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente trabajo fué el de desarrollar un helado con aspartame, reduciendo el contenido calórico, de modo que sus características fuesen semejantes a las de los helados comerciales.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- 1.- Conocer la composición de los helados comerciales.
- 2.- Realizar una comparación entre los datos antes obtenidos y comparar con la norma de calidad .
- 3.- Elaborar mezcla base para helado haciendo variaciones en los componentes de la misma, hasta obtener una mezcla base semejante a la del helado comercial.
- 4.- A la mezcla base elegida adicionar aspartame en lugar de azúcar, hasta determinar el nivel adecuado de este.
- 5.- Determinar la composición y contenido calórico del helado con aspartame para comparación de este con las marcas comerciales analizadas.
- 6.- Efectuar pruebas sensoriales, para determinar la aceptación o no del helado con aspartame.
- 7.- Determinar el costo aproximado de la materia prima del helado bajo en calorías, comparandolo con un costo estimado para la materia prima utilizada en un helado comercial.

CUADRO N° 8 METODOLOGIA

FASE

I

ANALISIS DE MERCADO

II

ANALISIS DE HELADOS
COMERCIALES ELEGIDOS

III

SELECCION DE ESTABILIZANTES
PARA HELADO STANDARD.

ANALISIS DE RESULTADOS

IV

OBTENCION DE LA FORMU-
LACION FINAL (HELADO
BAJO EN CALORIAS)

V

ANALISIS DEL HELADO
CON ASPARTAME

VI

EVALUACION SENSORIAL

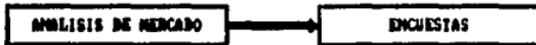
VII

ANALISIS DE COSTOS

4.2 METODOLOGIA.

El presente trabajo se llevo a cabo en siete fases o etapas, las cuales se resumen en el cuadro #8 y se detallan a continuacion:

ETAPA I ANALISIS DE MERCADO.



4.2.1 ANALISIS DE MERCADO

" La mercadotecnia es una actividad humana cuya finalidad consiste en satisfacer las necesidades y deseos del ser humano mediante procesos de intercambio. Por tanto se puede decir que su finalidad es conocer y comprender al consumidor tan bien que el producto o servicio satisfaga sus necesidades y se venda sin promoción alguna"™.

Para realizar el análisis de mercado, de acuerdo a los aspectos más importantes para el desarrollo del producto se efectuó la encuesta mostrada en el formato # 1, la cual fué realizada a una población total propuesta de 95 personas, con edades fluctuantes entre los 12 y 62 años.

Los resultados fueron evaluados estadísticamente por el método del "Teorema del Limite Central", con un intervalo de confianza de 0.95 (95%). los resultados serán tratados en el capítulo V.

FORMATO # 1

NOMBRE _____

EDAD _____

OCUPACION _____

1.- Que tan frecuente consume helado?

una vez por semana ()
 una vez por mes ()
 una vez por año ()
 otra ()

2.-Cuál (es) es (son) su (s) sabor (es) preferido (s) ?

Fresa ()
 Chocolate ()
 Vainilla ()
 otro () cuál ? _____

3.-Cuál es su marca preferida ?

Holanda ()
 Yom Yom ()
 Danesa 33 ()
 Otra () cuál ? _____

4.- Pórqúe ?

Sabor ()
 Calidad ()
 Precio ()
 Presentación ()
 Disponibilidad ()
 Otra ()

5.- Hay alguna razón por la cual usted no consume helado con mayor frecuencia ?

Si ()
 No ()

Si su respuesta es afirmativa conteste la pregunta 6, sino ignorela.

6.-Cuál ?

Por su alto valor calórico ()
 Por su precio ()
 Por enfermedad ()
 Otra ()

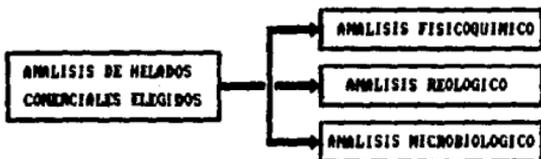
7.- Si existieran en el mercado helados dietéticos preferiría su consumo ?

Si ()
 No ()
 Tal vez ()

8.- Cree usted que en este caso podría consumir helado con mayor frecuencia ?

Si ()
 No ()
 Tal vez ()

ETAPA II ANALISIS DE HELADOS COMERCIALES ELEGIDOS.



4.2.2 ANALISIS DE HELADOS COMERCIALES ELEGIDOS

En esta etapa se caracterizaron los helados comerciales como punto de referencia, para la elaboración del helado y una posterior comparación, con la formulación final; para lo cual se efectuaron por triplicado los siguientes análisis :

4.2.2.1 ANALISIS FISICOQUIMICO.

Para realizar estos análisis se determinaron: cenizas, acidez, proteína, grasa, humedad, por técnicas oficiales del A.O.A.C. ; ARD, ART, °Bx, densidad, overrun (en el apéndice I se describe la metodología empleada para la determinación del overrun), pH, SNG; las cuales se resumen en el cuadro # 9.

CUADRO # 9 METODOS GENERALES EMPLEADOS .

ETAPA	DETERMINACION	METODO
I	ANALISIS DE MERCADO	ESTADISTICO DEL TEOREMA DEL LIMITE CENTRAL, INTERVALO DE CONFIANZA 0.95
II y V	CENIZAS TOTALES	METODO PROPUESTO POR A.O.A.C. ^{2, 65, 97}
II y V	ACIDEX	METODO DE ACIDEX TITULABLE CON NaOH. ^{65, 97}
II y V	PROTEINA	METODO DE TITULACION CON FORMAL. ^{65, 97}
II y V	GRASA	METODO DE GERBER. ^{65, 97}
II y V	HUMEDAD	METODO INSTRUMENTAL DIRECTO. ^{65, 97} Y FISICO (ESTUFA)
II y V	CARBOHIDRATOS	METODO DE LANE EYMON. ⁶⁵
II y V	GRADOS BRUX	REFRACTOMETRO. ⁶⁵
II y V	DENSIDAD	PICNOMETRO. ⁹⁷
II y V	PH	POTENCIOMETRO. ⁶⁵
II y V	OUKURUM	METODO VOLUMETRICO. ⁹⁷ (ver apendice I)
II y V	COMPORTAMIENTO REOLOGICO	METODO DE NIISCHKA. ^{91, 92}
II y V	CUENTA DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS	METODO OFICIAL NON-F-253
II y V	CUENTA DE ORGANISMOS COLIFORMES	METODO OFICIAL NON-F-254
II y V	DETERMINACION DE SALMONELLA	METODO OFICIAL NON-F-304
II y V	CUENTA DE ORGANISMOS COLIFORMES FECALES	NORMA OFICIAL NON-F-308
II y V	ESTAFILOCOCOS AUREUS	NORMA OFICIAL NON-F-310-S
VI	EVALUACION DE COLOR	METODO DE DIFERENCIACION (DUO-TRIO)
VI	EVALUACION DE SABOR	METODO DE DIFERENCIACION (DUO-TRIO)
VI	INTENSIDAD DE DULZURA	METODO CUANTITATIVO (PRUEBA DE ORDENACION)
VI	EVALUACION DE TEXTURA	METODO DE COMPARACION POR PARES CON DIRECCION DE LA DIFERENCIA

4.2.2.2 ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO

El método utilizado para determinar el comportamiento reológico fué el de MITSCHKA ^{1,2} que es el siguiente :

- 1.- Acondicionar el viscosímetro Brookfield R.V.T. con una aguja del número 2 (#2), que fué seleccionada durante el experimento para el helado.
- 2.- Tomar las lecturas a diferentes velocidades (r.p.m.) en sentido creciente y decreciente, a una temperatura constante de 9°C.
- 3.- Hacer el tratamiento de resultados como sigue:

a) Seleccionar de acuerdo al número de aguja el valor constante en la tabla K at.

b) Transformar a esfuerzo cortante promedio:

$$T_i = K \text{ at } L_i$$

c) A los datos anteriores (T_i) sacarles log.

d) A los valores constantes de velocidad (N_i) sacarles log.

e) Gráficar $\log \bar{T}_i$ vs. $\log N_i$, obteniendo n , K y α .

Donde: α = Factor de correlación.

K = Índice de consistencia.

n = índice de comportamiento de flujo.

f) Con el valor de n y la constante $K n y(n)$ que se obtiene de tablas y la aguja particular se calculan las velocidades de deformación promedio $\bar{\Gamma}_i$ (seg⁻¹) con la ecuación :

$$\bar{\Gamma}_i = K n y(n) N_i$$

g) Sacar el log de $\bar{\Gamma}_i$ (x) y gráficar vs. $\log \bar{T}_i$ (y)

h) Obtener los valores de α , n y k .

4.2.2.3 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizarón las siguientes determinaciones para obtener las especificaciones microbiológicas marcadas por el anteproyecto de norma: ALIMENTOS- LACTEOS - HELADOS Y PALETAS DE GRASA BUTIRICA.

Los métodos empleados se resumen en el cuadro # 9 de métodos generales. Las determinaciones realizadas a los productos fueron realizadas por triplicado, evaluandose :

- 1) Determinación de cuenta de bacterias mesófilicas aerobias.

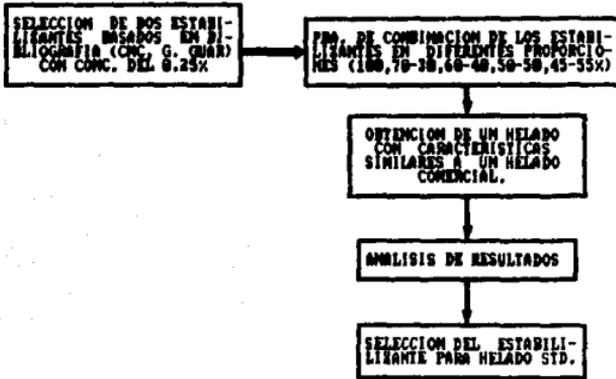
- 2) Determinación de cuenta de organismos coliformes.

- 3) Determinación de Salmonella (Método general de investigación de Salmonella) .

- 4) Cuenta de organismos coliformes fecales .

- 5) Determinación de cuenta de Estafilococos aureus, coagulasa positiva.

ETAPA III SELECCION DEL ESTABILIZANTE PARA HELADO ESTANDARD.



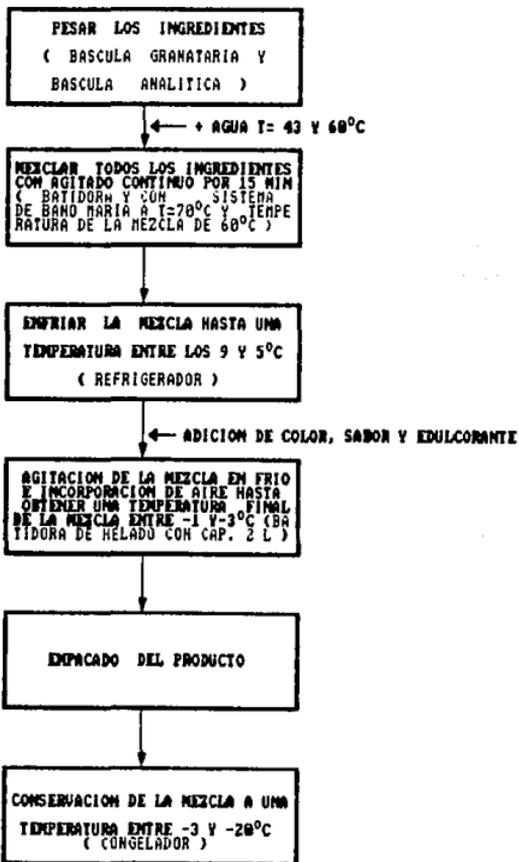
4.2.3 SELECCION DE FORMULA PARA HELADO STANDARD

En esta etapa se realizó la selección de dos estabilizantes, los cuales fueron la goma CMC y goma Guar, que de acuerdo a bibliografía pueden ser utilizadas para elaboración de helado por sus propiedades inhibidora de cristales así como propiedades de hidratación, de estabilidad del helado, y de resistencia al choque térmico respectivamente²⁰⁻²².

El nivel total de estabilizante empleado fue de 0.25 %, efectuándose combinaciones de los estabilizantes en diferentes proporciones 100% , 70-30%, 60-40%, 50-50%, 45-55% (con respecto al total empleado). Estas formulaciones se resumen en el cuadro #10 donde el análisis de resultados de las mismas se ven en el capítulo V, todas las formulaciones se realizaron a nivel laboratorio, utilizando una máquina fabricadora de helados, marca General Electric, modelo : FH 201 de 120 voltios y 0.70 AMP. Con una capacidad de dos litros, todos los pasos realizados para la elaboración de las diferentes formulaciones se resumen en el diagrama de flujo # 2.

El estabilizante fue seleccionado en base a las características sensoriales de los productos, con especial énfasis en ausencia de cristales de hielo.

DIAGRAMA # 2 ELABORACION DEL HELADO EXPERIMENTAL.



CUADRO #10 NIVELES DE VARIACION DE ESTABILIZANTES.

INGREDIENTES	F. STANDARD	FORMULA # 1	FORMULA # 2	FORMULA # 3	FORMULA # 4	FORMULA # 5
AGUA	63.5%	63.5%	63.5%	63.5%	63.5%	63.5%
AZUCAR	17.0%	17.0%	17.0%	17.0%	17.0%	17.0%
GRASA	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%
LECHE DESCREMADA	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%
SOLIDOS DE LECHE	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
EMULSIFICANTES	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%
ESTABILIZANTES (0.25% = 100%)	0.25%					
CNC		100%	70%	60%	50%	45%
GOMA GUAR			30%	40%	50%	55%

CUADRO #11 NIVELES DE VARIACION: MALTODEXTRINA - POLIDEXTROSA.

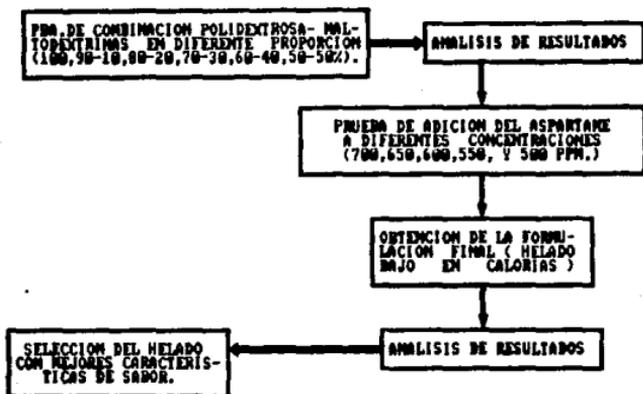
INGREDIENTES	F. MITRASWEET	FORMULA #6	FORMULA #7	FORMULA #8	FORMULA #9	FORMULA # 10	FORMULA # 11
AGUA	45.0%	65.6%	65.6%	65.6%	65.6%	65.6%	65.6%
GMSA	20.83%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
LECHE DESCREMADA	10.35%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
SOLIDOS DE LECHE	-	3%	3%	3%	3%	3%	3%
EMULSIFICANTES	0.30%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%
ESTABILIZANTES	1.33%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%
ASPARTAME	750ppm	-	-	-	-	-	-
POLIDEXTROSA (X% = 100%)	X= 21.43%	X= 14.9%	7.47%	0.97%	9.72%	10.47%	11.96%
MALTODEXTRINA	-	-	7.47%	5.98%	5.23%	4.48%	2.99%

CUADRO #12

NIVELES DE VARIACION PARA
EDULCORANTE (ASPARTAME).

INGREDIENTES	FORMULA # 12	FORMULA # 13	FORMULA # 14	FORMULA # 15	FORMULA # 16
AGUA	65.6%	65.6%	65.6%	65.6%	65.6%
GRASA	10%	10%	10%	10%	10%
LECHE DESCREMADA	6%	6%	6%	6%	6%
SOLIDOS DE LECHE	3%	3%	3%	3%	3%
ESTABILIZANTES	0.250%	0.250%	0.250%	0.250%	0.250%
EMULSIFICANTES	0.250%	0.250%	0.250%	0.250%	0.250%
POLIDEXTROSA	11.96%	11.96%	11.96%	11.96%	11.96%
MALTODEXTRINA	2.99%	2.99%	2.99%	2.99%	2.99%
ASPARTAME	700 ppm	650 ppm	600 ppm	550 ppm	500 ppm

ETAPA IV OBTENCION DE LA FORMULACION FINAL (HELADO BAJO EN CALORIAS)



4.2.4 FORMULACION DEL HELADO BAJO EN CALORIAS

En esta etapa se realizaron pruebas de combinación de polidextrosa-maltodextrina, para reemplazar las propiedades del azúcar, ya que en la elaboración del helado bajo en calorías, se elimina totalmente esta. Para esto y como una prueba tentativa en el desarrollo del helado con aspartame se empleó una formulación propuesta por Nutrasweet Co. E.U.A (Nutriquim, México); la cual contiene polidextrosa al 100 %, también se realizaron las pruebas de combinación (polidextrosa-maltodextrina) con los siguientes niveles de variación : 90-10%, 80-20%, 70-30%, 60-40% y 50-50%; estas formulaciones se resumen en el cuadro # 11.

La mezcla de polidextrosa-maltodextrina más adecuada fue seleccionada en base a un análisis sensorial, los resultados de estos análisis se verán en el capítulo V.

Habiendo establecido la formulación del helado como se observa a continuación :

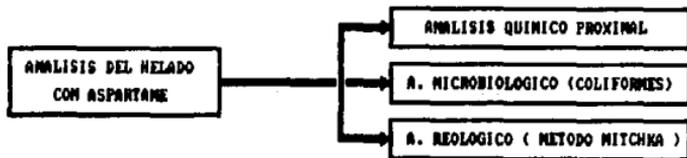
Agua	63.5 %
Grasa	10.0 %
Leche Descremada	6.0 %
Sólidos de Leche	3.0 %
Emulsificantes	0.25%
Estabilizantes	0.25%
Polidextrosa	11.9 %
Maltodextrinas	5.1 %

Procediéndose a realizar las pruebas de adición del aspartame a diferentes concentraciones; (700, 650, 600, 550 y 500 ppm), estas concentraciones y sus correspondientes formulaciones se resumen en el cuadro # 12.

El proceso experimental se llevo acabo de acuerdo al diagrama de flujo # 2.

La concentración óptima de aspartame se determinó mediante pruebas sensoriales, y estos resultados también se detallan en el capítulo V.

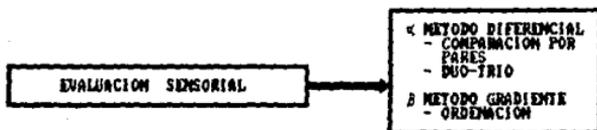
ETAPA V ANALISIS DEL HELADO CON ASPARTAME



4.2.5 ANALISIS DEL HELADO CON ASPARTAME

La fórmula final del helado con aspartame fué caracterizada fisicoquímica, microbiológica y reológicamente mediante los métodos antes mencionados para helados comerciales, en el punto 4.2.2 de la etapa II.

ETAPA UI EVALUACION SENSORIAL.



4.2.6 EVALUACION SENSORIAL

La Evaluación Sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos y estas características pueden mencionarse por su importancia 74.77.74.78 :

OLOR.- Los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.

GUSTO.- Dulce, amargo, salado y ácido (posiblemente también metálico, astringente y otros).

TEXTURA.- Las propiedades físicas como dureza, viscosidad y granulosisidad.

