



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**ASPARTAMO: TENDENCIA AL CONSUMO DE  
ALIMENTOS DE BAJO CONTENIDO  
CALORICO.**

**TRABAJO ESCRITO VIA EDUCACION CONTINUA  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA  
PRESENTA :  
NORMA DOMINGA ISLAS GROSTIETA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



**MEXICO, D. F.**

**JULIO DE 1994**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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.

JURADO ASIGNADO SEGUN EL TEMA:



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

PRESIDENTE. Prof. JOSEFINA VIADES TREJO.  
VOCAL. Prof. FELIPE DE JESUS RODRIGUEZ PALACIOS.  
SECRETARIO. Prof. MARIA ELENA ARTEAGA CRUZ.  
1er. SUPLENTE. Prof. AMANDA GALVEZ MARISCAL.  
2o. SUPLENTE. Prof. FRANCISCO JAVIER CASILLAS GOMEZ.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Bibliotecas del área metropolitana.

Asesor: Q.F.B. FELIPE DE JESUS RODRIGUEZ PALACIOS.

Sustentante: NORMA DOMINGA ISLAS GROSTIETA.

## CONTENIDO

	Pag.
1. INTRODUCCION. . . . .	1
2. GENERALIDADES. . . . .	3
2.1 DEFINICIONES . . . . .	3
2.2 CLASIFICACION DE EDULCORANTES . . . . .	4
2.3 TEORIA DEL DULZOR . . . . .	5
2.4 ASPARTAMO . . . . .	6
2.4.1 Síntesis de Aspartamo . . . . .	7
2.5 PROPIEDADES DEL ASPARTAMO . . . . .	8
2.5.1 Poder Edulcorante . . . . .	8
2.5.2 Estabilidad . . . . .	10
2.5.3 Solubilidad . . . . .	10
2.6 DESVENTAJAS DEL USO DE ASPARTAMO . . . . .	12
3. APLICACIONES DEL ASPARTAMO . . . . .	13
3.1 BEBIDAS . . . . .	13
3.1.1 Bebidas carbonatadas no alcohólicas . . . . .	13
3.1.2 Bebidas refrigeradas / congeladas . . . . .	15
3.1.3 Polvos para preparar bebidas . . . . .	16
3.2 PRODUCTOS DE CONFITERIA . . . . .	16
3.2.1 Goma de mascar . . . . .	16
3.2.2 Caramelos . . . . .	17
3.3 POSTRES . . . . .	18
3.3.1 Postres congelados tipo gelatinoso . . . . .	18
3.3.2 Gelatinas . . . . .	19

3.4	CEREALES PARA EL DESAYUNO . . . . .	20
3.5	PRODUCTOS LACTEOS . . . . .	21
3.5.1	Yogurt . . . . .	21
3.6	ENDULZANTES DE MESA . . . . .	22
3.7	NUEVAS APLICACIONES . . . . .	23
3.7.1	Productos de panadería . . . . .	23
3.7.2	Mezclas . . . . .	23
3.7.3	NutraSweet <sup>®</sup> granular . . . . .	24
4.	MERCADO DEL ASPARTAMO . . . . .	25
4.1	INTRODUCCION . . . . .	25
4.2	MERCADO DE EDULCORANTES . . . . .	25
4.3	ASPARTAMO . . . . .	28
4.4	MERCADO DEL ASPARTAMO EN MEXICO . . . . .	29
4.5	POTENCIALIDAD DEL MERCADO . . . . .	35
5.	TOXICOLOGIA Y LEGISLACION . . . . .	39
5.1	INTRODUCCION . . . . .	39
5.2	SINTESIS DE ESTUDIOS TOXICOLOGICOS . . . . .	41
5.2.1	Aspartamo / Aspartato . . . . .	41
5.2.2	Fenilalanina . . . . .	42
5.2.3	Metanol . . . . .	43
5.2.4	Dicetopiperazina . . . . .	44
5.3	SINTOMAS ASOCIADOS . . . . .	44
5.4	LEGISLACION . . . . .	47
6.	CONCLUSIONES . . . . .	49
7.	BIBLIOGRAFIA . . . . .	50

## 1. INTRODUCCION

A lo largo del tiempo, los hábitos alimenticios se han visto modificados por cambios dentro de la sociedad misma, las comidas - "rápidas" (congeladas o enlatadas) o de fácil preparación surgieron como respuesta a las necesidades de la llamada "vida moderna", sin que el consumidor reparara en su composición.