Otros sistemas sensoriales secundarios contribuyen a la percepción a través de los labios y parte inferior de la boca, que son sensibles al dolor y a la temperatura. Además es complejo el uso de pruebas sensoriales para establecer los atributos que contribuyen a la calidad de un alimento u otros productos, ya que implica mucho trabajo y está sujeto a error debido a la variabilidad del juicio humano; sin embargo, no existen instrumentos mecánicos o eléctricos que puedan duplicar o substituir un dictamen humano.

De acuerdo con esto para esta etapa del trabajo se escogieron diferentes métodos de evaluación para el helado, aplicándose a 26 jueces semientrenados y con un nivel de significancia del 0.05 %.

Para estas evaluaciones se utilizaron los formatos #2, #3 y #4, en el caso de la evaluación de sabor se utilizó el mismo formato que para la evaluación de color (formato #2). Los resultados fueron analizados estadísticamente, para la evaluación del color se utilizó una prueba de diferenciación (Duo-Trio); en la evaluación de sabor se utilizó la prueba descrita para la evaluación del color; en el caso de intensidad de dulzura se utilizó un método cuantitativo (prueba de ordenación). Considerando que 1=Minima dulzura y 4=Máxima dulzura y para la evaluación de textura se utilizó el método de comparación por pares con dirección o sentido de la diferencia, dentro de las pruebas de diferenciación. Los resultados y conclusiones se verán en el capítulo V.

FORMATO # 2

EVALUACION DE COLOR (condiciones: luz normal del día)

NOMBRE _____ EDAD _____ FECHA _____

INSTRUCCIONES : Primero vea la Referencia R y luego las muestras, de izquierda a derecha del primer par, encierre en un círculo aquella muestra del par que sea igual a R.
GRACIAS.

R = REFERENCIA

PAR	MUESTRAS
1	520-101
2	206-370
3	688-494

OBSERVACIONES: _____

FORMATO # 3

EVALUACION DE INTENSIDAD DE DULZURA (condiciones: enmascaramiento de color luz roja)

NOMBRE _____ EDAD _____ FECHA _____

INSTRUCCIONES : Pruebe las muestras de izquierda a derecha
y ordénelas según su incremento en
intensidad de dulzura, considerando que :
1 = mínima y 4 = máxima dulzura.

MUESTRAS : 498 370 101 655

ORDEN : _____ _____ _____ _____

OBSERVACIONES: _____

FORMATO # 4

EVALUACION DE TEXTURA

NOMBRE _____ EDAD _____ FECHA _____

INSTRUCCIONES : Pruebe cada par de muestras de izquierda a derecha, encierre en un círculo el número de muestra que perciba como la más cremosa al paladar. No se trague las muestras y enjuáguese la boca entre cada par. Gracias.

PAR	MUESTRAS	
1	478	101
2	303	205
3	655	942

OBSERVACIONES: _____

ETAPA VII ANALISIS DE COSTOS.

ANALISIS DE COSTOS

4.2.7 ANALISIS DE COSTOS

Los costos establecen el nivel mínimo para el precio que un fabricante puede establecer para sus productos. Ya que este requiere cobrar, un precio que cubra todos sus costos para producir, distribuir y vender el producto, incluyendo una tasa justa de rendimiento por su esfuerzo y riesgo ^{20.100}.

Los costos de una compañía son de dos tipos, fijos y variables.

Los costos fijos (conocidos también como gastos indirectos) son aquellos que no varían con el nivel de producción o los ingresos por ventas; siempre existen independientemente de la productividad.

Los costos variables son aquellos que varían directamente con el nivel de producción. Se les denomina variables porque su total varía con el número de unidades o la cantidad producida ^{20.100}.

Los costos totales son la suma de los costos fijos y variables para cualquier nivel dado de producción.

En esta etapa se analizarán los costos variables del producto final, para determinar su costeabilidad en el mercado. Tomando como base solo el costo de materia prima.

CAPITULO V

5.1 ANALISIS DE RESULTADOS

5.1.1 RESULTADOS DE ANALISIS DE MERCADO

Del análisis de mercado mencionado en la etapa I 4.2.1 (capítulo IV), se obtuvieron los siguientes resultados :

Se hicieron encuestas a una población total de 95, con edades fluctuantes entre los 12 y 62 años. De los resultados obtenidos se observó que el promedio de consumo de helado fue de una vez por mes (45.3 %), siguiéndole una frecuencia de consumo de una vez a la semana (37.9 %), cabe mencionar que un 14.7 % de la población encuestada indico consumir más de una vez a la semana helado, los resultados obtenidos se muestran en la tabla #1 y las graficas # 1A y 1B.

En cuanto al sabor preferido este fue vainilla en un 44.21 % del total de la población (ver tabla #2 y gráficas #2A y 2B), el sabor que le sigue en preferencia es el de chocolate con un 29.5 % de aceptación, fresa con un 18.9 % y por último el 7.4 % de la población encuestada afirmo preferir otros sabores.

De las marcas de mayor consumo la más favorecida obtuvo un porcentaje de consumo del 26.31 % de la población total, siguiéndole otra de las marcas propuestas con un 22.10 % de consumo de la población total encuestada. Sin embargo el mayor porcentaje de las personas encuestadas (37.89 %), se enfocó a otro tipo de marcas diferentes a las propuestas. Estos resultados los podemos observar en la tabla # 3 y las gráficas # 3A y #3B.

De los factores determinantes para la elección del helado en primer término se encontro el sabor para cual se obtuvo un porcentaje del 51.6 % de la población total, siguiéndole la calidad con un 24.21 % y posteriormente la disponibilidad en el mercado (17.8 %), esto nos da una idea de que tan importante es el sabor de un alimento para su aceptación, estos resultados se observan en la tabla # 4 y las gráficas # 4A y # 4B.

De acuerdo con el orden establecido en la encuesta las razones por las cuales no se llega a consumir helado frecuentemente son inexistentes para un 64.2% de la población total, el porcentaje restante 35.8% de la población afirmó que se debía a enfermedades tales como: Diabétes y obesidad entre otras razones; estos resultados los podemos observar en la tabla # 5 y en las gráficas # 5A y 5B. Lo anterior aunado a los datos estadísticos existentes en el INEGI, para los últimos censos (1984-1985), en donde se reporta que el 40 % de la población Mexicana adulta padece de Diabétes Mellitus, nos da una idea del mercado potencial existente para productos bajos en calorías en México, sobre todo para las personas con problemas de Diabétes a las cuales un helado sin azúcar representaría una opción de consumo.

En el caso de preferencia de consumo de helado dietético, se observo que un 43.2 % de la población total encuestada lo prefiere sobre el consumo de helado común, integro en calorías, esto demuestra que cada vez existe una mayor preocupación de la población por su salud. Un 27.4 %, afirmo que podrian llegar a consumirlo según los resultados de la encuesta efectuada. Los resultados obtenidos los podemos observar en la tabla # 6 y las gráficas # 6A y # 6B.

Para el caso hipotético de que existiera este producto en el mercado, la mayor parte de la población encuestada (40 %), coincidió en que lo consumiría (y con mayor frecuencia que los helados con azúcar), dando de esta manera una idea del consumo potencial de este producto; como se observa en la tabla #7 y las gráficas # 7A y # 7B.

TABLA # 1 FRECUENCIA DE CONSUMO DE HELADO.

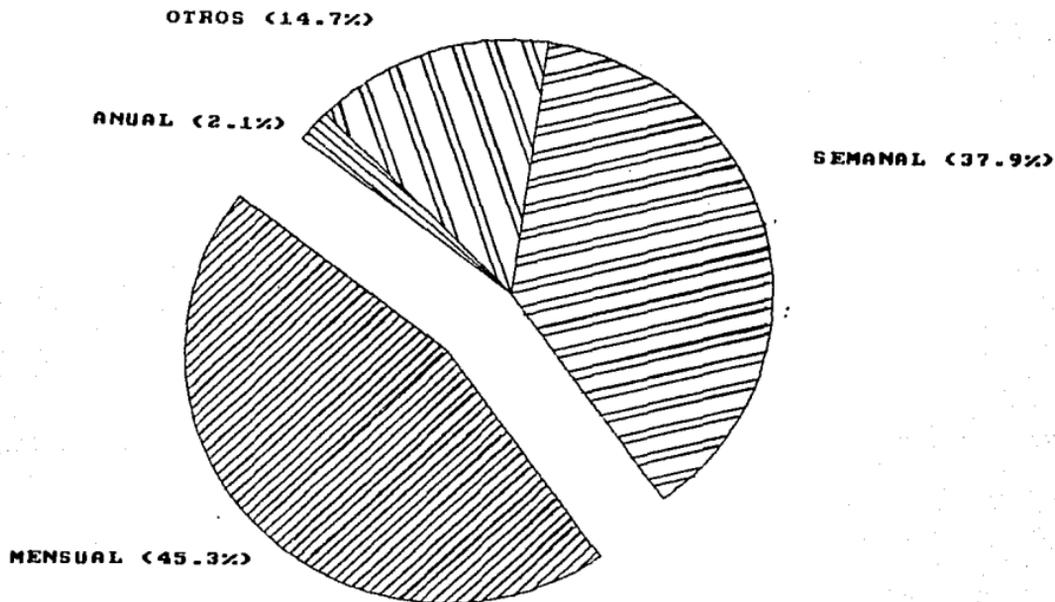
EDAD	SEMANAL		MENSUAL		ANUAL		OTROS **		TOTAL
	F	% *	F	% *	F	% *	F	% *	
12-19	8	61.53	5	38.47	0	0.0	0	0.0	13
20-26	13	34.27	21	55.26	2	5.26	2	5.29	38
27-32	2	25	6	75	0	0.0	0	0.0	8
33-38	6	50	4	33.33	0	0.0	2	16.67	12
39-44	3	23	4	30.85	0	0.0	6	46.15	13
45-50	1	25	2	50	0	0.0	1	25	4
51-56	2	50	0	0.0	0	0.0	2	50	4
57-62	1	33.33	1	33.33	0	0.0	1	33.33	3
TOTAL	36		43		2		2		95
% DE MUESTRA TOTAL	37.9 %		45.26 %		2.1 %		14.7 %		

NOTA: Otros ** = consumo mayor al semanal.

% * = porcentaje referido para cada grupo de edades.

N = 95 personas encuestadas.

GRAF.1A FRECUENCIA DE CONSUMO DE HELADO
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



GRAF.1B FRECUENCIA DE CONSUMO
POBLACION ENCUESTADA (N=95)

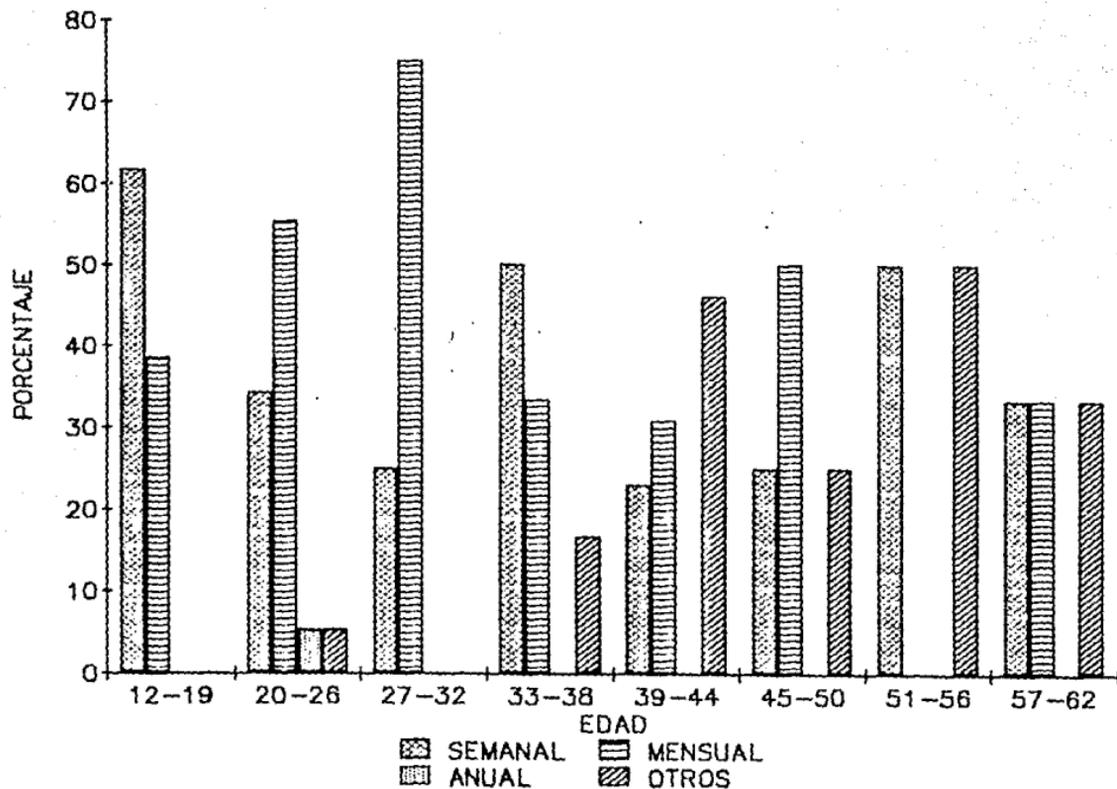
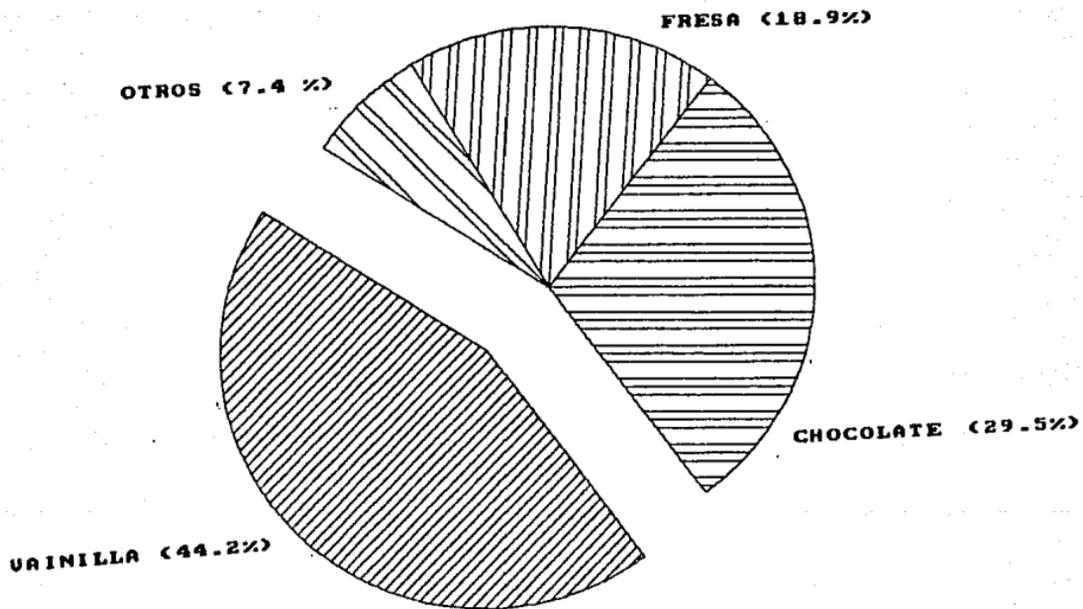


TABLA # 2 PREFERENCIA DE SABOR.

EDAD	FRESA		CHOCOLATE		VAINILLA		OTROS		TOTAL
	F	% *	F	% *	F	% *	F	% *	
12-19	1	7.69	5	38.46	7	53.85	0	0.0	13
20-26	9	23.76	10	26.39	14	36.85	5	13	38
27-32	2	28	3	38	5	58	0	0.0	10
33-38	2	12.58	6	37.58	8	58	0	0.0	16
39-44	2	25	1	12.58	4	58	1	12.58	8
45-50	2	48	1	28	1	28	1	28	5
51-56	0	0.0	2	66.67	1	33.33	0	0.0	3
57-62	0	0.0	0	0.0	2	100	0	0.0	2
TOTAL	18		28		42		7		95
% DE MUESTRA TOTAL	18.9 %		29.5 %		44.2 %		7.4 %		

NOTA: % * = porciento referido para cada grupo de edades.
 N = 95 personas.

GRAF.2A PREFERENCIA DE SABOR
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



GRAF.2B PREFERENCIA DE SABOR
POBLACION ENCUESTADA (N=95)

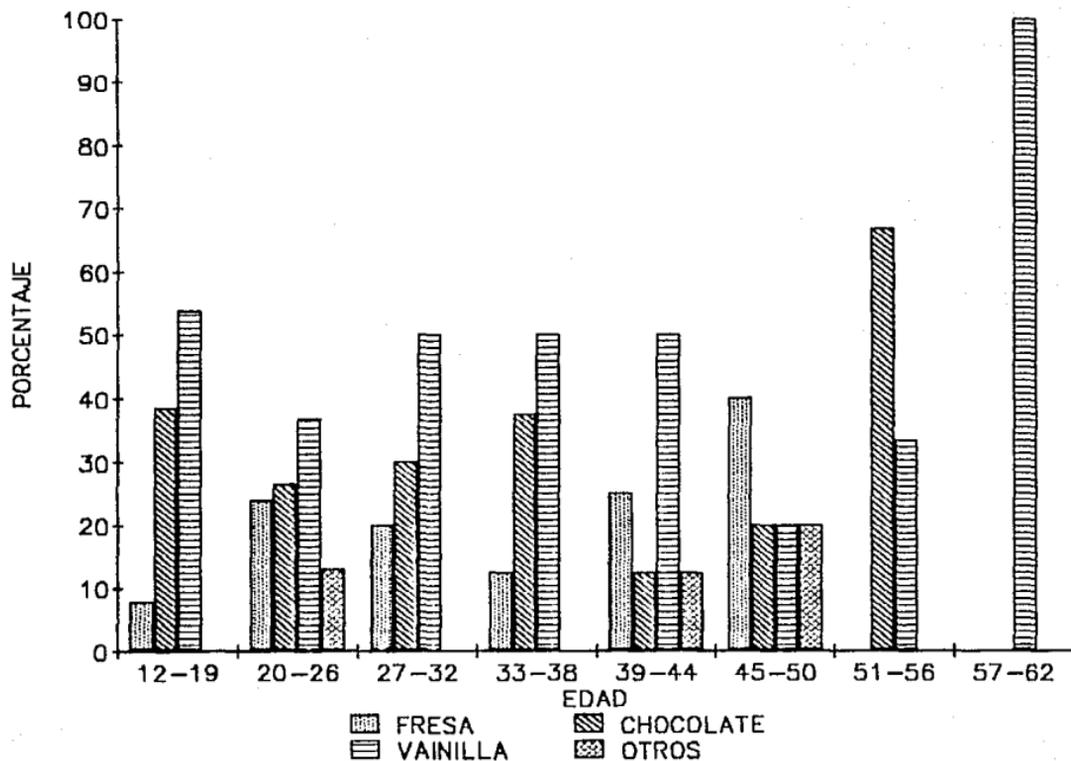


TABLA # 3 PREFERENCIA POR MARCA.