En los últimos años se han presentado varias tendencias que muestran una mayor conciencia hacia la salud, entre éstas se pueden mencionar, el consumo de alimentos: "naturales", proteínados, que proporcionen un bajo contenido calórico, bajos en grasa y colesterol, enriquecidos con calcio, ..etc. (12)(35)

Uno de los requerimientos primordiales del consumidor es, el del sabor, diversas investigaciones muestran que la gente posee un deseo innato hacia el sabor dulce, más que una reacción adquirida - por condicionamiento o aprendizaje. (32)

En años recientes la imagen del azúcar (sacarosa), se ha visto empobrecida, debido a problemas de salud que se han asociado con - su consumo como: caries dental, obesidad, hipertensión. (5)(20)

Los edulcorantes intensivos surgen como respuesta a la necesidad de alimentos de bajo contenido calórico y que proporcionen el sabor dulce.

Para poder evaluar un edulcorante artificial o intensivo, es necesario compararlo con la sacarosa, que permanece como modelo, -- cuando son medidos en términos del rango de propiedades físicas y químicas, así como de "edulcorante limpio", libre de sabores residuales. (5)

Cabe hacer notar que la imagen de los aditivos alimentarios esta muy deteriorada, sin embargo el mercado de los edulcorantes intensivos continúa en crecimiento.(12)(20)

En México, que es un reflejo de las tendencias que se presentan - en los Estados Unidos, el consumo de alimentos bajos en calorías va en aumento.

En el presente trabajo; se hace una breve descripción del edulcorante artificial aspartamo: sus propiedades, aplicaciones en productos alimenticios, estudios de toxicidad y legislación. Así como también se hace un análisis de la situación del mercado Mexicano (crecimiento, potencialidad) y mundial.

El estudio se enmarca en la influencia que el aspartamo ha tenido y puede tener sobre la tendencia hacia el consumo de alimentos bajos en calorías.

## 2. GENERALIDADES

## 2.1 DEFINICIONES.

El aspartamo es un edulcorante artificial, ubicado dentro de los aditivos alimentarios.

**ADITIVO.** Substancia o mezcla de substancias que se añaden de manera intencional durante alguna fase del procesamiento de un alimento, con el fin de lograr ciertos beneficios entre los que se pueden citar: aumentar la vida de anaquel, mejorar el valor nutritivo, facilitar el procesamiento,..etc. Debe ser seguro para el consumidor y no encubrir malas prácticas de manufactura.

(3)(10)

**EDULCORANTES ARTIFICIALES.** Son substancias sápidas sintéticas - que, sin tener cualidades nutritivas, poseen un poder edulcorante superior a cualquiera de los azúcares a los que sustituyen o refuerzan. (9)

**EDULCORANTE IDEAL.** Substancia que puede tener igual o mayor dulzor que la sacarosa, que tiene: color, olor, solubilidad, estabilidad, funcionalidad y economía viables. El edulcorante ideal debe contribuir a reducir las calorías en la dieta, ser metabolizado normalmente o ser resistente a la digestión y no debe ser tóxico ni promover la caries dental.

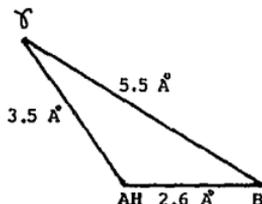
## 2.2 CLASIFICACION DE EDULCORANTES. (8)(31)(32)

ORIGEN	NATURALES	Se encuentran en la naturaleza y pueden obtenerse por medio de extracción de -- algún fruto o planta.
	ARTIFICIALES	Se obtiene a partir de una síntesis química.
VALOR NUTRITIVO	NUTRITIVO.	El organismo los puede metabolizar.
	NO NUTRITIVO.	Son eliminados del organismo al no ser metabolizados.
VALOR CALORICO	DIETETICOS.	Proporcionan un bajo valor calórico.
	NO DIETETICOS.	Proporcionan un alto valor calórico.

### 2.3 TEORIA DEL DULZOR.

Actualmente la teoría mas aceptada para explicar la propiedad de las sustancias de producir la sensación del dulzor, es la que propone: la presencia de 2 átomos electronegativos **AH** y **B** (sistema donador-receptor de protones) y un factor hidrófobo  $\gamma$  distribuidos en forma triangular (figura A), tanto en el compuesto dulce como en el sitio receptor en la boca.

Figura A.



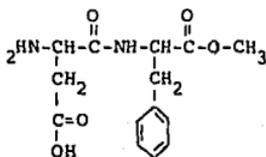
Entre los átomos electronegativos **AH** y **B** (uno de ellos protonado) de la molécula dulce y el sitio receptor, se efectúa una interacción inversa formándose puentes de hidrógeno, para lo cual se requiere que la distancia entre ellos en el compuesto sea aproximadamente de  $2.6 \text{ \AA}$  para evitar la posible formación de puentes de hidrógeno intramoleculares, que reducirían la interacción. Debido al carácter lipoproteico de las células de la lengua, un grado de hidrofobicidad ( $\gamma$ ) en la molécula dulce aumenta la interacción por formación de enlaces hidrófobos.

Se propone que el acoplamiento entre los 2 triángulos **AH**, **B** y  $\gamma$  (del edulcorante y el receptor) son los responsables de la percepción del dulzor. (3)

## 2.4 ASPARTAMO.

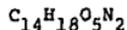
Es un edulcorante artificial de bajo valor calórico, tiene un poder edulcorante 180 a 200 veces mayor que la sacarosa y posee un excelente sabor dulce. Fué descubierto accidentalmente en 1965, en la Compañía G.D. Searle.

Está compuesto por, el Acido Aspártico, L-Fenilalanina y Metanol. Es el éster metílico del dipéptido  $\alpha$ -N-L-aspartil-L-fenilalanina. A pesar de que en la naturaleza no se ha demostrado la presencia -- del aspartamo como tal, sus componentes se encuentran en la dieta - alimenticia diaria, de modo que no son sustancias desconocidas pa ra el organismo, por lo cual y a diferencia de lo que sucede con - otros edulcorantes intensivos, participa en el metabolismo, aportan do como "miniproteína" igual que las proteínas 4.06 Kcal/g, su bajo contenido calórico se basa en las cantidades tan pequeñas en que se utiliza en comparación con la sacarosa para proporcionar el mismo - grado de dulzor. (2)(3)(30)(36)



ASPARTAMO

P.M. = 294.32 g/mol.

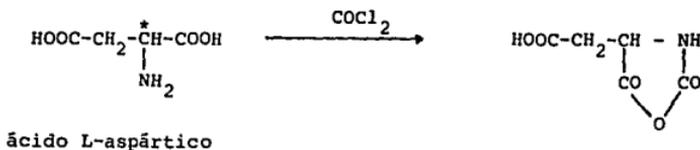


## 2.4.1 Síntesis química del aspartamo.

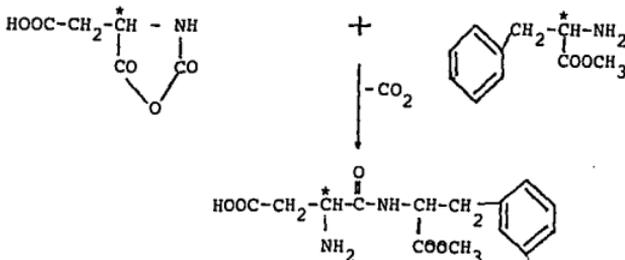
### 1. Esterificación de la L-fenilalanina.



### 2. Ciclización del ácido L-aspártico con fosgeno a carboxiamida, se favorece la reacción del grupo carboxilo en alfa respecto al -- grupo amínico del ácido L-aspártico.



### 3. Reacción del éster metílico de la L-fenilalanina y la carboxiamida interna del ácido L-aspártico.



## 2.5 PROPIEDADES.

### 2.5.1 Poder Edulcorante.

Debido a que todas las determinaciones de dulzura son netamente subjetivas (provenientes de un panel de catadores), existen discrepancias de los valores del poder edulcorante de los diferentes azúcares. Para poder medir el poder edulcorante de una substancia se ha tomado como base la sacarosa, asignándole un valor de 100. El éxito que el aspartamo tiene en el mercado, reside evidentemente en su "sabor a azúcar", en numerosas pruebas efectuadas, muchos de los jueces de un panel no ha podido diferenciar los productos endulzados con aspartamo de los de sacarosa. Recientes encuestas demostraron que el 60% de los consumidores no pueden distinguir entre aspartamo (NutraSweet<sup>®</sup>) y azúcar. (3)(5)(30)(36)

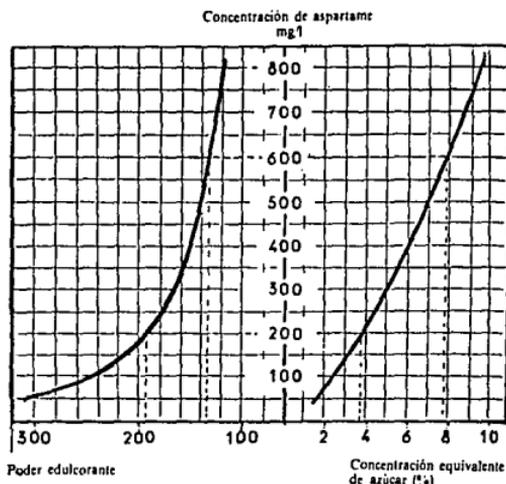
El aspartamo posee un efecto potenciador particularmente en los sabores ácido-frutales como guayaba, limón, fresa y naranja, también puede potenciar sabores amargos. Presenta un efecto sinérgico, 0.25 g. de aspartame y 40 g. de sacarosa presentan un dulzor equivalente a 100 g. de sacarosa pura. (27)(30)