EDAD	M.H		H.V		M.D		OTRAS MARCAS		TOTAL
	F	% *	F	% *	F	% *	F	% *	
12-19	6	46.17	1	7.69	3	23.07	3	23.07	13
20-26	10	26.31	4	10.52	13	34.23	11	28.94	38
27-32	0	0.0	5	50	0	0.0	5	50	10
33-38	4	25	1	6.25	3	18.75	8	50	16
39-44	3	37.50	1	12.50	1	12.50	3	37.5	8
45-50	2	40	1	20	0	0.0	2	40	5
51-56	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	100	3
57-62	0	0.0	0	0.0	1	50	1	50	2
TOTAL	25		13		21		36		95
% DE MUESTRA TOTAL	26.3 %		13.7 %		22.1 %		37.9 %		

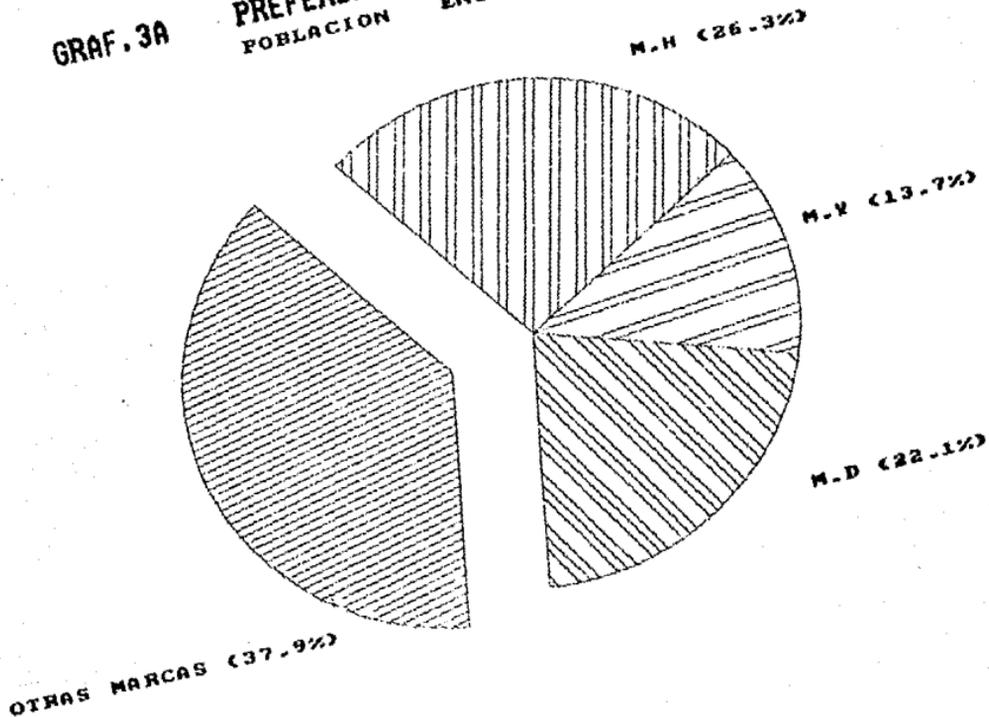
NOTA:

% * = porcentaje referido para cada grupo de edades.

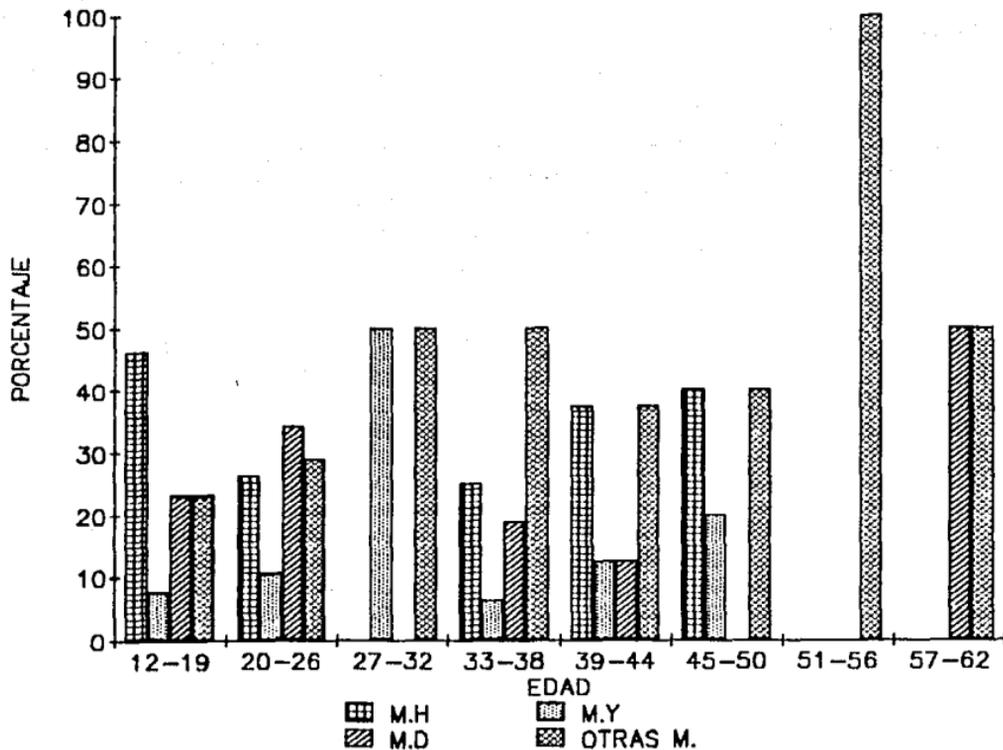
N = 95 personas encuestadas.

GRAF. 3A

PREFERENCIA POR MARCA
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



GRAF.3B PREFERENCIA POR MARCA
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



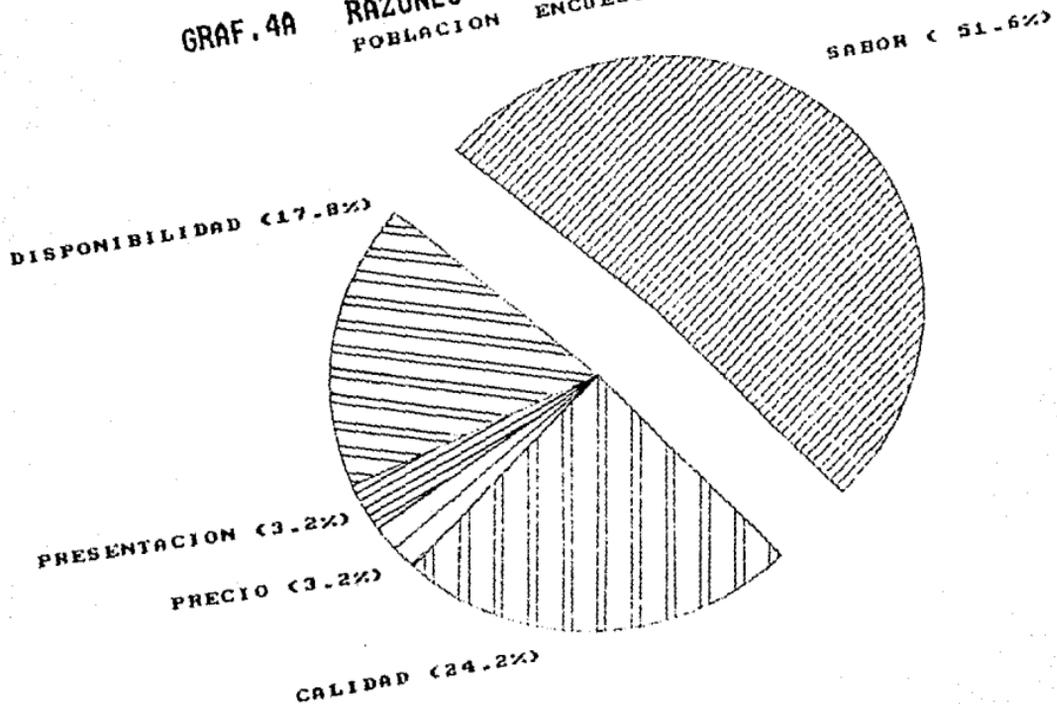
**TABLA # 4 RAZONES DE LA PREFERENCIA
POR MARCA.**

EDAD	SABOR		CALIDAD		PRECIO		PRESENTACION		DISPONIBILIDAD		TOTAL
	F	% *	F	% *	F	% *	F	% *	F	% *	
12-19	7	53.86	4	30.76	1	7.69	0	0.0	1	7.69	13
20-26	18	47.36	18	26.33	0	0.0	1	2.63	9	23.68	38
27-32	7	70	1	10	1	10	0	0.0	1	10	10
33-38	7	43.75	4	25	0	0.0	0	0.0	5	31.25	16
39-44	4	50	1	12.50	1	12.50	2	25	0	0.0	0
45-50	4	00	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	20	5
51-56	2	66.67	1	33.33	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3
57-62	0	0.0	2	100	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2
TOTAL	49		23		3		3		17		95
% DE MUESTRA TOTAL	51.6 %		24.2 %		3.2 %		3.2 %		17.8 %		

NOTA : % * = porcentaje referido para cada grupo de edades.

M = 95 personas encuestadas.

GRAF. 4A RAZONES DE LA PREFERENCIA POR MARCA
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



GRAF.4B RAZONES DE LA PREFERENCIA
POBLACION ENCUESTADA (N=95)

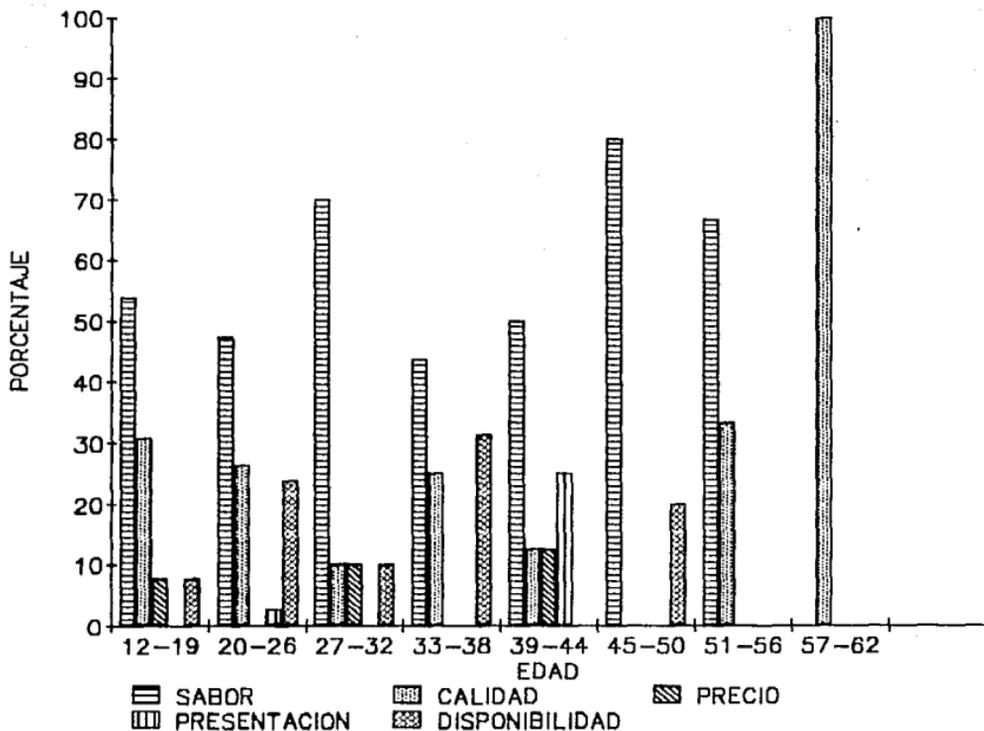


TABLA #5 RAZONES DE NO CONSUMO DE HELADO.

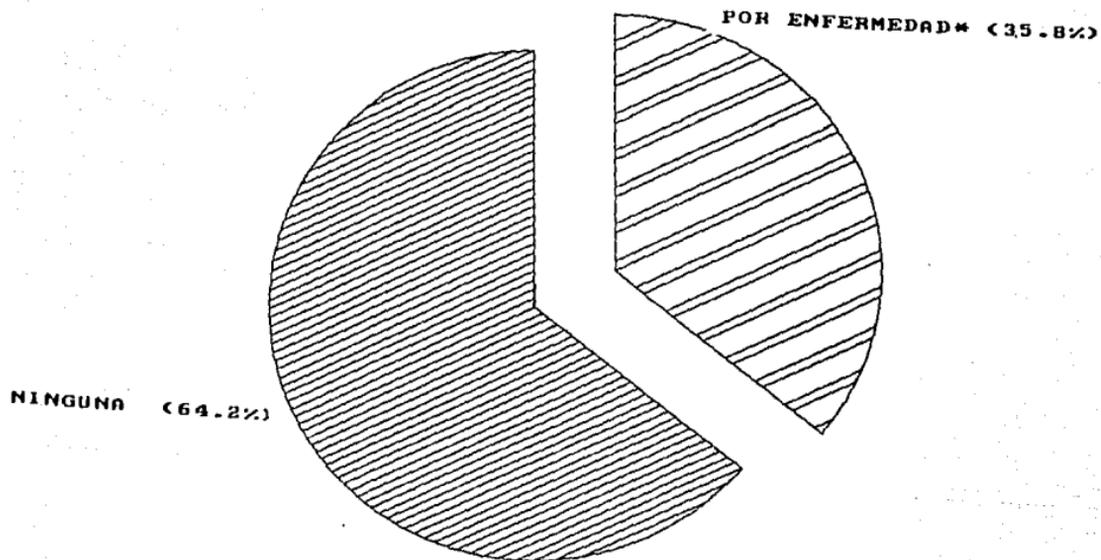
EDAD	POR ENFERMEDAD *		NINGUNA		TOTAL
	F	% *	F	% *	
12-19	3	23.88	10	76.92	13
20-26	10	26.32	28	73.68	38
27-32	4	40	6	60	10
33-38	7	43.75	9	56.25	16
39-44	5	62.50	3	37.50	8
45-50	3	60	2	40	5
51-56	1	33.33	2	66.67	3
57-62	1	50	1	50	2
TOTAL	34		61		95
% DE MUESTRA TOTAL	35.8 %		64.2 %		

NOTA: * = Enfermedades : Diabetes Mellitus, Obesidad, Respiratorias.

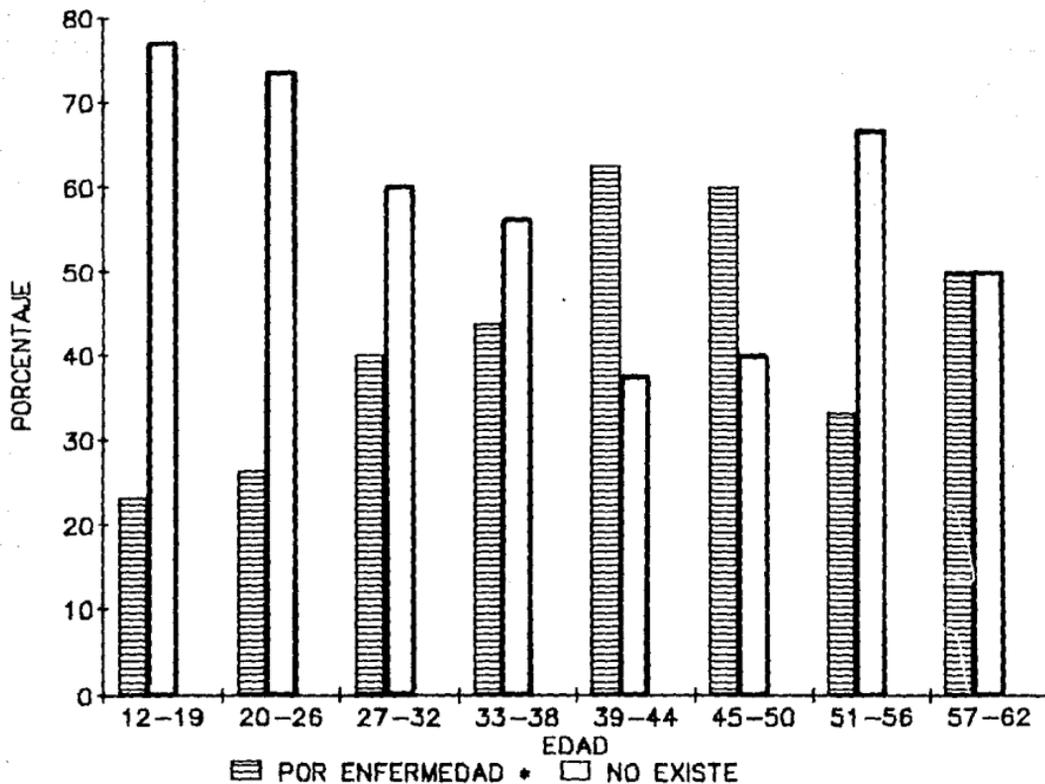
% * = por ciento referido para cada grupo de edades.

N = 95 personas encuestadas.

GRAF. 5A RAZONES DE NO CONSUMO DE HELADO
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



GRAF.6B RAZONES DE NO CONSUMO DE H.
POBLACION ENCUESTADA (N=95)

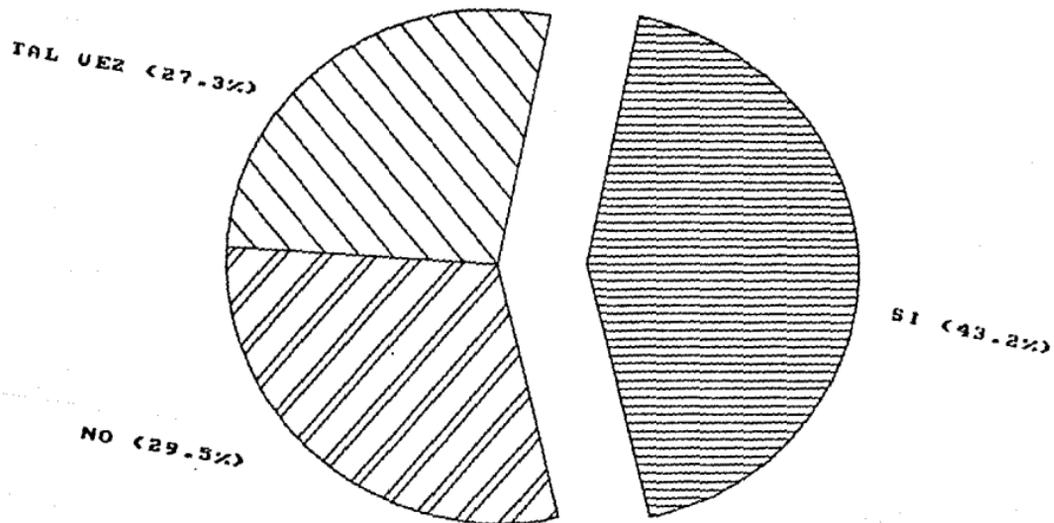


**TABLA # 6 PREFERENCIA DE CONSUMO DE
HELADOS DIETETICOS.**

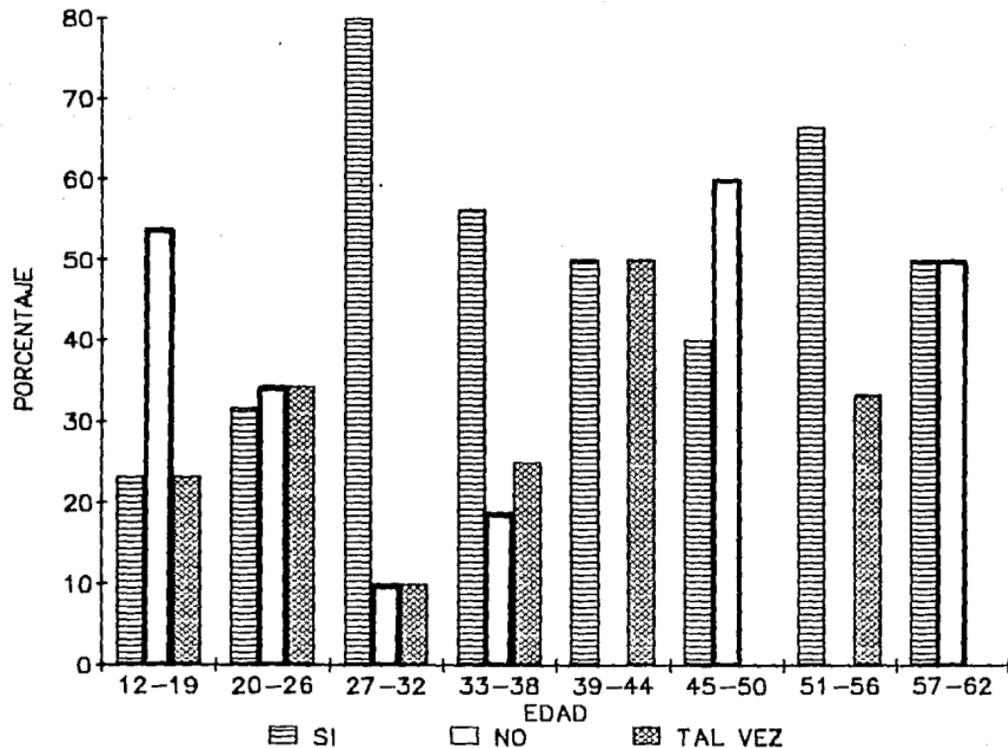
EDAD	SI		NO		TAL VEZ		TOTAL
	F	% *	F	% *	F	% *	
12-19	3	23.87	7	53.86	3	23.87	13
20-26	12	31.58	13	34.21	13	34.21	38
27-32	8	88	1	18	1	18	18
33-38	9	56.25	3	18.75	4	25	16
39-44	4	58	8	8.8	4	58	8
45-50	2	48	3	68	8	8.8	5
51-56	2	66.66	8	8.8	1	33.33	3
57-62	1	58	1	58	8	8.8	2
TOTAL	41		28		26		95
% DE MUESTRA TOTAL	43.2 %		29.5 %		27.3 %		

NOTA: N = 95 personas encuestadas.

GRAF. 6A PREFERENCIA DE CONSUMO DE HELADOS DIETETICOS
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



GRAF.6B PREFERENCIA POR H.DIETETICO
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



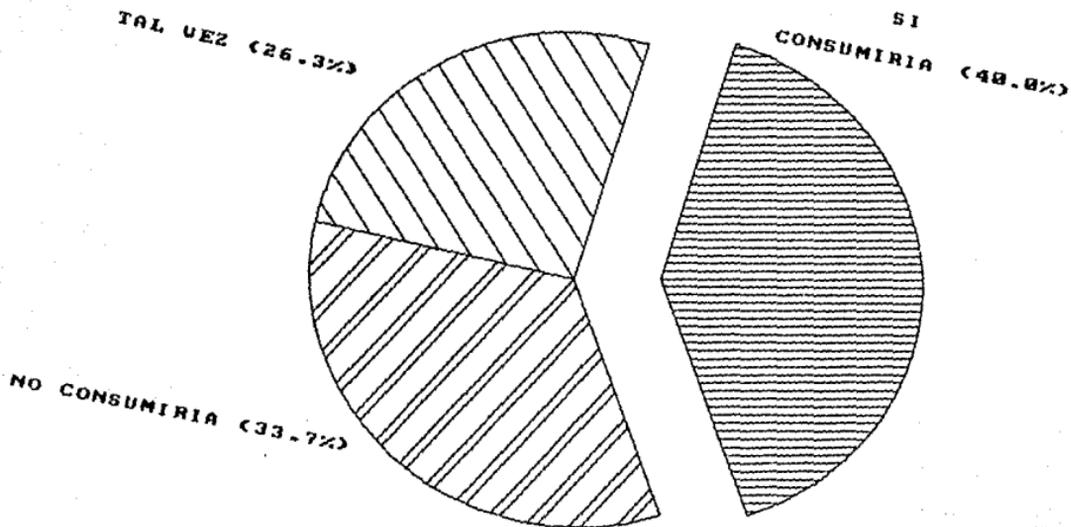
**TABLA # 7 CONSUMO POTENCIAL DE
HELADO DIETETICO.**

EDAD	SI CONSUMIRIA		NO CONSUMIRIA		TAL VEZ		TOTAL
	F	%	F	%	F	%	
12-19	4	38.78	7	53.84	2	15.38	13
20-26	11	28.96	17	44.73	10	26.31	38
27-32	5	58	2	28	3	38	18
33-38	9	56.25	3	18.75	4	25	16
39-44	5	62.58	8	8.8	3	37.58	8
45-50	1	28	2	48	2	48	5
51-56	2	66.66	8	8.8	1	33.33	3
57-62	1	58	1	58	0	0.0	2
TOTAL	38		32		25		95
% DE MUESTRA TOTAL	40.8	%	33.7	%	26.3	%	

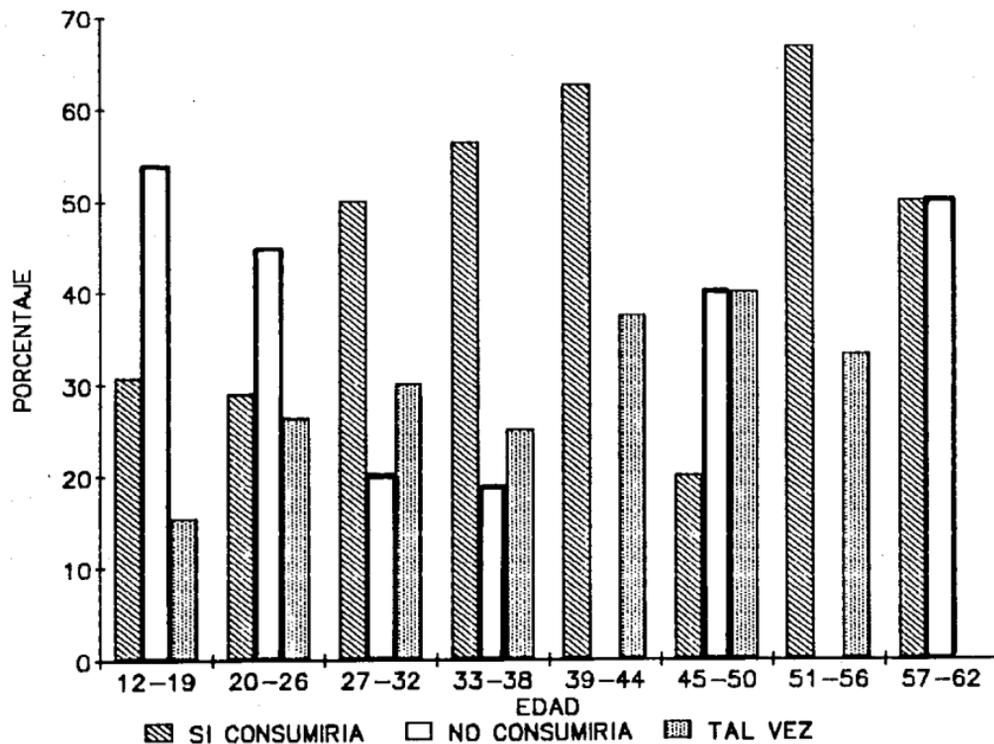
NOTA: N = 95 personas encuestadas.

GRAF. 7A

CONSUMO POTENCIAL DEL HELADO DIETETICO
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



GRAF.7B CONSUMO POTENCIAL H.DIETETICO
POBLACION ENCUESTADA (N=95)



5.1.2. RESULTADOS DE LOS ANALISIS HECHOS A LOS HELADOS COMERCIALES

Las marcas elegidas para los análisis fisicoquímicos, comportamiento reológico, así como análisis microbiológicos fueron las tres marcas más conocidas desde hace varios años en nuestro país, de acuerdo con el análisis de mercado, las cuales se denominaron para su estudio como Muestra H (MH), Muestra D (MD) y Muestra Y (MY); Así mismo de acuerdo con lo visto en el análisis de mercado, el sabor preferido fue el de vainilla para los tres helados comerciales.

5.1.2.1 RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS

Los resultados correspondientes a estos análisis, se muestran en el cuadro # 13 A.

En cuanto al porcentaje de cenizas osciló entre 0.633% y 0.7633% siendo el menor para las muestras Y (MY), y mayor para las muestras D (MD). En el caso de la acidez está varió entre 0.1706% y 0.195% en donde el primero corresponde a las muestras H (MH) y el segundo nuevamente a las muestras D (MD). Para la proteína se obtuvo el valor más bajo de 2.87% para las muestras MH con respecto al más alto que fue el de 3.2% para las muestras MD. Para los resultados de grasa se obtuvo el valor más bajo de 9% para las muestras MY y el más alto de 3.2% para las MD. En el caso de la humedad el valor mínimo fue de 62.33% para MH y el máximo fue 64.54% para las muestras MD. Los azúcares reductores van de 5.17% a 5.22% para las muestras MD y MY respectivamente. Los °Bx tienen valores entre 24.53 y 36.26 para las muestras MY y MD respectivamente. Para los azúcares reductores totales los valores son 11.19% y 12.28% el primer dato corresponde a las muestras MD y el segundo a las MY.

En cuanto a los resultados obtenidos de las otras pruebas: La densidad con valores entre 1.0289 y 1.0657 g/ml para las muestras MY y MH respectivamente. El overrun tuvo un menor porcentaje para las muestras MH con 61.33% y uno mayor para las muestras MY con valor igual a 86.33%. El valor de pH mínimo fue igual a 6.25 para las muestras MY y de 6.53 para las MD.

Para los sólidos no grasos (SNG), el valor mínimo fue igual a 24.12% (MD) y el máximo fue igual a 27% (MY).

Cuadro #13A Resultados Analisis Fisicoquimicos a Helados Comerciales.

MUESTRA	CENIZAS	ACIDEX	PROTEINA	GRASA	HUMEDAD	ARD	"Bx	ART	δ	OUERRUH	PH	SNG
PROMEDIO N. V	0.633x	.173	2.9x	9x	64x	5.22x	24.53	12.28x	1.0289	86.33x	6.25	27x
PROMEDIO N. H	0.74x	.1706	2.87x	10.66x	62.33x	5.18x	33.46	11.26x	1.0657	61.33x	6.36	26.93x
PROMEDIO N. B	0.7633x	.195	3.2x	11.33x	64.54x	5.17x	36.26	11.19x	1.0641	65.66x	6.53	24.12x
PROMEDIO P. N. 33	0.58 x	.18	4.0 x	10.8x ⁿ	62 x	5.8x	-	--	--	100 x ⁿⁿ	6.5	26 x

Ø Estos datos son un promedio de datos reportados bibliograficamente 2, 9, 12, 27, 29, 62, 99.

n Segun la NOM, como minimo establece un 8 x .

nn Como maximo segun NOM.

De acuerdo al promedio de datos reportados bibliográficamente así como a la NOM (ver cuadro # 13 a), se determinó que todos los helados comerciales se encuentran dentro de los límites establecidos, con algunas variaciones, las cuales aún así no son considerables, esto es debido a la diferencia de formulación existente de una marca a otra.

5.1.2.2 RESULTADOS DEL ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO

Para el tratamiento de resultados del análisis del comportamiento reológico, se tomaron lecturas en un viscosímetro Brookfield RVT 115 a las siguientes velocidades dadas en r.p.m. (N1): 0.5, 1.0, 2.5, 5, 10, 20, 50 y 100, en sentido creciente y decreciente.

El comportamiento reológico de cada una de las muestras se puede observar en las gráficas #8A, 8B y 8C, todas las determinaciones fueron realizadas a una temperatura constante de 9°C. Las lecturas obtenidas para cada uno de los helados comerciales se muestran en la tabla #8. Se hace hincapié en que las determinaciones se realizaron por triplicado a cada helado; con excepción de la muestra MY para la cual se analizaron cuatro muestras, debido a valores variables obtenidos, ver cuadro #14.

Se obtuvo para todas las muestras analizadas un comportamiento reológico correspondiente a fluidos No Newtonianos, con propiedades de fluido pseudoplástico, ya que el valor de n es < a 1 (menor) en todos los casos $23.41.90$.

Como se puede apreciar en el cuadro # 14 el índice de consistencia (k) promedio más bajo que se obtuvo fue para la muestra H (k = -0.356); por lo que se puede determinar que la muestra de cuerpo más consistente fue la muestra Y (k = 0.3475) y la menos consistente reológicamente la muestra H, observándose así mismo un tiempo de derretido más corto para ésta muestra que para las demás. Para los valores de n se obtuvo que la n promedio menor fue para la muestra H (dándonos así un helado más suave, de percepción bucal más suave que las demás muestras).

CUADRO #14 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO EN HELADOS COMERCIALES.

NUESTRA	μ		
	n	k	c
MY1	0.40	0.40	0.994
MY2	0.50	0.27	0.995
MY3	0.56	0.37	0.998
MY4	0.43	0.35	0.984
PROMEDIO	K=0.3475 ANTILOG=2.22		
MM1	0.67	-0.387	0.994
MM2	0.73	-0.335	0.996
MM3	0.78	-0.347	0.994
PROMEDIO	K = -0.356 ANTILOG = 0.44		
MD1	0.40	0.093	0.993
MD2	0.45	0.032	0.987
MD3	0.42	0.078	0.993
PROMEDIO	K = 0.1033 ANTILOG = 1.268		

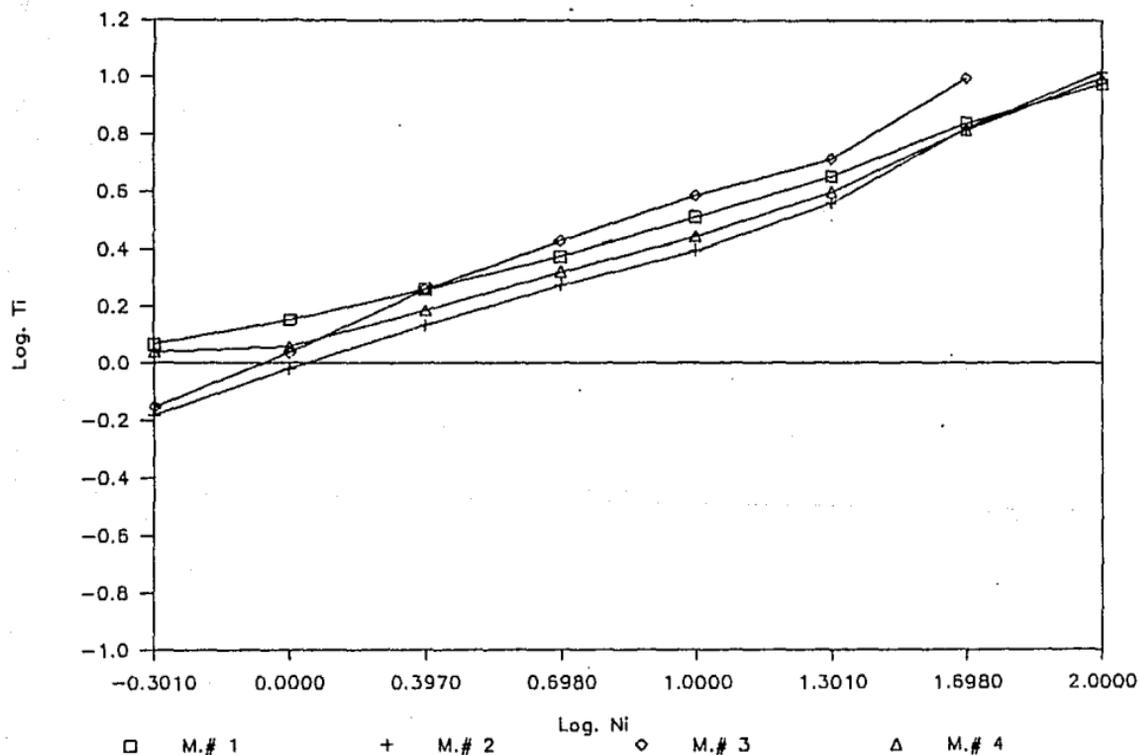
** Ver anexo 1.

TABLA # 8 COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE HELADOS COMERCIALES.

Log. Ni (x)	-0.3818	0.8888	0.3978	0.6988	1.0000	1.3818	1.6988	2.0000
Log. Yi (Y)	M.V.							
	a) 0.8668	0.1518	0.2628	0.3768	0.5118	0.6558	0.8418	0.9788
	b) -0.1848	-0.8218	0.1328	0.2768	0.3958	0.5618	0.8228	1.0218
	c) -0.1538	0.8348	0.2628	0.4298	0.5868	0.7158	0.9998	
	d) 0.8398	0.8578	0.1868	0.3218	0.4448	0.5998	0.8188	0.9998
Log. Yi (Y)	M.H							
	a) -0.9248	-0.7498	-0.5638	-0.3938	-0.153	0.0538	0.3658	0.6438
	b) -0.9248	-0.7488	-0.5898	-0.3228	-0.879	0.1518	0.4738	0.7788
	c) -1.1468	-0.6948	-0.4628	-0.2718	-0.055	0.1728	0.4978	0.7868
Log Yi (Y)	M.D							
	a) -0.2348	-0.1538	-0.8498	0.0758	0.1898	0.3188	0.5838	0.6658
	b) -0.3334	-0.2169	-0.8984	-0.8298	0.1583	0.2024	0.5243	0.7239
	c) -0.2918	-0.1763	-0.8552	0.8712	0.1619	0.3868	0.5133	0.6946

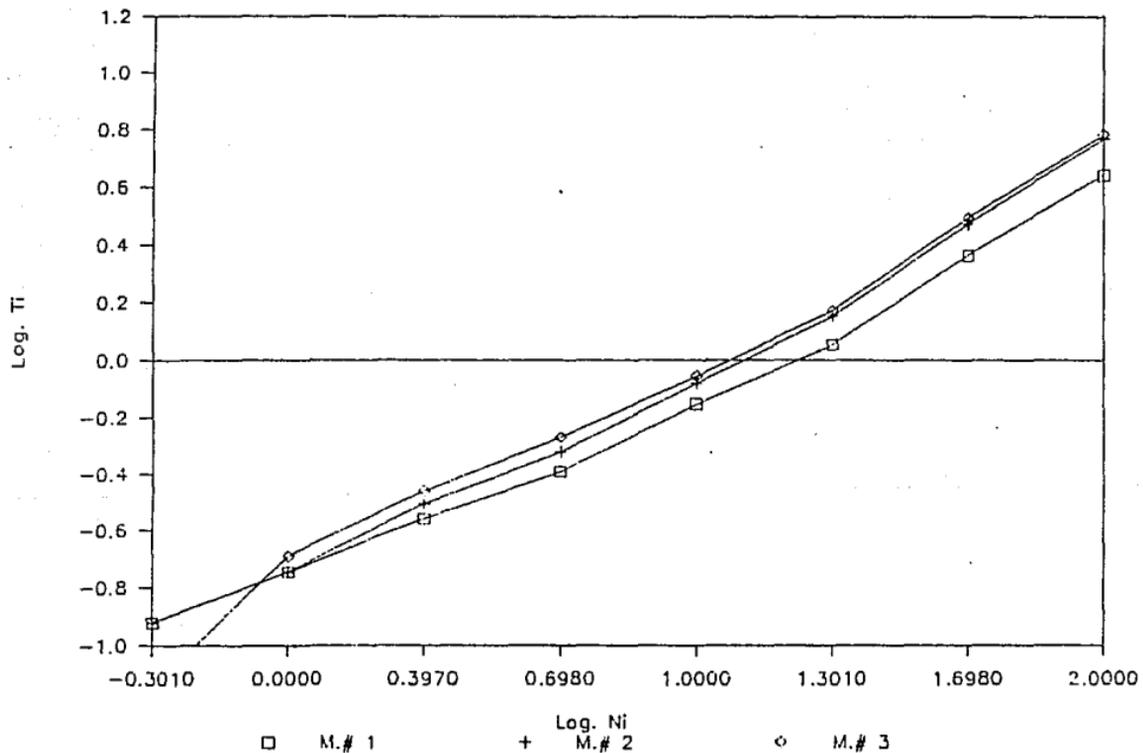
GRAF. 8A COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE HELADO COMERCIAL