Son condiciones críticas para mantener el sabor dulce; la presencia del grupo amino y el grupo carboxilo del ácido aspártico, así como la distancia entre estos y la configuración absoluta del carbón asimétrico. Además de que es necesario que exista un grupo éster sobre un carboxil terminal. Dentro de la estructura la unión éster es la más sensible y, bajo ciertas condiciones de pH, humedad y temperatura, puede ser hidrolizada, perdiéndose el poder edulcorante, esto limita su uso en ciertos alimentos. (3)

Un método al que suele recurrirse para determinar el poder dulcificante, es comparar una solución de la substancia a estudiar con una serie de soluciones de sacarosa, a diferentes concentraciones (Figura 1).

Se puede realizar una evaluación más acertada comparando, la concentración de aspartamo y sacarosa con un poder edulcorante igual, en un producto formulado (Tabla 1). (36)

**FIGURA 1.** Potencia edulcorante del aspartamo y concentración equivalente de azúcar en agua.(36)



**TABLA 1.**

Poder edulcorante del aspartamo en varios alimentos (36)

Categoría	Producto	Contenido sacarosa (g)*	Contenido aspartamo (mg)*	Potencia edulcorante
Bebidas refrescantes	Cola carbónica	77	433	178
	Limon carbónico	103	433	239
	Zumo de fruta conc.	84	417	201
Productos Lácteos	Batido de chocolate	60	300	200
	Yogur	105	500	210
	Yogur líquido	103	500	208
	Helado de vainilla	150	800	188
Postres congelados	Mousse de chocolate	97	750	130
Confituras	Mermelada albaricoque	170	850	200
Productos instantáneos	Sopa de tomate	8	35	221
	Natilla con chocolate	53	289	183
	Gelatina	100	500	200
Condimentos	Salsa para ensalada	100	400	250

\* Por litro o Kg. de producto listo para el consumo.

### 2.5.2 Estabilidad.

Algunas limitantes de su estabilidad derivan de su estructura química, el enlace éster es el que presenta mayor sensibilidad, bajo ciertas condiciones de pH, T y humedad el aspartamo puede hidrolizarse, obteniéndose los aminoácidos individuales.

El pH y la temperatura son los principales parámetros que afectan la estabilidad, a 105°C sólo el 5% del aspartame se descompone, sin embargo a 120°C, la descomposición es substancial, a una T=25°C la mayor estabilidad es a pH=4.3

La inestabilidad que presenta a altas temperaturas limita su uso en ciertos productos, en donde el procesamiento involucra elevadas temperaturas, recientemente se han desarrollado técnicas -- como el encapsulamiento (productos de panadería), que evitan su descomposición a temperaturas elevadas.

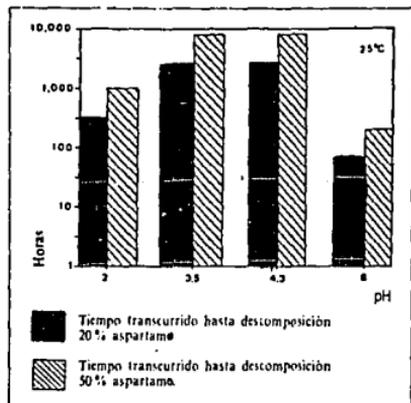
El aspartamo puede conservarse durante largo tiempo en estado seco, ya sea puro o en mezcla con otros ingredientes. En solución acuosa, se produce degradación sin que la calidad del sabor se afecte. En las figuras 2,3,4 y 5 se observa la estabilidad del aspartamo en diferentes condiciones. (29)(36)

### 2.5.3 Solubilidad.

Es muy soluble en soluciones alcohólicas y ligeramente soluble en agua. El grupo carboxílico permite la formación de sales, facilitando su solubilidad. Presenta máxima solubilidad a pH=2.2.

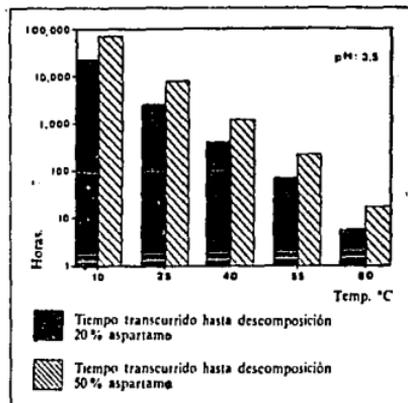
La mayoría de los productos alimenticios líquidos se ubican en rangos de pH de 3.0 a 5.0, que es donde el aspartamo presenta mayor estabilidad. (2)(23)

**FIGURA 2.**



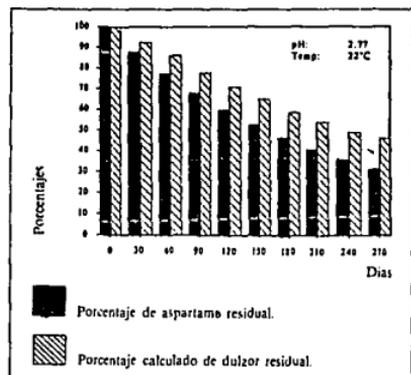
Estabilidad del aspartamo en soluciones tampón a diferentes pH

**FIGURA 3.**



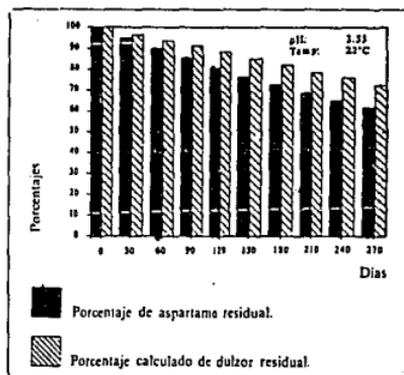
Influencia de la temperatura en la estabilidad del aspartamo.

**FIGURA 4.**



Estabilidad del aspartamo en una bebida refrescante comercial.

**FIGURA 5.**



Estabilidad del aspartamo en una bebida refrescante comercial.

## 2. 6 DESVENTAJAS.

La mejor razón técnica para el uso de edulcorantes intensivos es la característica esencial del dulzor, pero los cambios consecuentes en la estructura del alimento es lo que va a determinar la -substitución parcial o total de la sacarosa.

En muchos productos la sacarosa, además de proveer el sabor dulce proporciona el "cuerpo" a productos como: mermeladas, dulces, jaleas, rellenos,...etc., por lo que en muchos casos se usan agentes espesantes (polidextrosa,CMC) para sustituir esta característica.

El mejor uso de los edulcorantes intensivos, está en las bebidas, en donde el agua proporciona en sí misma el cuerpo del producto.

En la tabla 2 se hace una comparación entre los edulcorantes espesantes (sacarosa) y los edulcorantes intensivos. (5)

TABLA 2. Diferencias entre edulcorantes espesantes e intensivos.

CARACTERISTICA	EDULCORANTES ESPESTANTES ( Sacarosa)	EDULCORANTES INTENSIVOS (Sintéticos)
. Valor calórico	Alto	Bajo
. Origen	Agrícola	Químico
. Percepción del consumidor	Natural	Artificial
. Dietético/Salud	Obesidad/caries	Toxicidad
. Posición del mercado	Protegido	Restringido
. Desarrollo	Nuevos usos	Nuevos productos

### **3. APLICACIONES DEL ASPARTAMO**

Cuando se habla del desarrollo de nuevos productos que contengan aspartamo, existen diversos factores a considerar para poder sustituir la sacarosa, pues además de proporcionar el sabor dulce, también está involucrada en diferentes propiedades como : cuerpo, textura, volumen, disminución del punto de congelación, aumento de la presión osmótica, ...etc.

Muchos de los problemas tecnológicos, pueden ser controlados mediante: modificación a las condiciones de proceso, control de pH, humedad, empleo de compuestos espesantes y mezclas de edulcorantes.

El empleo de edulcorantes intensivos, requiere de detallados estudios técnico-económicos que prueben su viabilidad.

Actualmente el aspartamo se emplea en una gran variedad de categorías de alimentos entre las que se citan las siguientes:

(35)(36)

### **3.1 BEBIDAS.**

#### **3.1.1. Bebidas carbonatadas no alcohólicas.**

Es una de las primeras categorías en donde el uso del aspartamo -- fué factible.

La sustitución de la sacarosa en este tipo de productos no presenta grandes problemas técnicos, ya que el agua proporciona en sí -- misma el cuerpo del producto.

El pH de las bebidas es de 4.3, que se ubica dentro del rango de -- estabilidad del aspartamo que es de 3-5.

La estabilidad es de aproximadamente 6 meses, que es la vida media deseable para bebidas carbonatadas. (23)(36).