HELADO M.Y

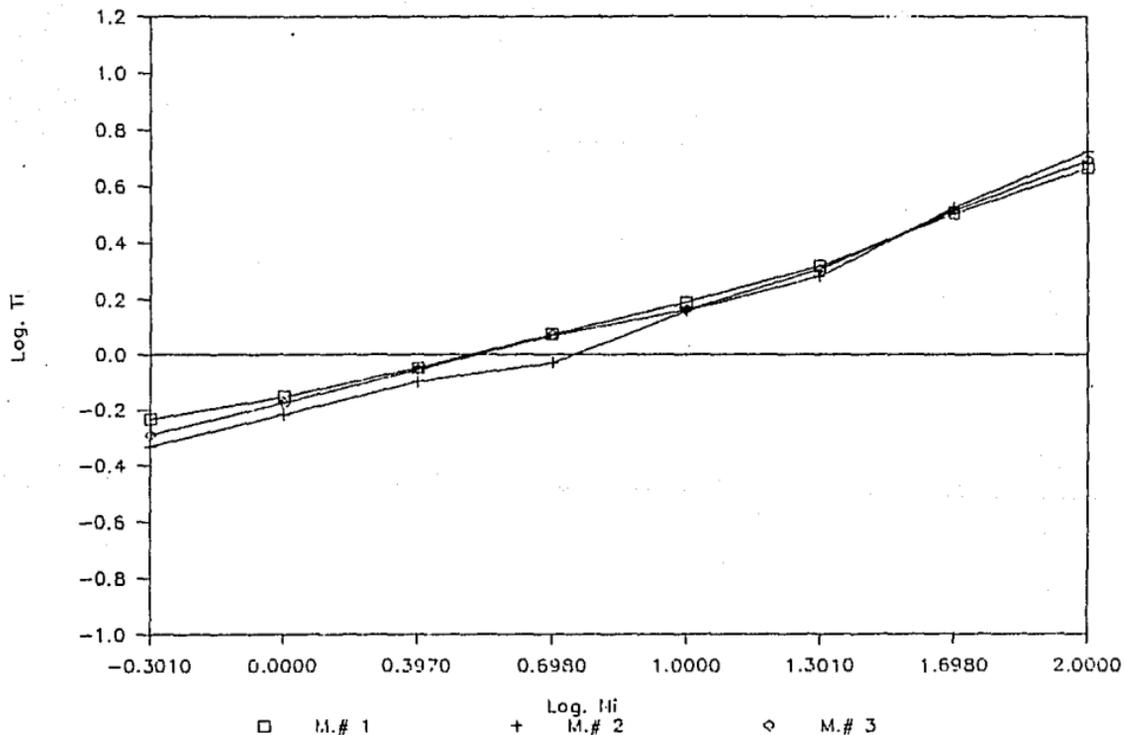


GRAF. 8B COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE HELADO COMERCIAL

HELADO M.H



GRAF. 8C COMPORTAMIENTO REOLOGICO DE HELADO COMERCIAL
HELADO M.D



5.1.2.3 RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Para el caso del análisis microbiológico en ésta etapa del trabajo se obtuvieron los siguientes resultados :

**Cuadro #15 Resultados Analisis Microbiologicos
a Helados Comerciales.**

PRUEBA MICROBIOLÓGICA	MUESTRA Y	MUESTRA H	MUESTRA D	NIVEL PERMITIDO*
Cuenta Coliformes.	20 col/g	50 col/g	10 col/g	- 100 col/g
Cuenta Coliformes Fecales.	NEGATIVA	NEGATIVA	NEGATIVA	NEGATIVA
Cuenta Bacterias Mesofilicas aerobias.	--	--	--	- 100 000 col/g
Determinacion de Salmonella.	NEGATIVA	NEGATIVA	NEGATIVA	NEGATIVA
Cuenta Estafilococcus aureus.	NEGATIVA	NEGATIVA	NEGATIVA	NEGATIVA

* Segun la NOM.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis Microbiológico (ver cuadro # 15), se puede observar que todas las muestras de Helado comercial, se encuentran dentro del nivel aceptado por la Norma Oficial Mexicana para Helados, ésta determinación representa una de las más importantes dentro del aspecto de control de calidad de todas las compañías elaboradoras de helado ya que es la determinación final del producto terminado y de la cual depende que un producto sea aceptado o rechazado para su distribución y posterior venta.

Cabe mencionar que estas determinaciones microbiológicas también se realizan a todas las materias primas que intervienen en la elaboración de los helados, a fin de verificar la calidad de estas así como de evitar posibles contaminaciones, por usar materia prima en mal estado. Esto aunado a las cuatro principales acciones que se deben llevar a cabo para asegurar la calidad microbiológica de un producto alimenticio: 1.- Control del proceso. 2.- La integración de la calidad Microbiológica en el producto por medio de la formulación. 3.- El uso de Materiales de Empaque apropiados y de etiquetas con la información sobre manejo para el consumidor 4.- usar condiciones de procesamiento que controlen o destruyan microorganismos patógenos; da como resultado un helado de calidad con las características microbiológicas aptas para su consumo.

5.1.3 RESULTADOS DE LA SELECCION DE FORMULA PARA HELADO STANDARD.

Los resultados para cada una de las formulaciones mencionadas en el capítulo anterior (cuadros # 10, # 11 y # 12) son los siguientes:

Para esta parte del trabajo se eligió una combinación de dos estabilizantes, los cuales reunieran las propiedades funcionales buscadas : inhibición de cristales y con textura suave (según lo reportado bibliográficamente), afin de obtener un producto de buenas características de cuerpo y textura.

El estabilizante elegido fué la Goma Carboximetil celulosa CMC (la cual se aplico en un principio sola como único estabilizante ya que es recomendado para su uso en productos alimenticios congelados, asi como en productos dietéticos 2-27.00); Se hicieron pruebas con la combinación de otro estabilizante, con la finalidad de obtener un producto de buenas características, este estabilizante fué la Goma Guar y se aplicaron al nivel recomendado para estabilizantes.

FORMULACION STANDARD

A la formulación standard elegida se le adicionó el nivel establecido de antemano para el total de estabilizante de 0.250 % con variaciones para cada estabilizante, partiendo de 100 % para la Goma CMC, hasta llegar a la combinación 45 % G.CMC - 55% G.Guar, en todos los casos los demás ingredientes de la formulación se mantuvieron constantes; la temperatura final de la mezcla (-3 °C); asi como temperatura inicial y condiciones generales de elaboración fueron constantes en todas las formulaciones.

FORMULACION 1

CMC 100 % (ver cuadro #10), Con ésta formulación se obtuvo un producto duro y de textura aspera, este tipo de textura es debido a la presencia de cristales de hielo de tamaño irregular. Aunque ésta formulación no presentó las características deseadas en relación al standard elegido, sirvió de modelo para las siguientes formulaciones en las cuales se adicionó Goma Guar con diferentes porcentajes de aplicación.

FORMULACION 2

CMC 70% - Goma Guar 30% (ver cuadro #10). El producto que se obtuvo presentó consistencia parecida a la formulación 1, aunque menos dura, aún con textura áspera al paladar, lo cual no es aceptado por los consumidores ya que es considerado un defecto de fabricación o por mal manejo del producto durante su almacenamiento, distribución o en los expendios de venta.

Se prosiguió a probar la siguiente formulación propuesta, tomando en cuenta los resultados obtenidos para ésta formulación.

FORMULACION 3

CMC 60% - Goma Guar 40% (ver cuadro #10). Con ésta formulación se obtuvo un producto de textura ligeramente áspera, mejor que la formulación 2, con mejor propiedad de palatabilidad, de cuerpo manejable, lo que la hace más aceptable que la formulación 2.

FORMULACION 4

CMC 50% - Goma Guar 50% (ver cuadro #10), con éste porcentaje de cada estabilizante se obtuvo un producto semejante al helado comercial, de buena consistencia; con textura uniforme y tersa, de sensación agradable al paladar, esta formulación presentó en general buenas características de textura y cuerpo, obteniéndose una formulación con propiedades generales de palatabilidad y consistencia aceptables por parte de los consumidores de helado.

FORMULACION 5

CMC 45% - Goma Guar 55% (ver cuadro #10). El resultado de ésta formulación fué un producto de textura ligeramente hielosa de apariencia un poco húmeda, con percepción ligeramente áspera al paladar, propiedad negativa para la aceptación del producto frente a consumidores.

La formulación que presentó las características más adecuadas, fué la formulación 4 con un porcentaje del 50% - 50% de cada uno de los estabilizantes; ya que presentó las mejores características de consistencia, textura (uniforme y tersa) y apariencia, además de ser la más parecida a un helado comercial.

Tomando en cuenta las observaciones anteriores se seleccionó como la formulación base adecuada para continuar realizando los demás ajustes para la obtención de la fórmula deseada. Para esto se busco un ingrediente que substituyera las propiedades del azúcar, pues hasta este momento no se había eliminado la misma.

5.1.4 RESULTADOS DE LA FORMULACION DEL HELADO BAJO EN CALORIAS

Ya que una de las propiedades funcionales del azúcar en el helado además de conferir un sabor dulce, es la de proporcionar cuerpo y textura al mismo, se propuso el uso de polidextrosa en la formulación para substituir esas propiedades funcionales; debido a que es un agente adecuado para espesar productos bajos en calorías y su uso es recomendado en postres congelados³⁻⁷⁰⁻⁷¹.

5.1.4.1 FORMULACIONES PROPUESTAS PARA HELADO BAJO EN CALORIAS

La primera formulación preparada se elaboró substituyendo en su totalidad el azúcar, (ver cuadro # 11 formulación propuesta por Nutrasweet Co. / Nutriquim México S.A. de C.V.), por polidextrosa tipo N, adicionándose en un 21 % con disminución del porcentaje de agua en esta formulación con respecto a la formulación standard elegida.

Los resultados obtenidos de ésta prueba fueron poco satisfactorios ya que el producto final presentó textura dura, con sensación arenosa defecto que esta estrechamente relacionado con : la composición de la mezcla base, con los ingredientes utilizados, características fisicoquímicas de la mezcla base, métodos de proceso y con el método de congelamiento entre otros factores, tomando en cuenta que el proceso de elaboración y congelación de esta formulación fué el mismo que el empleado en las formulaciones anteriores y considerando que el aumento de SNG muestra un efecto sobre la textura del helado, así como el papel tan importante que desempeña el contenido de azúcar dentro del helado no solo como endulzante, sino en la textura, ya que a un mayor contenido de azúcar se obtiene un producto de textura más tersa debido a que el punto de congelación es bajado y la cantidad de material no congelado aumenta; así como a que el azúcar retiene una porción del agua para hidratarse; se continuó variando el nivel de aplicación de la polidextrosa en las formulaciones siguientes. La temperatura final de la mezcla fué de -3°C, al igual que en las formulaciones anteriores.

Hay que resaltar que aunque las propiedades funcionales no fueron las esperadas, la formulación si presentó aumento de volumen.

La formulación antes mencionada fué preparada por ser la propuesta por Nutrasweet Co., aunque los estabilizantes sugeridos fueron empleados en otra proporción a la utilizada en las formulaciones anteriores.

FORMULACION 6

Para esta formulación (ver cuadro #11) se utilizarón los porcentajes previamente determinados para los estabilizantes, y se disminuyó la cantidad de polidextrosa a 17 %, ya que en la formulación standard el porcentaje de azúcar es 17. Para esta formulación no hubo otro cambio significativo dentro de los porcentajes de los ingredientes en la formulación standard, por otro lado el promedio de los porcentajes propuestos para polidextrosa por Nutrasweet Co. es igual a 16.43 %.

En esta formulación se observó la formación de cristales de hielo, se obtuvo un producto de textura hielosa, por lo anterior y tomando en cuenta lo reportado por quienes sugieren el uso de maltodextrinas para substituir las propiedades funcionales de la sacarosa en helados, la adición de maltodextrinas puede disminuir el tamaño de los cristales de hielo al bajar el punto de congelación de la mezcla base. Se empleó para las siguientes formulaciones con diferentes niveles de variación a fin de determinar cual es la proporción adecuada para obtener un producto con las características de cuerpo y textura deseadas.

Tomando en cuenta lo reportado para maltodextrinas, se empleó para las siguientes formulaciones Maltodextrina 130 D.E (Dextrosa Equivalente), por ser usada en productos lácteos como helados y postres congelados, por sus propiedades inhibidoras de cristales, de estabilización, de control del punto de congelación y de cuerpo que confieren.

FORMULACION 7

Para esta formulación se partió de un porcentaje del 50% Maltodextrina y 50% de Polidextrosa con fines de análisis de estudio del comportamiento de los mismos combinados a este nivel.

Con esta formulación (ver cuadro # 11) se observó un mejor cuerpo, con disminución de la formación de cristales de hielo aunque con textura arenosa, característica no aceptada por los consumidores; Tomando en cuenta estas observaciones y considerando que dada la naturaleza de la maltodextrina que es un polisacárido, se tiene un aporte de calorías, por lo cual se tendió a disminuir el porcentaje de la misma dentro de la formulación.

FORMULACION 8

Polidextrosa 60% - Maltodextrina 40% (ver cuadro # 11), Al disminuir el porcentaje de maltodextrina presente en la formulación se obtuvo una mejor textura, ya que disminuyó la arenosidad, siendo además una muestra más manejable que la anterior.

Tomando en cuenta el resultado obtenido para ésta formulación se consideró favorable la disminución del porcentaje de la maltodextrina presente, por lo que se realizaron las siguientes formulaciones a fin de obtener la consistencia y textura buscadas.

FORMULACION 9

Polidextrosa 70% - Maltodextrina 30%. De ésta formulación se obtuvo un producto con mejor palatabilidad con respecto a la formulación 8, aunque cabe mencionar que aún no se elimina del todo la sensación de cierta arenosidad, que demerita al helado, por otro lado en general el cuerpo obtenido es de mejor consistencia, más uniforme, manejable.

FORMULACION 10

Polidextrosa 80% - Maltodextrina 20% (ver cuadro #11). El producto obtenido presentó buena incorporación de aire, con textura tersa y firme, sin percepción de sensación arenosa, muy manejable, de aspecto agradable. Se obtuvo un producto de características semejantes a cualquier helado comercial de aceptación general.

FORMULACION 11

Polidextrosa 90% - Maltodextrina 10% (ver cuadro #11). El producto perdió la textura obtenida en la formulación anterior, siendo un poco dura, se observarán nuevamente la presencia de cristales de hielo pequeños.

En base a los resultados anteriores se determinó que la formulación buscada, por reunir las características de cuerpo firme, textura tersa, con buena incorporación de aire, así como con adecuado aumento de volumen fué la formulación 10, con 80 % polidextrosa - 20 % maltodextrina.

Una vez obtenida la formulación con las propiedades buscadas se comenzaron las pruebas con **aspartame**, para determinar un nivel adecuado en conjunto con el saborizante de vainilla elegido a nivel constante para todas las formulaciones.

FORMULACION 12

Aspartame 700 ppm (ver cuadro # 12), el sabor es muy dulce con cierto resabio, por lo que el sabor a vainilla se enmascara.

FORMULACION 13

Aspartame 650 ppm (ver cuadro # 12), el sabor es dulce, pero sin enmascarar el sabor a vainilla, percibiendose un sabor agradable, su sabor es muy natural.

FORMULACION 14

Aspartame 600 ppm (ver cuadro # 12), con este nivel se obtuvo un producto de sabor dulce, aunque no tan agradable como la formulación anterior.

FORMULACION 15

Aspartame 550 ppm (ver cuadro # 12), al aplicar este nivel de aspartame, se obtuvo un producto ligeramente dulce, por lo que se puede decir que es algo desabrido.

FORMULACION 16

Aspartame 500 ppm (ver cuadro # 12), el sabor que se obtuvo de esta formulación fue muy bajo, determinandose como desabrido, carente de ese sabor dulce propio del helado de vainilla, propiedad que lo hace ser tan aceptado por los consumidores de helados.

De acuerdo a los resultados obtenidos para cada una de las formulaciones anteriores se determino que el nivel de aspartame adecuado para el producto es el de la formulación 13, 650 ppm, por presentar sabor agradable, dulce pero sin enmascarar el sabor a vainilla del helado; dando así como resultado un producto de características de cuerpo, textura y sabor agradables.

5.1.5 RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL HELADO
CON ASPARTAME.

Una vez obtenida la formulación deseada se sometió a los diferentes análisis (físicoquímicos, reológicos y microbiológicos). Para estos análisis se hizo un triplicado, con fines comparativos del helado con los comerciales.

5.1.5.1 RESULTADOS DEL ANALISIS FISICOQUIMICO DEL
HELADO CON ASPARTAME.

El valor promedio obtenido para la determinación de las cenizas fué de 0.654%, para la acidez se obtuvo un promedio de 0.246%, en el caso de las proteínas se obtuvo un valor promedio de 2.873%, mientras que para la grasa se obtuvo un promedio de 8.5%, para humedad es de 62.60%, los azúcares reductores directos 5.35%, para azúcares reductores totales 5.23%, con respecto a la densidad 1.098 g / ml para pH igual a 6.23, de Overrun 38.66%, de °Bx igual a 36.8% y por último sólidos no grasos 28.89% .

Se puede determinar con los datos obtenidos de la formulación que el producto obtenido se encuentra dentro de los niveles promedio de proteína, humedad y densidad de los helados comerciales, con un aumento de SNG, encontrándose una disminución en el overrun obtenido para este helado de 38.66 % contra el promedio de 71 % para los helados comerciales , esto es debido a las propiedades en sí de productos sin sacarosa, en los cuales se ha comprobado que el máximo overrun para obtener propiedades adecuadas de textura es del 40% ²⁰.

Se observo una disminución considerable de los ART con respecto a los helados comerciales debido a la ausencia de sacarosa. Sin embargo los azúcares presentes son proporcionados por ingredientes tales como Polidextrosa y Maltodextrina. Esta disminución además repercute en el aporte de calorías del producto que aunado a la disminución de grasa (otro de los ingredientes que aportan calorías), nos proporciona un producto bajo en calorías.

Cuadro # 13b Analisis de Resultados Fisicoquimicos para Helado Con Aspartame.

MUESTRA	CENIZAS	ACIDEZ	PROTEINA	GRASA	HUMEDAD	ARD	oBx	ART	δ	OVERRUN	pH	SNG
PROMEDIO N.ASP.	0.654%	.3533	2.873%	8.5%	62.60%	5.35%	36.8	5.23%	1.0980	38.66%	6.23	28.8%
PROMEDIO N.SD.	0.50%	.18	4.0 %	10 % [#]	62.0%	5.0%	--	--	--	100 % ^{**}	6.5	26 %

Estos datos son un promedio de datos reportados bibliograficamente 2, 3, 12, 27, 29, 62, 99.

Minimo de 8% segun la NOM.

** Como maximo segun NOM.

El producto obtenido es bajo en calorías, ya que aporta 107 Kcal con respecto a las 157 Kcal que nos aporta otro tipo de helados, el promedio de ésta reducción es del 37%, se requiere de una disminución mínima de 30% del aporte calórico para considerar un alimento bajo en calorías.

Cabe mencionar que del total de polidextrosa que se consume sólo se asimila en el organismo el 50 %.