La tabla No. 3 muestra una formulación de la bebida Ginger Ale.

Tabla 3. Formulación para una bebida carbonatada. (19)

Ingrediente	Cantidad
Polidextrosa (Pfizer)	50.0 Kg
Esencia American Ginger Ale	3.5 l
Acido cítrico anhidro	1.37 Kg
Aspartamo	0.50 Kg
Citrato de sodio	0.25 Kg
Benzoato de sodio (145mg/Kg ácido benzóico)	0.15 Kg
Esencia limón	0.15 l
Original Ginger Ale	0.15 l
Caramel MW3	0.08 Kg
Agua	a 1000 l

La sacarosa se utiliza en este producto en proporciones aproximadas de 9-10%, cuando es sustituida por aspartamo se emplean cantidades de 400-600 mg/l.

Contenido Calórico.

Sacarosa 3.84 cal/g

Aspartamo 4.06 cal/g

Una bebida de 355 ml. proporciona menos de 1 <sup>\*</sup> Cal., en comparación con aproximadamente 134 Cal. de una bebida normal. (23)(36)

\* Cal= Gran Caloría (unidad utilizada en nutrición) equivalente a Kcal física.

### 3.1.2 Bebidas refrigeradas / congeladas.

El uso de aspartamo en bebidas refrigeradas y congeladas abre una nueva e importante área del producto.

Las bebidas congeladas o refrigeradas con un contenido de sólidos de 0-60% son los productos primarios en esta categoría. La vida de anaquel para jugos con un pH de 3.3-3.6 es de 6-8 semanas. Los productos congelados tienen una vida de anaquel mayor a un año.

El uso de niveles de aspartamo en estos productos es de 350-450 - ppm, dependiendo del perfil de dulzor deseado y del sinergismo - que se obtenga con el jugo.

Los jugos refrigerados son procesados por el método de alta temperatura corto tiempo (HTST), que involucra un calentamiento de -- 85-99°C por 15-30 seg., seguido de un rápido enfriamiento y envasado. Los jugos congelados no requieren este procesamiento.

Se espera usar el aspartamo en el procesamiento aséptico de jugos de frutas, en el cual la relación tiempo-temperatura es muy corta, calentamiento a 136°C por 3-25 seg. (15)

### 3.1.3 Polvos para preparar bebidas.

La estabilidad del aspartamo en mezclas secas es completamente buena, en este tipo de productos, se debe tomar en cuenta que el material de empaque sirva como barrera para impedir el endurecimiento de la mezcla disminuyendo su solubilidad.

En la tabla No. 4 se muestra una formulación para preparar una bebida sabor limón. (14)

Tabla 4. Mezcla de formulación seca para bebida sabor limón

Ingredientes	Porcentaje (%)
Acido cítrico	55.0
Maltodextrinas	19.93
Citrato de sodio	8.45
Aspartamo	5.74
Fosfato tricálcico	4.22
Acido ascórbico	3.06
Agente espesante	2.41
Agente enturbiante	1.91
Saborizante	lo que convenga
Colorante	lo que convenga

## 3.2 PRODUCTOS DE CONFITERIA.

### 3.2.1 Goma de mascar.

Dentro de los productos de confitería, la goma de mascar fué uno de los primeros en emplear la sacarina como edulcorante, posteriormente debido a los problemas con los que se ha asociado su consumo, se utiliza aspartamo o mezclas de edulcorantes.

Se emplea una capa de aspartamo en cantidades aproximadas de 0.025 0.058 % en peso.

En la tabla No.5 se muestra una formulación típica de laminillas de goma de mascar.

Tabla No. 5

Formulación base para goma de mascar

Ingredientes	Cantidad (%)
Sorbitol *	68-80
Base de goma de mascar	20-30
Glicerol	0.3-5.0
Sabor menta verde	0.8-2.0
aspartamo	0.025-0.058

\*empleado para conservar volúmen.

Además, el aspartamo puede resaltar sabores frutales y prolongar el sabor dulce de 5-6 minutos que dura normalmente, a 30 minutos.

### 3.2.2 Caramelos. Mentas para el aliento.

Es el primer producto de confitería endulzado con aspartamo,

La temperatura usada en el proceso de confitería puede ser muy alta, por lo que la etapa de adición del aspartamo es muy importante, se efectúa después de la etapa de calentamiento, cuando el producto ha sido enfriado para la adición de colorantes y saborizantes. El producto después se maneja de manera normal.

En la tabla No. 6 se muestra una formulación típica de este tipo de producto.