Los datos anteriores se resumen en el cuadro # 13 b de análisis de resultados fisicoquímicos para el helado con aspartame.

5.1.5.2 RESULTADOS DEL ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO DEL HELADO CON ASPARTAME

Los resultados obtenidos en ésta parte del trabajo se resumen en el cuadro # 16, las determinaciones se realizarón por triplicado al helado con aspartame.

CUADRO #16 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO REOLOGICO EN HELADO CON ASPARTAME.

MUESTRA	μ
MO1	$\bar{x} = 0.53$ $s = -0.001$ $r = 0.996$
MO2	$\bar{x} = 0.55$ $s = -0.122$ $r = 0.996$
MO3	$\bar{x} = 0.53$ $s = -0.144$ $r = 0.994$
PROMEDIO	$\bar{x} = -0.1163$ $ANTILOG = 0.765$

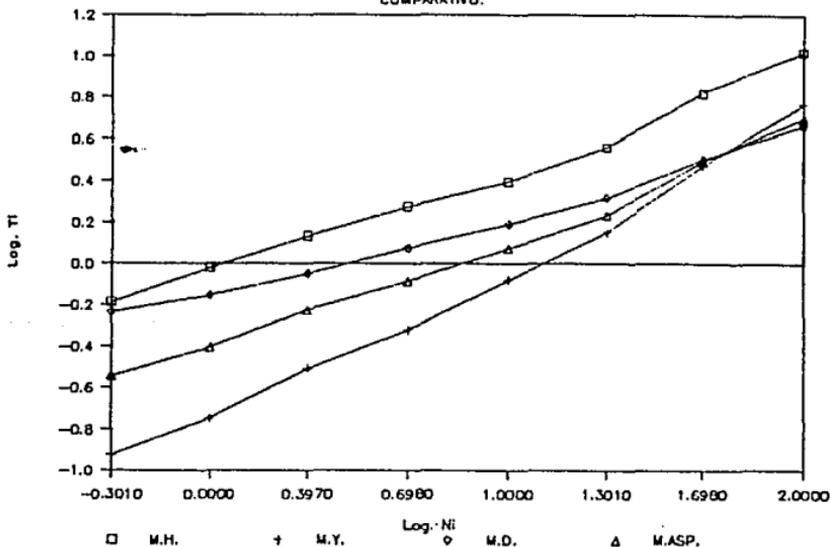
Ver anexo 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis del comportamiento reológico (cuadro #16), se puede determinar que el helado con aspartame presenta un comportamiento de fluido No Newtoniano, con propiedades de fluido pseudoplástico, presentando el mismo comportamiento reológico que los helados comerciales, ver gráfica # 9

TABLA # 9 COMPORTAMIENTO REOLOGICO
COMPARATIVO.

Log. Ni (x)	-0.3010	0.0000	0.3970	0.6980	1.0000	1.3010	1.6980	2.0000
Log. Ti (Y)	M. - Y.							
	-0.1840	-0.0210	0.1320	0.2760	0.3950	0.5610	0.8220	1.0210
	M. - H.							
	-0.9240	-0.7480	-0.5890	-0.3220	-0.0790	0.1510	0.4730	0.7780
	M. - D.							
	-0.2340	-0.1530	-0.0490	0.0750	0.1890	0.3180	0.5030	0.6650
M. - ASPARTAME								
-0.5442	-0.4059	-0.2255	-0.0856	0.0712	0.2339	0.4955	0.6998	

GRAF. 9 COMPORTAMIENTO REOLOGICO.
COMPARATIVO.





FOTOGRAFIA C

FOTOGRAFIAS C Y D MUESTRAN LA MEZCLA BASE OBTENIDA PARA EL HELADO CON ASPARTAME, EN LA SEGUNDA IMAGEN SE OBSERVA EL DESPLAZAMIENTO DE LA MISMA, PARA LA CUAL SE DETERMINO UN COMPORTAMIENTO DE FLUIDO NO NEWTONIANO CON PROPIEDADES DE FLUIDO PSEUDOPLASTICO.



FOTOGRAFIA D

5.1.5.3 RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Para los análisis Microbiológicos efectuados a la muestra con aspartame se obtuvieron los siguientes resultados ver cuadro#17:

**Cuadro# 17 Resultados Analisis Microbiologicos
a Helado Con Aspartame.**

PRUEBA MICROBIOLÓGICA	H. ASPARTAME	NIVEL PERMITIDO(NOM)
Cuenta Coliformos.	10	- 100 col/g
Cuenta Coliformos Fecales.	--	NEGATIVA
Cuenta Bacterias Mesofilicas aerobias.	--	- 100 000 col/g
Determinacion de Salmonella.	--	NEGATIVA
Cuenta Estafilococcus aureus.	--	NEGATIVA

El helado con aspartame se encuentra dentro de los niveles microbiológicos aceptados por la NOM, de acuerdo a los resultados del cuadro # 17.

5.1.6 RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL

Todos los resultados fueron obtenidos de 26 jueces semientrenados, cuyas pruebas se realizaron en el laboratorio de evaluación sensorial de la Universidad Simón Bolívar, obteniéndose los resultados de acuerdo a los formatos #2, 3 y 4; los cuales se detallarán en el capítulo IV. Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro #18 :

Cuadro # 18 Análisis de Resultados de Evaluación Sensorial.

EVALUACION	X	Ji ² fórmula	Ji ² tabla	%	
COLOR (VER ANEXO 3)	PAR 1				
	13	11.076	2.706	57.7 %	
	PAR 2				
	9	1.26	2.706	96.2 %	
	PAR 3				
	8	0.3077	2.706	98.6 %	
SABOR (VER ANEXO 3)	PAR 1				
	17	30.76	2.706	6.4 %	
	PAR 2				
	12	7.69	2.706	72.1 %	
	PAR 3				
	5	0.3077	2.706	99.9 %	
TEXTURA (VER ANEXO 4)	PAR 1				
	15	19.69	3.84	55.7 %	
	PAR 2				
	24	80.92	3.84	--*	
	PAR 3				
	17	30.76	3.84	16.9 %	
DULZURA (VER ANEXO 5)	M.	N.V	N.H	N.D	N.AS
	5.N	54	67	77	61

X = RESPUESTAS ACERTADAS.
 % = PROBABILIDAD DE JUICIOS CORRECTOS EN 26 COMPARACIONES.
 *NOTA = EN TODOS LOS CASOS : n= 26 jueces, nivel de significancia ≤ 0.05
 M = MUESTRA S.R = SUMA DE RANGOS.

5.1.7 RESULTADOS DE ANALISIS DE COSTOS

En ésta etapa se evaluarón los costos variables del producto como se mencionó en el capítulo IV; tomando como base sólo el costo de la materia prima.

El análisis de costos del helado bajo en calorías, para un litro fué :

INGREDIENTES	CANTIDAD	PRECIO PESOS
Agua	656.0 ml.	\$ 8.39
Grasa	100.0 ml.	\$ 261.50
Leche Descremada	60.0 g.	\$ 441.00
Sólidos de Leche	30.0 g.	\$ 57.00
Estabilizantes y Emulsificantes	2.5 g. 2.5 g.	\$ 32.50
Polidextrosa	119.6 g.	\$ 1510.00
Maltodextrina	29.9 g.	\$ 55.91
Aspartame	650 ppm	\$ 233.84
Colorante y Saborizante	1 ml.	\$ 20.00

COSTO TOTAL \$ 2,620

Contra el costo estimado para las materias primas de un helado comercial de \$ 1 300.00 pesos por litro, aun siendo el doble es importante notar que presenta buenas perspectivas de comercialización ya que es costeable la producción de éste, si se toma en cuenta que los productos bajos en calorías estan enfocados a sectores de consumo especificos, dispuestos a pagar la diferencia de precio a cambio de los beneficios que estos representan para su salud e intereses personales.

**COSTO ACTUAL DEL LITRO DE ALGUNOS HELADOS COMERCIALES
(Junio-Julio 1991)**

Helado Yom-Yom	\$ 12,000.00
Helado Holanda	\$ 12,500.00
Helado Danesa	\$ 12,700.00
Helado Bing	\$ 17,000.00

COSTO DE HELADOS BAJOS EN CALORIAS DE IMPORTACION

1.5 litros de Helado Weight Watchers \$ 24,000.00
(distribuido por Bing)

Estos costos incluyen el costo de la materia prima, producción, servicios, mano de obra, distribución y margen de ganancias entre otros.



FOTOGRAFIA E HELADO CON ASPARTAMEF.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- 1.- a) De acuerdo con los resultados del análisis de mercado, se encontro que el 45.3 % de la población encuestada consume helado una vez por mes, siendo los sabores preferidos vainilla y chocolate en un porcentaje del 42.21 % y 29.5 % respectivamente. Así mismo se determino como factor primordial para la elección de la marca preferida el sabor, el mayor porcentaje de las personas encuestadas afirmo preferir otras marcas de helado diferentes a las propuestas en la encuesta.
 - b) El 35.80 % de la población encuestada afirmo que restringe su consumo de helado debido a enfermedades tales como Diabetes Mellitus y obesidad. Cabe mencionar que de acuerdo a estadísticas del INEGI (1985) un 40% de la población adulta Mexicana padece Diabetes Mellitus, lo cual demuestra la gran necesidad de desarrollar alimentos adecuados para regimenes alimentarios especiales en México.
 - c) Según los datos obtenidos por medio de la encuesta realizada el 43.2 % de la población (N), mostro preferencia de consumo de helados bajos en calorías. En el caso de existir en el mercado este producto (helado sin azúcar) se determino que el potencial de consumo de éste es de un 40 %, lo cual nos indica que cada vez más personas se preocupan tanto por su salud como por su peso, sin embargo existe un sector importante de la población (26.3 %) que afirmo que tal vez lo llegaría a consumir siendo la principal limitante la falta de información veraz acerca de los productos bajos en calorías y sobre todo con respecto a los edulcorantes utilizados en éstos.
- 2.- a) Los análisis fisicoquímicos obtenidos para los helados comerciales, demostraron que estos se encuentran dentro del nivel promedio establecido, el comportamiento reológico de los mismos fué Pseudoplástico.
 - b) En cuanto a las pruebas microbiológicas todos los helados comerciales se encontraron dentro de los niveles establecidos por las NOM-F-253, NOM-F-254, NOM-F-304, NOM-F-308 y NOM-F-310-S.

3.- a) De acuerdo a las formulaciones propuestas para helado standard, la formulación que presentó las características más adecuadas, fué la formulación #4, con un porcentaje del 50% de CMC y 50 % de Goma Guar; ya que presentó las mejores características de consistencia, textura y apariencia.

b) Así mismo la formulación #10 para helado bajo en calorías con un 80 % de polidextrosa y 20 % de maltodextrina, fué la que reunió las características de cuerpo firme, textura tersa, buena incorporación de aire y un adecuado aumento de volumen, además de ser la más parecida a un helado con azúcar.

c) El nivel óptimo encontrado para la adición de aspartame en la formulación final fué de 650 ppm, presentando un sabor agradable, dulce pero sin enmascarar el sabor a vainilla del helado.

4.- a) De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis químico proximal realizado al helado con aspartame se puede concluir que es bajo en calorías, ya que aporta 107 Kcal / 100 g con respecto a las aportadas por la misma cantidad de helado comercial, que van desde 157 a 185 Kcal de acuerdo al helado, dando una reducción en el helado bajo en calorías del 37% al 58% respectivamente.

b) Así mismo el overrun promedio obtenido para el helado bajo en calorías fué del 39 %, siendo éste un buen nivel de overrun, considerando que para éste tipo de productos los valores reportados bibliográficamente van del 20 al 40 %. Sin embargo estos valores son bajos si se comparan con los helados con azúcar comerciales que tienen un promedio del 80 % de overrun.

c) El comportamiento reológico del helado con aspartame es similar al de los helados comerciales con una $n < 1$, ($n = 0.5367$), siendo por tanto Pseudoplástico al igual que los helados comerciales analizados.

- d) El helado bajo con Aspartame se encuentra dentro de lo establecido por la NOM, tanto para los análisis microbiológicos como para los análisis fisicoquímicos.

5.- a) El helado bajo en calorías fué confundido en cuanto a color y sabor con una de las muestras comerciales presentadas a los jueces analíticos en las pruebas sensoriales (con un 5% de nivel de significancia), siendo éste un factor importante para la aceptación del producto, ya que por lo general los productos bajos en calorías tienen problemas de aceptación por la diferencia tan marcada de sabor.

- b) De los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de intensidad de dulzura, se puede concluir que el helado bajo en calorías fué significativamente diferente en dulzura a dos de las muestras de helado comercial evaluadas (en un caso con mayor percepción y en otro con menor percepción de dulzura), sin embargo los jueces no percibieron diferencia significativa con respecto a otra muestra comercial presentada, por lo que se puede decir que el helado con aspartame presentó un nivel de dulzura similar a uno de los helados comerciales analizados.

- c) Con respecto al atributo de cremosidad los jueces detectaron una diferencia del helado con aspartame y las muestras comerciales presentadas, diferencia que se atribuye a la disminución de grasa.

- d) Al analizar el costo del helado bajo en calorías con respecto a la materia prima se puede concluir que es un poco más elevado que el costo promedio de la materia prima utilizada para los helados comerciales (con azúcar); sin embargo puede competir con los precios del mercado para productos de régimen alimentario especial.

7.-a) Por tanto se concluye que el helado no sólo es un postre como siempre se le ha considerado, siendo un alimento de alto valor nutricional.

RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS POSTERIORES:

- A) Para el caso del análisis de mercado, ver factibilidad de penetración y promoción del producto en el mercado Mexicano.

- B) Como punto principal cabe mencionar que el presente trabajo puede enfocarse a una mayor reducción de calorías, donde se estudie ésta reducción en base a los estabilizantes como lo es el caso de las maltodextrinas, ya que estas son obtenidas por hidrólisis del almidón y por tanto aportan calorías, sin embargo el estabilizante que se elija deberá conferir al producto las características adecuadas de textura y cuerpo.

- C) Otro punto importante sería ver la posibilidad de obtener un mayor porcentaje de overrun en el producto, buscando alternativas en cuanto al equipo empleado.

- D) Así mismo se pueden llevar a cabo estudios más amplios en cuanto a evaluaciones sensoriales, para las formulaciones propuestas, realizando pruebas afectivas dirigidas a personas diabéticas, así como un perfil de sabor entre otras.

- E) Efectuarse además estudios más amplios del costo real del producto, tomando en cuenta todos los factores que llegan a estimar su valor.

ANEXOS

ANEXO 1

TRATAMIENTO REOLOGICO PARA HELADOS COMERCIALES

MUESTRA Y

MY1 TEMPERATURA = 9°C

V (Ni) (R.P.M.)	A 2	(Li)
0.5	9.8	9.2
1.0	11.9	9.6
2.5	15.4	12.6
5.0	20.0	15.5
10.0	27.3	19.3
20.0	37.6	26.6
50.0	58.4	47.2
100.0	80.0	79.0

- a) Siendo el valor constante de tabla para K at y con aguja del # 2 igual a 0.119.
- b) Se transforman los valores a esfuerzo cortante promedio, y a cada uno se les saca logaritmo ($\log T_i$), así como a los valores de Ni ($\log Ni$). Este paso corresponde a los incisos b, c y d del capítulo IV, 4.2.2.2.

$$\bar{T}_i = K \text{ at Li}$$

\bar{T}_i	$\log \bar{T}_i (y)$	$\log Ni (x)$
1.166	0.066	-0.301
1.416	0.151	0
1.832	0.262	0.397
2.380	0.376	0.698
3.248	0.511	1.000
4.474	0.650	1.301
6.949	0.841	1.698
9.520	0.978	2.000

- c) Se grafican $\log \dot{\epsilon}_i$ contra $\log N_i$ y se obtienen los siguientes valores :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.994 \\ K &= 0.1371 \\ n &= 0.402 \end{aligned}$$

- d) Con los valores obtenidos de $K n y$ y n , se calculan las velocidades de deformación promedio ($\dot{\epsilon}_i$) con la siguiente ecuación :

$$\begin{aligned} \dot{\epsilon}_i &= K n y (n) N_i \\ \dot{\epsilon}_i &= 0.535^{*}(0.4) N_i \end{aligned}$$

- * Este valor ($K n y$) se obtiene de las tablas, de acuerdo con Uso # 2.

$\dot{\epsilon}_i$ (seg-1)	Log $\dot{\epsilon}_i$
0.107	-0.970
0.214	-0.669
0.535	-0.271
1.070	0.029
2.140	0.330
4.280	0.631
10.700	1.029
21.400	1.330

- e) Con el valor de $\log \dot{\epsilon}_i$ (x) y el obtenido de $\log N_i$ (y) al graficar se obtienen los siguientes valores :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.994 \\ K &= 0.40 \quad \text{antilog} = 2.55 \\ n &= 0.40 \end{aligned}$$

NOTA: los valores de $\log N_i$ (x) para todos los resultados son constantes. Este tratamiento se uso para cada una de las muestras.

ANEXO 2

TRATAMIENTO REOLOGICO PARA HELADO CON ASPARTAME

MUESTRA DE HELADO CON ASPARTAME

MX1 T = 9 °C

V (Ni)	A (Li)	
	2	
0.5	2.4	2.4
1.0	3.3	3.1
2.5	5.0	4.6
5.0	6.9	6.3
10.0	9.9	9.1
20.0	14.4	13.4
50.0	26.3	24.2
100.0	42.1	41.2

K α t = 0.119

Ti	Log Ti (y)
0.2856	-0.5442
0.3927	-0.4059
0.5950	-0.2255
0.8211	-0.0856
1.1781	0.0712
1.7136	0.2339
3.1297	0.4955
5.0099	0.6998

α = 0.9964
K = -0.4239
n = 0.5344

$$\Gamma_i = (0.458) (0.5) N_i$$

Γ_i	$\text{Log } \Gamma_i (x)$
0.1145	-0.9412
0.2290	-0.6402
0.5725	-0.2422
1.1450	0.0588
2.2900	0.3598
4.5800	0.6609
11.4500	1.0588
22.9000	1.3598

$\alpha = 0.9964$
 $K = -0.081$
 $n = 0.5344$

antilog = 0.8299

ANEXO 3

METODO EMPLEADO PARA INTERPRETACION DE DATOS : DE LA EVALUACION SENSORIAL DE COLOR Y SABOR

Para la evaluación sensorial de color y sabor se utilizó la prueba de diferenciación Dúo - trío mencionada anteriormente en el capítulo IV; los resultados fueron analizados de la siguiente manera :

Hipótesis nula y alternativa (planteadas desde un principio)

Ho :

Color del Helado de Referencia = Color del Helado de Muestra
(helado con aspartame) (helado comercial)

H1 :

Color del Helado de Referencia \neq Color del Helado de Muestra
(helado con aspartame) (helado comercial)

PAR	X RESPUESTAS CORRECTAS
1	13
2	9
3	8

El tratamiento de resultados para el PAR 1 fué:

MUESTRAS 520 (helado con aspartame) / 101 (helado comercial)

- x = 13
- n = 26 jueces
- p = probabilidad de éxito = 0.50
- q = probabilidad de fracaso = 0.45
- np = 26 (0.5) (1 - 0.5) = 6.50
- R = referencia

NOTA : Ya que el nivel de significancia elegido es del 5 % ($\alpha = 0.05$).

Las hipótesis se evaluarón mediante fórmula y por tablas .
La fórmula para la obtención de Ji- cuadrada es:

$$J_i = \frac{\left(\frac{x}{n} - p \right)^2}{np(1-p)}$$

$$J_i = \frac{\left(\frac{13}{26} - 0.5 \right)^2}{6.5(1-0.5)} = \frac{0.036}{3.25} = 11.076$$

De tablas para una sola cola y con grados de libertad = 1, (ver apéndice II) tenemos que:

$$J_i = 2.706 < 11.076$$

Por lo que se rechaza la hipótesis nula para este par, con una probabilidad de juicios correctos del 57.7 % (z).
Probabilidad de juicios correctos en 26 comparaciones = 57.7 % de tablas de distribución binomial (ver apéndice III).
Para los otros pares 2 y 3 se realizó el mismo tratamiento de resultados, así como para la prueba de sabor.

ANEXO 4

METODO EMPLEADO PARA LA INTERPRETACION DE DATOS: DE LA EVALUACION SENSORIAL DE TEXTURA

Para esta evaluación se utilizó la prueba de diferenciación por comparación por pares, con dirección de la diferencia, el tratamiento de resultados es similar al anterior de Dúo - Trío (ya que la prueba Dúo -Trío es una prueba que deriva de la prueba de diferenciación por comparación por pares) :

Se partió de las Hipótesis nula y alternativa (planteadas desde el principio)

Ho :

Textura del helado con aspartame = Textura del helado comercial

H1 :

Textura del helado con aspartame \neq Textura del helado Comercial

PAR	Respuestas para el atributo de cremosidad	
	MUESTRA HELADO CON ASPARTAME	MUESTRAS HELADO COMERCIAL
1	11	15
2	2	24
3	9	17

El tratamiento de resultados para el PAR 1 fué :

MUESTRAS 701 (helado comercial) / 520 (helado con aspartame)

$$\begin{aligned}x &= 15 \\n &= 26 \\p &= 0.50 \\q &= 0.45 \\np &= 6.50\end{aligned}$$

NOTA : Ya que el nivel de significancia elegido es del 5 % ($\alpha = 0.05$)

Evaluando las hipótesis mediante fórmula y por tablas :

$$J_i^2 = \frac{(15 / 26 - 0.5)^2 \cdot 26}{0.5(1 - 0.5)} = \frac{64}{3.25} = 19.69$$

De tablas parados colas (ver apendice II) y con grados de libertad = 1 , tenemos que:

$$J_i^2 = 3.841 < 19.69$$

Por lo que se rechazó la hipótesis nula para éste par, con una Probabilidad de Juicios correctos en 26 comparaciones 55.7 % (z), de tablas de distribución binomial para dos colas, (ver apéndice V).

Para los pares 2 y 3 se realizó el mismo tratamiento de resultados.

ANEXO 5

METODO EMPLEADO PARA LA INTERPRETACION DE DATOS PARA LA EVALUACION DE INTENSIDAD DE DULZURA

Para la determinación de dulzura del helado bajo en calorías con respecto a los helados comerciales se utilizó un método cuantitativo, la prueba de ordenación por rangos, con comparación de todas las muestras entre sí. Las muestras se presentaron ordenadas y codificadas al azar.

De acuerdo a la tabla de Diferencia de sumatoria ordinal absoluta crítica para todos los tratamientos, con un nivel de significancia del 5 % y tomando en cuenta las condiciones de la prueba, 26 jueces y 4 muestras se determinó que la diferencia absoluta crítica es de 24 ⁹⁰. Ver apéndice IV.

Los resultados que se obtuvieron del análisis sensorial en el que 26 jueces ordenaron por rangos de dulzura a cuatro muestras de helados (1 = menos intenso, 4 = más intenso en dulzura) n = 26, se muestran en el siguiente cuadro (la sumatoria de los rangos para cada muestra) :

MUESTRAS	A	B	C	D*
SUMA DE RANGOS	54 ^c	67 ^b	77 ^a	61 ^b

A, B, C, = SUMA DE RANGOS CON DISTINTOS SUPRÁINDICES QUE INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ($p < 0.05$)

Las diferencias absolutas entre la suma de los rangos son las siguientes :

$$A - B = / 54 - 67 / = 13 \quad < 24$$

$$A - C = / 54 - 77 / = 23 \quad < 24$$

$$A - D = / 54 - 61 / = 7 \quad < 24$$

$$B - C = / 67 - 77 / = 10 \quad < 24$$

$$B - D = / 67 - 61 / = 6 \quad < 24$$

$$C - D = / 77 - 61 / = 16 \quad > 24$$

***NOTA** 24 es el valor de la diferencia absoluta crítica para un nivel de significancia de 5%, calculado en el paso anterior.

La codificación empleada para ésta prueba fué también de manera aleatoria :

A = M.Y

B = M.H

C = M.D

D = M.Helado con Aspartame (Muestra control)

APENDICES

APENDICE I

METODO EMPLEADO PARA EL CALCULO DE OVERRUN

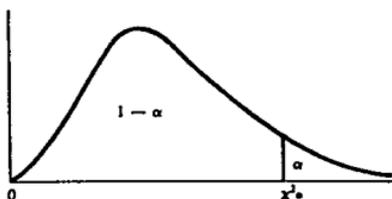
El overrun del helado se define como el incremento del volumen en el helado de crema sobre el doble de la mezcla debido a la incorporación de aire. Existen dos formas de determinar el porcentaje de overrun presente que son : por volumen y por peso, cada una tiene tres variaciones²⁻⁷⁷.

La fórmula empleada para el análisis fué la siguiente :

$$\% \text{ OVERRUN} = \frac{(\text{volumen del helado} - \text{volumen de la mezcla})}{\text{Volumen de la mezcla}} \times 100$$

APENDICE II

VALORES CRITICOS PARA JI - CUADRADA



Nivel de Significancia (α):

Una Cola

	0.25	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
Dos Colas								
g.l.	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	5.412	6.635	10.827
2	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877
10	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209	29.588
11	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725	31.264
12	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217	32.909
13	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688	34.528
14	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141	36.123
15	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578	37.697
16	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000	39.252
17	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409	40.790
18	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805	42.312
19	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191	43.820
20	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566	45.315
21	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932	46.797
22	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289	48.268
23	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638	49.728
24	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980	51.179
25	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314	52.620
26	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642	54.052
27	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963	55.476
28	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	45.419	48.278	56.893
29	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.588	58.302
30	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892	59.703

APENDICE IV

DIFERENCIA DE SUMATORIA ORDINAL ABSOLUTA CRITICA DE "TODOS LOS TRATAMIENTOS"
COMPARACIONES AL NIVEL DE SIGNIFICANCIA DEL 5%.

Número de muestras

Jueces	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	6	8	11	13	15	18	20	23	25	28
4	7	10	13	15	18	21	24	27	30	33
5	8	11	14	17	21	24	27	30	34	37
6	9	12	15	19	22	26	30	34	37	42
7	10	13	17	20	24	28	32	36	40	44
8	10	14	18	22	26	30	34	39	43	47
9	10	15	19	23	27	32	36	41	46	50
10	11	15	20	24	29	34	38	43	48	53
11	11	16	21	26	30	35	40	45	51	56
12	12	17	22	27	32	37	42	48	53	58
13	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61
14	13	18	24	29	34	40	46	52	57	63
15	13	19	24	30	36	42	47	53	59	66
16	14	19	25	31	37	42	49	55	61	67
17	14	20	26	32	38	44	50	56	63	69
18	15	20	26	32	39	45	51	58	65	71
19	15	21	27	33	40	46	53	60	66	73
20	15	21	28	34	41	47	54	61	68	75
21	16	22	28	35	42	49	56	63	70	77
22	16	22	29	36	43	50	57	64	71	79
23	16	23	30	37	44	51	58	65	73	80
24	17	23	30	37	45	52	59	67	74	82
25	17	24	31	38	46	53	61	69	76	84
26	17	24	32	39	46	54	62	70	77	85
27	18	25	32	40	47	55	63	71	79	87
28	18	25	33	40	48	56	64	72	80	89
29	18	26	33	41	49	57	65	73	82	90
30	19	26	34	42	50	58	66	75	83	92
31	19	27	34	42	51	59	67	76	85	93
32	19	27	35	43	51	60	68	77	86	95
33	20	27	36	44	52	61	70	78	87	96
34	20	28	36	44	53	62	71	79	89	98
35	20	28	37	45	54	63	72	81	90	99
36	20	29	37	46	55	63	73	82	91	100
37	21	29	38	46	55	64	74	83	92	102
38	21	29	38	47	56	65	75	84	94	103
39	21	30	39	48	57	66	76	85	95	105
40	21	30	39	48	57	67	76	86	96	106
41	22	31	40	49	58	68	77	87	97	107
42	22	31	40	49	59	69	78	88	98	109
43	22	31	41	50	60	69	79	89	99	110
44	22	32	41	51	60	70	80	90	101	111
45	23	32	41	51	61	71	81	91	102	112
46	23	32	42	52	62	72	82	92	103	114
47	23	33	42	52	62	72	83	93	104	115
48	23	33	43	53	63	73	84	94	105	116
49	24	33	43	53	64	74	85	95	106	117
50	24	34	44	54	64	75	85	95	107	118
55	25	35	46	56	67	78	90	101	112	124
60	26	37	48	59	70	82	94	105	117	130
65	27	38	50	61	73	85	97	110	122	135
70	28	40	52	64	76	88	101	114	127	140
75	29	41	53	66	79	91	105	118	131	145
80	30	42	55	68	81	94	108	122	136	150
85	31	44	57	70	84	97	111	125	140	154
90	32	45	58	72	86	100	114	129	144	159
95	33	46	60	74	88	103	118	133	148	163

**PROBABILIDAD DE M O MAS JUICIOS CORRECTOS EN M DETERMINACIONES
PARA LA PRUEBA DUO-TRIO (DOS COLAS)**

		Phi Coef																																		
M	N	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
5	421	312	062																																	
6		483	219	031																																
7			453	123	016																															
8				289	070																															
9					727																															
10						754																														
11							549																													
12								774																												
13									381																											
14										267																										
15											414																									
16												474																								
17													407																							
18														407																						
19															474																					
20																474																				
21																	474																			
22																		474																		
23																			474																	
24																				474																
25																					474															
26																						474														
27																							474													
28																								474												
29																									474											
30																										474										
31																											474									
32																												474								
33																													474							
34																														474						
35																															474					
36																																474				
37																																	474			
38																																		474		
39																																			474	
40																																				474
41																																				474
42																																				474
43																																				474
44																																				474
45																																				474
46																																				474
47																																				474
48																																				474
49																																				474
50																																				474

-133-
 APENDICE
 U

E. S. ROSSLER, R. M. FANGBORN, J. LEIDEL Y M. STONE (1978). EXPANDED STATISTICAL TABLES FOR ESTIMATING SIGNIFICANCE IN PAIRED PREFERENCE, PAIRED DIFFERENCE DUO-TRIO AND TRIANGULAR TESTS. FUENTE D. PEDRERO Y R. M. FANGBORN 88.

-134-
APENDICE VI

TABLAS ESTADÍSTICAS AREA BAJO LA CURVA

z	Area Under the Curve		Area Under the Curve									
	0 z	z 0	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.00	.0000	.5000	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0278	.0317	.0356
0.01	.0040	.5040	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0278	.0317	.0356	.0395
0.02	.0080	.5080	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0278	.0317	.0356	.0395	.0434
0.03	.0120	.5120	.0120	.0160	.0199	.0239	.0278	.0317	.0356	.0395	.0434	.0473
0.04	.0160	.5160	.0160	.0199	.0239	.0278	.0317	.0356	.0395	.0434	.0473	.0512
0.05	.0199	.5199	.0199	.0239	.0278	.0317	.0356	.0395	.0434	.0473	.0512	.0551
0.06	.0239	.5239	.0239	.0278	.0317	.0356	.0395	.0434	.0473	.0512	.0551	.0590
0.07	.0278	.5278	.0278	.0317	.0356	.0395	.0434	.0473	.0512	.0551	.0590	.0629
0.08	.0317	.5317	.0317	.0356	.0395	.0434	.0473	.0512	.0551	.0590	.0629	.0668
0.09	.0356	.5356	.0356	.0395	.0434	.0473	.0512	.0551	.0590	.0629	.0668	.0707
0.10	.0395	.5395	.0395	.0434	.0473	.0512	.0551	.0590	.0629	.0668	.0707	.0746
0.11	.0434	.5434	.0434	.0473	.0512	.0551	.0590	.0629	.0668	.0707	.0746	.0785
0.12	.0473	.5473	.0473	.0512	.0551	.0590	.0629	.0668	.0707	.0746	.0785	.0824
0.13	.0512	.5512	.0512	.0551	.0590	.0629	.0668	.0707	.0746	.0785	.0824	.0863
0.14	.0551	.5551	.0551	.0590	.0629	.0668	.0707	.0746	.0785	.0824	.0863	.0902
0.15	.0590	.5590	.0590	.0629	.0668	.0707	.0746	.0785	.0824	.0863	.0902	.0941
0.16	.0629	.5629	.0629	.0668	.0707	.0746	.0785	.0824	.0863	.0902	.0941	.0980
0.17	.0668	.5668	.0668	.0707	.0746	.0785	.0824	.0863	.0902	.0941	.0980	.1019
0.18	.0707	.5707	.0707	.0746	.0785	.0824	.0863	.0902	.0941	.0980	.1019	.1058
0.19	.0746	.5746	.0746	.0785	.0824	.0863	.0902	.0941	.0980	.1019	.1058	.1097
0.20	.0785	.5785	.0785	.0824	.0863	.0902	.0941	.0980	.1019	.1058	.1097	.1136
0.21	.0824	.5824	.0824	.0863	.0902	.0941	.0980	.1019	.1058	.1097	.1136	.1175
0.22	.0863	.5863	.0863	.0902	.0941	.0980	.1019	.1058	.1097	.1136	.1175	.1214
0.23	.0902	.5902	.0902	.0941	.0980	.1019	.1058	.1097	.1136	.1175	.1214	.1253
0.24	.0941	.5941	.0941	.0980	.1019	.1058	.1097	.1136	.1175	.1214	.1253	.1292
0.25	.0980	.5980	.0980	.1019	.1058	.1097	.1136	.1175	.1214	.1253	.1292	.1331
0.26	.1019	.6019	.1019	.1058	.1097	.1136	.1175	.1214	.1253	.1292	.1331	.1370
0.27	.1058	.6058	.1058	.1097	.1136	.1175	.1214	.1253	.1292	.1331	.1370	.1409
0.28	.1097	.6097	.1097	.1136	.1175	.1214	.1253	.1292	.1331	.1370	.1409	.1448
0.29	.1136	.6136	.1136	.1175	.1214	.1253	.1292	.1331	.1370	.1409	.1448	.1487
0.30	.1175	.6175	.1175	.1214	.1253	.1292	.1331	.1370	.1409	.1448	.1487	.1526
0.31	.1214	.6214	.1214	.1253	.1292	.1331	.1370	.1409	.1448	.1487	.1526	.1565
0.32	.1253	.6253	.1253	.1292	.1331	.1370	.1409	.1448	.1487	.1526	.1565	.1604
0.33	.1292	.6292	.1292	.1331	.1370	.1409	.1448	.1487	.1526	.1565	.1604	.1643
0.34	.1331	.6331	.1331	.1370	.1409	.1448	.1487	.1526	.1565	.1604	.1643	.1682
0.35	.1370	.6370	.1370	.1409	.1448	.1487	.1526	.1565	.1604	.1643	.1682	.1721
0.36	.1409	.6409	.1409	.1448	.1487	.1526	.1565	.1604	.1643	.1682	.1721	.1760
0.37	.1448	.6448	.1448	.1487	.1526	.1565	.1604	.1643	.1682	.1721	.1760	.1799
0.38	.1487	.6487	.1487	.1526	.1565	.1604	.1643	.1682	.1721	.1760	.1799	.1838
0.39	.1526	.6526	.1526	.1565	.1604	.1643	.1682	.1721	.1760	.1799	.1838	.1877
0.40	.1565	.6565	.1565	.1604	.1643	.1682	.1721	.1760	.1799	.1838	.1877	.1916
0.41	.1604	.6604	.1604	.1643	.1682	.1721	.1760	.1799	.1838	.1877	.1916	.1955
0.42	.1643	.6643	.1643	.1682	.1721	.1760	.1799	.1838	.1877	.1916	.1955	.1994
0.43	.1682	.6682	.1682	.1721	.1760	.1799	.1838	.1877	.1916	.1955	.1994	.2033
0.44	.1721	.6721	.1721	.1760	.1799	.1838	.1877	.1916	.1955	.1994	.2033	.2072
0.45	.1760	.6760	.1760	.1799	.1838	.1877	.1916	.1955	.1994	.2033	.2072	.2111
0.46	.1799	.6799	.1799	.1838	.1877	.1916	.1955	.1994	.2033	.2072	.2111	.2150
0.47	.1838	.6838	.1838	.1877	.1916	.1955	.1994	.2033	.2072	.2111	.2150	.2189
0.48	.1877	.6877	.1877	.1916	.1955	.1994	.2033	.2072	.2111	.2150	.2189	.2228
0.49	.1916	.6916	.1916	.1955	.1994	.2033	.2072	.2111	.2150	.2189	.2228	.2267
0.50	.1955	.6955	.1955	.1994	.2033	.2072	.2111	.2150	.2189	.2228	.2267	.2306
0.51	.1994	.7000	.1994	.2033	.2072	.2111	.2150	.2189	.2228	.2267	.2306	.2345
0.52	.2033	.7040	.2033	.2072	.2111	.2150	.2189	.2228	.2267	.2306	.2345	.2384
0.53	.2072	.7080	.2072	.2111	.2150	.2189	.2228	.2267	.2306	.2345	.2384	.2423
0.54	.2111	.7120	.2111	.2150	.2189	.2228	.2267	.2306	.2345	.2384	.2423	.2462
0.55	.2150	.7160	.2150	.2189	.2228	.2267	.2306	.2345	.2384	.2423	.2462	.2501
0.56	.2189	.7200	.2189	.2228	.2267	.2306	.2345	.2384	.2423	.2462	.2501	.2540
0.57	.2228	.7240	.2228	.2267	.2306	.2345	.2384	.2423	.2462	.2501	.2540	.2579
0.58	.2267	.7280	.2267	.2306	.2345	.2384	.2423	.2462	.2501	.2540	.2579	.2618
0.59	.2306	.7320	.2306	.2345	.2384	.2423	.2462	.2501	.2540	.2579	.2618	.2657
0.60	.2345	.7360	.2345	.2384	.2423	.2462	.2501	.2540	.2579	.2618	.2657	.2696
0.61	.2384	.7400	.2384	.2423	.2462	.2501	.2540	.2579	.2618	.2657	.2696	.2735
0.62	.2423	.7440	.2423	.2462	.2501	.2540	.2579	.2618	.2657	.2696	.2735	.2774
0.63	.2462	.7480	.2462	.2501	.2540	.2579	.2618	.2657	.2696	.2735	.2774	.2813
0.64	.2501	.7520	.2501	.2540	.2579	.2618	.2657	.2696	.2735	.2774	.2813	.2852
0.65	.2540	.7560	.2540	.2579	.2618	.2657	.2696	.2735	.2774	.2813	.2852	.2891
0.66	.2579	.7600	.2579	.2618	.2657	.2696	.2735	.2774	.2813	.2852	.2891	.2930
0.67	.2618	.7640	.2618	.2657	.2696	.2735	.2774	.2813	.2852	.2891	.2930	.2969
0.68	.2657	.7680	.2657	.2696	.2735	.2774	.2813	.2852	.2891	.2930	.2969	.3008
0.69	.2696	.7720	.2696	.2735	.2774	.2813	.2852	.2891	.2930	.2969	.3008	.3047
0.70	.2735	.7760	.2735	.2774	.2813	.2852	.2891	.2930	.2969	.3008	.3047	.3086
0.71	.2774	.7800	.2774	.2813	.2852	.2891	.2930	.2969	.3008	.3047	.3086	.3125
0.72	.2813	.7840	.2813	.2852	.2891	.2930	.2969	.3008	.3047	.3086	.3125	.3164
0.73	.2852	.7880	.2852	.2891	.2930	.2969	.3008	.3047	.3086	.3125	.3164	.3203
0.74	.2891	.7920	.2891	.2930	.2969	.3008	.3047	.3086	.3125	.3164	.3203	.3242
0.75	.2930	.7960	.2930	.2969	.3008	.3047	.3086	.3125	.3164	.3203	.3242	.3281
0.76	.2969	.8000	.2969	.3008	.3047	.3086	.3125	.3164	.3203	.3242	.3281	.3320
0.77	.3008	.8040	.3008	.3047	.3086	.3125	.3164	.3203	.3242	.3281	.3320	.3359
0.78	.3047	.8080	.3047	.3086	.3125	.3164	.3203	.3242	.3281	.3320	.3359	.3398
0.79	.3086	.8120	.3086	.3125	.3164	.3203	.3242	.3281	.3320	.3359	.3398	.3437

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Revilla F. Aurelio (1983); " TECNOLOGIA DE LA LECHE PROCESAMIENTO Y ANALISIS "; Editorial Herrero Hnos. y Sucesores; México; páginas 97-157.
- 2.- Arbuckle (1986); " ICE CREAM "; Editorial The Avi publishing Co; U.S.A; páginas 1-400.
- 3.- Bohinski (1978); " BIOQUIMICA "; Editorial Fondo Educativo Interamericano; México; páginas 83, 340-344, 388-422, 509-514, 520-525.
- 4.- Badui D. Salvador (1982); " QUIMICA DE LOS ALIMENTOS "; Editorial Alhambra; México; páginas 41-76, 291-315.
- 5.- Velásquez A. Antonio (1987); "LA HERENCIA EN LA NUTRICION" Cuadernos de Nutrición; Vol 10 (3); páginas 17-32.
- 6.- Homler Barry A. Et al. (1987); " FDA APPROVES FOUR NEW ASPARTAME USES "; Food Technology; Vol. 41 (7); págs. 41-44.
- 7.- Anónimo (1989); " FUNCIONES DE LOS INGREDIENTES DEL HELADO "; D.M S.A de C.V; páginas 1-6.
- 8.- Pharm M.B.E (1978); " FLAVOR TECHNOLOGY PROFILES, APPLICATIONS HEALTH H"; AVI Publishing Co. Inc.; U.S.A; páginas 479-489.
- 9.- Homler Barry E. (1984); " PROPERTIES & STABILITY OF ASPARTAME "; Food Technology; Vol.38 (7); págs.50-55.