Tabla No. 6

Formulación de mentas para el aliento

Ingredientes	%
Sorbitol	99.30
Estearato de magnesio	0.40
Sabor a menta	0.10
Hierbabuena natural	0.10
Aspartamo (NutraSweet Co.)	0.10

El azúcar y otros carbohidratos edulcorantes, son reemplazados - con sorbitol y otros agentes espesantes.

La estabilidad del aspartamo es buena, debido a la baja humedad en el sistema y por la adición del edulcorante después de la etapa de calentamiento. (15)(36)

### 3.3 POSTRES

#### 3.3.1 Postres congelados tipo gelatinoso.

En esta categoría se incluyen, nuevas gelatinas, pudines y barras de dulce de leche.

Los parámetros que deben ser considerados en la elaboración de este tipo de productos son; puntos de congelamiento, formación de -- cristales de hielo y la capacidad espesante, para poder reemplazar a los carbohidratos.

Entre la lista de agentes espesantes que se pueden utilizar están: polidextrosa (Pfzier, Inc.), que puede ser usado en productos que contengan lácteos, Maltodextrina con un equivalente dextrosa (DE) menor de 20, y derivados alcohólicos de azúcares. Fuera de los E.U el lactitol, palatinit, maltitol, también están permitidos.

En la práctica una combinación de agentes espesantes con óptimos - puntos de congelamiento, permitirán una mejor calidad en el sabor y textura del producto terminado. (15)

Tabla No. 7

Formulación de Barras de Chocolate (12)

Ingredientes	%
Sólidos no grasos de leche	11.0
Mantequilla	1.0-2.0
Polidextrosa (Pfizer, Inc.)	7.5
Maltodextrina (20 DE) (Grain Processing Corp.)	7.5
Cocoa	3.0
Estabilizante	0.35
Polisorbato 80 (ICI Americas)	0.10
Aspartamo (NutraSweet Co.)	0.07
Calorías aproximadas en esta formulación 55 por 71 g. de producto.	

### 3.3.2 Gelatinas

Es una mezcla de ingredientes, que contienen una proteína gelificante (gernetina) como ingrediente principal. La elaboración involucra un tratamiento térmico, que en el caso de productos elaborados con aspartamo no afecta el poder edulcorante.

La cantidad de aspartamo puede ser variable de .3-7% dependiendo de la sustitución parcial o total de la sacarosa.

En la tabla no.8 se muestra una formulación para elaboración de gelatina que emplea aspartamo como edulcorante.

Tabla no. 8. Formulación en base seca para elaboración de gelatina.

Ingredientes	% en peso
Grenetina	67.90
Acido adípico	17.00
Acido fumárico	1.40
Citrato de sodio	6.40
Aspartamo	5.80
Saborizante	lo suficiente
Colorante	lo suficiente

En este tipo de productos se puede obtener una reducción en el -- contenido calórico de un 90%. (16)

### 3.4 CEREALES PARA EL DESAYUNO.

El contenido de sacarosa en este tipo de productos es alto. El -- empleo de aspartamo dentro de esta categoría, no tiene como prin cipal finalidad disminuir el contenido calórico, debido a que la mayor parte de las calorías las proporciona el cereal en sí mismo.

El aspartamo puede ser incorporado al cereal antes de secarlo. Así un cereal para el desayuno puede ser preendulzado por una cubierta compuesta por una lechada de proteína con aspartamo y posteriormente llevarlo a secar.

### 3.5 PRODUCTOS LACTEOS.

#### 3.5.1 Yogurt.

El yogurt es una leche acidificada por fermentación láctica, utilizando un inóculo de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, en general, se utiliza leche descremada a la que se le incrementa su contenido de sólidos con leche en polvo.

En la Tabla No. 9 se muestra una formulación para yogurt que -- utiliza como edulcorante aspartamo

Tabla No. 9

Base para yogurt con aspartamo, estilo suizo

Base para yogurt	Cantidad
Leche descremada	378.5 l
Sólidos de leche no grasos	19.954 Kg
Estabilizante	0.220 Kg
Cultivo para yogurt	Cantidad necesaria
<u>Producto terminado</u>	
Base para yogurt	99.88 %
Aspartamo	0.07 %
Saborizante	lo suficiente
Colorante	lo suficiente

### 3.6 ENDULZANTES DE MESA.

En México, fueron lanzados a la venta en 1983 y actualmente ocupan el 10.04% del mercado de productos que utilizan aspartamo.

El aspartamo en esta presentación es mezclado con otras substancias como: maltodextrina, manitol, glucosa (utilizados como vehículos) y SiO<sub>2</sub> (como antiaglomerante y conservador).

A continuación se muestran algunas de las formulaciones para endulzantes de mesa.