- 10.- Van der Ven AA. (1988); " ASPARTAME PROPIEDADES Y APLICACIONES "; Revista Alimentaria; Vol. (6); págs.61-64 .
- 11.- Furia Thomas E. (1983); " HANDBOOK OF ADDITIVES "; Editorial CRC Press; U.S.A; págs. 193-200.
- 12.- Byron Webb Et al. (1978); " FUNDAMENTALS OF DAIRY CHEMISTRY "; Editorial AVI Publishing Co.; U.S.A; páginas 886-908.
- 13.- Mc. Pherson Barbara A. Et al. (1978); " EFFECT OF STABILIZING AGENTS AND ASPARTAME ON THE SENSORY PROPERTIES OF ORANGE SHERBET "; Journal of Food Science; Vol. 43 páginas 935-939.
- 14.- Powers L. Nancy Et al. (1978); " DESCRIPTIVE ANALYSIS OF THE SENSORY PROPERTIES OF BEVERAGES & GELATINS CONTAINING SUCROSE OR SYNTHETIC SWEETNERS "; Journal of Food Science; Vol 43; páginas 47-51.
- 15.- Anónimo (1978); " PAIRED COMPARISON & TIME - INTENSITY MEASUREMENTS OF THE SENSORY PROPERTIES OF BEVERAGES & GELATINS CONTAINING SUCROSE OF SYNTHETIC SWEETNERS " ; Journal of Food Science; Vol. 43; páginas 41-46.
- 16.- Minguella Mtz. José M. (1982); " TRATADO COMPLETO SOBRE HELADERIA"; Dulcelandia; Vol. 7; págs.4-22.
- 17.- Gillies T. Martha (1979); " CANDIES & OTHER CONFECTIONS RECENT DEVELOPMENTS "; Food Technology Review; No.51, págs. 270-271.
- 18.- Veisseyre Roger (1980); " LACTOLOGIA TECNICA "; Editorial Acribia; España ; págs. 368-373.
- 19.- Lenhinger (1981); " BIOQUIMICA "; Editorial Omega; España; págs.571-590, 706-722.

- 20.- Anónimo (1987); " HELADOS, NIEVES Y PALETAS DIETETICOS " Nutrasweet Co.; págs. 9-28.
- 21.- Anónimo (1981) " NUTRITIVE VALUE OF FOOD "; U.S.A. Department of Agriculture; No. 72; págs. 3-10, 14.
- 22.- Gómez Ríos Ma. del Lourdes (1986); " ASPARTAME : GENERALIDADES , PROPIEDADES USOS Y APLICACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA "; México; Facultad de Química U.N.A.M.; páginas 1-94.
- 23.- Bird R.B., Stewart, Lightfoot (1980); " FENOMENOS DE TRANSPORTE "; Editorial Reverté; España; págs. 4-20.
- 24.- Stone H., Sidel J., Et al (1974); " SENSORY EVALUATION BY QUANTITATIVE DESCRIPTIVE ANALYSIS "; Food Technology; Vol. 28 (11); págs. 24-33.
- 25.- Warner James (1980); " PRINCIPIO DE TECNOLOGIA DE LACTEOS "; Editorial A.G.T editor S.A; México; págs.212-221.
- 26.- Taracena Antonio (1986); " ADITIVOS PARA LA ALIMENTACION Y LA OPINION PUBLICA " ; Industria Alimentaria; Vol. 8 (6); págs. 7-10.
- 27.- Madrid Antonio (1989);" LOS HELADOS EN LA ALIMENTACION " Alimentos procesados; Vol. 8 (4); págs.38-41.
- 28.- Desrosier N.W. (1983); " ELEMENTOS DE TECNOLOGIA DE LOS LOS ALIMENTOS " ; Editorial C.E.C.S.A ; México; págs.457-465, 566-573
- 29.- Keener H.A (1977); " LA LECHE SU PRODUCCION Y PROCESOS INDUSTRIALES "; Editorial C.E.C.S.A; México; págs.363-379.
- 30.- Dr. London R. (1988); " SACARINA Y ASPARTAME, ES SEGURO CONSUMIRLOS DURANTE EL EMBARAZO ? "; The Journal of reproductive Medicine; Vol. 33 (1), págs. 1-5.

- 31.- Sturtevant F.M (1985); " EL ASPARTAME EN EL AMBARAZO ";
Fundación Estadounidense en el estudio de la reproducción;
Vol.30 (1); págs. 85-87.
- 32.- Anónimo (1989); " BOLETIN INFORMATIVO NUTRASWEET Co ";
México; págs. 1-3.
- 33.- Nelson John (1964); " JUDGING DAIRY PRODUCTS ";
Editorial Olsen publishing Co.; U.S.A; págs. 190-195.
- 34.- Anónimo (1987); " FOOD & DRUG ADMINISTRATION HHS ";
21 C.F.R.; Part 172; págs. 22-101, 404-413.
- 35.- Zarate Arturo (1987); " UN PROGRAMA NACIONAL PARA LA
DETECCION Y TRATAMIENTO DE LA DIABETES MELLITUS ";
Gaceta Medica de México; Vol. 123 (9 y 10);págs.203-211.
- 36.- Burchfiel M. Cecil Et al. (1990); " CARDIOVASCULAR RISK
FACTORS AND IMPAIRED GLUCOSE TOLERANCE : THE SAN LUIS
VALLEY DIABETES STUDY "; American Journal of Epidemolo-
gy; Vol. 131 (1); págs. 57-68.
- 37.- Cervantes R. Jaime (1987); " EFECTO DE LA DIABETES
MELLITUS SOBRE LA SALUD "; Gaceta Médica de México;
Vol. 123; págs. 61-70.
- 38.- Potter N. (1978); " LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS ";
Editorial Edutex; México; págs. 41-47, 396-407, 617.
- 39.- Farber A. Steven (1990); " ASPARTAME MAY CHANGE THE
BRAIN'S , ALTERING PEOPLE'S MOODS, AFFECTING THEIR DIET
OR CAUSING NEUROLOGIC PROBLEMS "; Technology Review;
págs. 20-25.
- 40.- González de la Vara Martín (1989); " HISTORIA DEL
HELADO EN MEXICO "; Editorial Maass y Asociados;
México; págs. 6-125.

- 41.- Castellan W. Gilbert (1987); " FISICOQUIMICA "; Editorial S.I.T.T.E.S.S.A ; México; págs 9, 800.
- 42.- Roger Daniel (1973); " SUGAR SUBSTITUTES AND ENHACERS " Editorial Noyes Data Co.; U.S.A. págs.155-159.
- 43.- Dziezak D. Judie (1986); " SPECIAL REPORT SWEETNERS & PRODUCT DEVELOPMENT : SWEETNERS CONSUMPTION TRENDS " ; Food Technology; Vol. 40 (1); págs.112-130.
- 44.- Torres Elsa (1989); " UN MERCADO RECEPTIVO "; Alimentos Procesados; Vol.8 (8); págs.40-42.
- 45.- NutraSweet Co. (1989); " COMENTARIOS SOBRE LA SEGURIDAD DEL ASPARTAME "; Nutrasweet Co.; págs.1-2.
- 46.- Inglett (1981); " SWEETNERS A REVIEW "; Food Technology; Vol.35 (3); págs. 37-41.
- 47.- NutraSweet Co. (1989); " LOW, LITE & LEAN "; Food Engineering International Special Report; Vol.14 (6); págs. 1-9.
- 48.- NutraSweet Co. (1989); " EL EMBARAZO "; NutraSweet Co. págs. 1-2.
- 49.- Kohn M. Philip (1981); " EDULCORANTES, LA SACARINA TOMA UN RECESO ... "; Chemical Engineering; vol. 88 (15); págs. 37-39.
- 50.- Vicente P. Santiago (1970); " ANALISIS QUIMICO CUANTITATIVO "; Editorial Harla, S.A de C.V; México; págs. 267-350.
- 51.- Garduño Alejandro (1985); " DESARROLLO DE ALIMENTOS DIETETICOS "; Industria Alimentaria; Vol. 7 (4); págs.19-24.
- 52.- Rosseta L. (1986); " SWEETNERS NUTRITIVE & NON NUTRITIVE "; Food Technology; Vol. 40 (8); págs.195-206.

- 53.- Perry (1986); " BIBLIOTECA DEL INGENIERO QUIMICO "; Editorial Mc Graw Hill; Vol.2; México; págs.3-45.
- 54.- Stamp Jeffrey A. (1990); " SORTING OUT THE ALTERNATIVE SWEETENERS "; Cereal Foods World; Vol. 35 (4);págs.395-400.
- 55.- Emodi Alexander (1978); " XYLITOL ITS PROPERTIES & FOOD APPLICATIONS "; Food Technology; Vol. 32(1); págs. 28-32.
- 56.- Geplacea (1986); " TEMAS DE MERCADO "; págs. 1-9.
- 57.- Geplacea (1985); " DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DEL JARABE DE MAIZ RICO EN FRUCTOSA Y DEL ASPARTAME (CON ESPECIAL ENFASIS EN U.S.A) "; Geplacea; Vol. 2 (3); págs. 6- 12.
- 58.- NutraSweet Co. (1989); " EL PESO CORPORAL Y EL CONTROL DEL APETITO "; Nutrasweet Co. págs.1-2.
- 59.- Kulesa N. Jeanine Et al. (1985); " USO DEL ASPARTAME POR DIABETICOS "; Diabetes Care, Vol.8 (5);págs.415-417.
- 60.- Sullivan O' Dermont (1983); " NEW SWEETENERS GAIN GROUND IN EUROPE "; C & EN; Jan 24; págs.29-30.
- 61.- G.U.A.N. (1990); " HAY HELADOS ! "; Expansión; Vol.22 (544), págs. 54-61.
- 62.- Handbook Applications (1978); " MILK ICE ";págs.15-22.
- 63.- Hazuda P. Helen, Haffner M.Steven (1988); " EFFECTS OF ACCULTURATION & SOCIOECONOMICS STATUS ON OBESITY & DIABETES IN MEXICAN AMERICANS "; American Journal of Epidemiology; Vol. 128 (6); págs. 1289-1300.
- 64.- García Prado Angel (1985);"UN VISTAZO A LOS SABORIZANTES PARA ALIMENTOS "; Industria Alimentaria; Vol. 7 (4) págs.14-17.

- 65.- Pearson, Harold Egan Et al. (1987); " ANALISIS QUIMICO DE LOS ALIMENTOS "; Editorial Compañia Editorial Continental S.A de C.V.; México; págs. 19-42, 511-516.
- 66.- Geplacea (1987); " SITUACION AZUCARERA EN LA COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA "; Vol. 4 (10); págs. 9-12.
- 67.- Geplacea (1988); " PRUEBAS CONTRA EL ASPARTAME "; Vol. 5 (3); págs.16-22.
- 68.- Alimentarios y Tecnica S.A de C.V (1987); " LA GOMA GUAR Y SU USO EN ALIMENTOS "; Industria Alimentaria Vol. 4 (3); págs. 4-14.
- 69.- Junk Pancoast, Junk W. Ray (1980); " HANDBOOK OF SUGARS", Editorial AVI Publishing Co.; U.S.A; págs. 154, 168, 281-284, 257-258.
- 70.- Torres Anibal Et al. (1981); " POLIDEXTROSE ... & ITS APPLICATIONS IN FOODS "; Food Technology; Vol. 35 (7); págs. 44-49.
- 71.- NutraSweet Co. (1989); " SUMARY (POLIDEXTROSE) "; págs. 1-4.
- 72.- NutraSweet Co. (1988); " DAIRY PRODUCTS "; págs. 9-13.
- 73.- Dr. Doisky Julian (1976); " THE CHEMISTRY OF FLAVORS "; Food from the chemical view point; págs.20-25.
- 74.- Moskcwitz R. Howard (1983); " PRODUCT TESTING AND SENSORRY EVALUATION OF FOOD MARKETING AND R & D APPROACHES "; Editorial Food and Nutrition Press Inc; U.S.A; págs.299-369.
- 75.- Mitchell J.R (1979); " RHEOLOGY OF POLISACCHARIDE SOLUTIONS & GELS " , " POLYSACCHARIDES IN FOOD " (Blanshard J.M.V Et al.) London; págs.51-71.

- 76.- Pintauro, D.Nicholas (1977); " SWEETNERS & ENHANCERS ";
Food Technology (40); págs.1-2, 37-39.
- 77.- Swartz L. Marsha & Furia E. Thomas (1977); " SPECIAL
SENSORY PANELS FOR SCENING NEW SYNTHETIC SWEETNERS ";
Food Technology Vol. 31 (11); págs. 51-55.
- 78.- Secretaria de Energia, Minas e Industria Paraestatal,
S.A.R.H (1989); " PRODUCCION DE AZUCAR Y SUS DERIVADOS";
Primer Informe de Gobierno C.S.G; pág. 85.
- 79.- Anónimo (1990); " COMPOSICION DEL HELADO " ; I.T.A.L;
págs. 1-22.
- 80.- Louis F. Cremers (1984); "DEFECTS OF ICE CREAM"; págs.1-8
- 81.- ALTESA (1989); " DEFECTOS DEL HELADO "; págs.1-33.
- 82.- Eastman (1988); " FOOD EMULSIFIERS "; págs. 3-29.
- 83.- GENU (1988); " INSTANT ICE CREAM "; págs. 1-2.
- 84.- Johnston S. (1989); " ICE CREAM CALORIE CALCULATION ";
págs. 1-6.
- 85.- Twtwiler (1986); " LOS HELADOS UN MERCADO FRIO CALUROSAMENTE
MENTE DISPUTADO "; Industria Alimentaria; Vol. 8 (1),
págs. 7 -11.
- 86.- Dr. Basset Harold (1988); " STABILIZATION & EMULSIFI-
CATION OF FROZEN DESSERTS "; Dairy Field; págs. 18-21.
- 87.- Goff Douglas (1988), " HAZARD ANALYSIS & CRITICAL
POINT IDENTIFICATION IN ICE CREAM PLANTS "; Dairy and
Food Sanitation; Vol. 8 (3); págs. 131-135.

- 88.- Gliksman M. (1969); " GUM TECHNOLOGY IN THE FOOD INDUSTRY "; Academic Press; U.S.A; págs. 1-50.
- 89.- Hirsh L. Naomi (1977); " SENSORY PANEL TEST DISIGNS WITH DATA EVALUATION PROCEDURES "; The Coca Cola Co.; págs. 1 - 148.
- 90.- Carter Vernon E. J. Et al. (1985); " PROPIEDADES REOLOGICAS DE EMULSIONES ALIMENTICIAS "; Tecnología de Alimentos; Vol. 18 (1); págs. 20-24.
- 91.- Mitschka (1979); " SIMPLE CONVERSION OF BROOKFIELD RVT READINGS INTO VISCOSITY FUNCTIONS"; Reological Acta; Vol. 21 (2); págs. 207-209.
- 92.- Coronel Tecante A. (1985); " CARACTERIZACION REOLOGICA APROXIMADA DE FLUIDOS DEL TIPO LEY DE LA POTENCIA Y DE CASSON, POR EL METODO DE CURVAS PATRON PARA VISCOSIMETRO BROOKFIELD "; U.N.A.M. págs. 1-57.
- 93.- Schoch J.Thomas (1979); " CARBOHYDRATES AND THEIR ROLES"; págs. 395-419.
- 94.- Morales Reyes Hermila (1990); " EVALUACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS "; Información Científica y Tecnológica; Vol. 12 (168); págs. 41-46.
- 95.- Pedrero Daniel y Pangborn Rose M. (1989); " EVALUACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS"; Editorial Alhambra; México; págs. 9-249.
- 96.- Desrosier W. Norman (1987); " CONSERVACION DE LOS ALIMENTOS "; Editorial C.E.C.S.A. ; México; págs. 129-139, 290, 340.
- 97.- G.F.B. De los Reyes Lamas M. Teresa (1989); " ANTECEDENTES, COMPOSICION, ESTRUCTURA Y PROCESO DEL HELADO "; U.N.A.M; págs. 1- 55.

- 98.- Kotler Philip (1989); " MERCADOTECNIA "; Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A; México; págs. 3-12.
- 99.- Hunter and Suitor (1980); " NUTRITION PRINCIPLES AND APPLICATION IN HEALTH PROMOTION "; U.S.A.
- 100.- Vanghn C. Richard (1981); " INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL "; Editorial Reveté; España; págs. 155-180, 197-228.
- 101.- Cantatore de F. Norma M.(1983); " MANUAL DE ESTADISTICA APLICADA TOMO II "; Editorial Hemisferio Sur; Argentina; págs.38-131.
- 102.- Alais Charles (1981); " CIENCIA DE LA LECHE "; Editorial C.E.C.S.A; México; págs. 40-47, 567-568.
- 103.- Prof. Paltrinieri Gaetano Et al. (1985); " TALLER DE LA LECHE "; Editorial Trillas / S.E.P; México; págs. 9-108.