1. (SUCREL)
  - . Maltodextrina 97%
  - . Aspartamo 3.0%
  
2. (FORMA)
  - . Manitol
  - . Aspartamo 0.038 g.
  - . SiO<sub>2</sub>
  
3. (CANDEREL)
  - . Dextrosa 0.9505
  - . Aspartamo 0.0375
  - . Polietilenglicol
  - . SiO<sub>2</sub>

### 3.7 NUEVAS APLICACIONES.

Dentro de las mas recientes aplicaciones del aspartamo se pueden mencionar.

- . PRODUCTOS DE PANADERIA
- . MEZCLAS <sup>Ⓢ</sup>
- . NUTRASWEET GRANULAR

#### 3.7.1 Productos de panadería.

La FDA aprobó el uso de aspartamo en productos de panadería. Robert B. Shapiro, Presidente de la Cía. NutraSweet<sup>Ⓢ</sup>, mencionó - que la Cía. desarrollo una nueva tecnología, en la cual se protege al ingrediente durante el horneado, usando un tiempo de liberación adecuado durante el proceso.

Se utiliza una película que protege al aspartamo durante el horneado a altas temperaturas y libera al edulcorante en el momento propicio del proceso. Los detalles completos sobre la tecnología podrán obtenerse cuando salga la patente.

La Cía. espera, que se puedan ofrecer a los consumidores buenos productos endulzados con NutraSweet<sup>Ⓢ</sup>.

Se espera que el uso de aspartamo en este tipo de productos, provoque un mayor desarrollo en los agentes espesantes bajos en calorías.

Su comercialización se enfoca hacia los procesadores de alimentos horneados preparados, así como también a mezclas preempacadas para hornear en casa. (7)

#### 3.7.2 Mezclas.

La Compañía NutraSweet alienta al consumo de productos con 100% de aspartamo, en tanto otras compañías como Hoechst, están trabajando más sobre el uso de mezclas.

Con las características que brinda una mezcla de edulcorantes intensivos, la cantidad en que se requieren se ve reducida.

El consumo de una pequeña cantidad de mezcla de edulcorantes, es preferible a la ingestión de una relativa gran cantidad de un solo edulcorante intensivo.

El uso de mezclas va en aumento, a pesar de que el consumidor no aprecia las ventajas del uso de dicho sistema, debido a que se le presentan en la etiqueta 3 ó 4 edulcorantes artificiales, que le parecen demasiado, especialmente por el clima actual contra los aditivos. (20)(35)

### 3.7.3 NutraSweet<sup>®</sup> granular.

NutraSweet<sup>®</sup> Granular salió al mercado en 1989, tendiente a llenar ciertos requerimientos del uso de aspartamo en líquidos.

Este desarrollo permite importantes ventajas en la elaboración de productos que usan aspartamo en polvo, como es el caso de las bebidas no alcohólicas.

Permite un mejor mezclado, no flota y además se ahorra espacio en el empaquetado y almacenaje. (11)

#### 4. MERCADO DEL ASPARTAMO

#### 4.1 INTRODUCCION.

Uno de los fenómenos sociales que se presentan en la actualidad es la preocupación de llevar una vida saludable, que enmarca entre - otras cosas lo referente a los hábitos alimenticios, problemas como obesidad, hipertensión y diabetes, han propiciado se preste especial atención tanto al consumo de grasas como de carbohidratos entre estos últimos principalmente al de sacarosa.

Es cada vez más común observar en los supermercados, diversos productos bajos en calorías, que anteriormente se encontraban en tiendas especializadas y farmacias.

La propuesta de los edulcorantes intensivos es la de satisfacer el gusto por el sabor dulce, así como permitir una reducción significativa en la ingestión de calorías.

#### 4.2 MERCADO DE EDULCORANTES.

El mercado mundial de edulcorantes está distorsionado por regulaciones y protecciones hacia: la agroindustria, mercados internos e internacionales y situaciones de patentes, como ejemplo se puede citar: la fijación de cuotas de producción de jarabe de maíz con alto contenido de fructosa (HFCS), protección hacia la industria de la remolacha en la Comunidad Europea que, en situaciones de bajo precio, permanece viable a través de políticas económicas, posesión de la patente de aspartamo por la Compañía NutraSweet,...etc. Esto trae como resultado una comercialización diferente por los edulcorantes artificiales en varias partes del mundo. (5)

En los Estados Unidos, el nuevo mercado para los edulcorantes intensivos fué estimulado por el ciclamato, su uso se vió repentinamente detenido (aunque es usado de manera mínima en otros países) por

problemas de salud a los que se ha asociado su consumo y esto - abrió la puerta al aspartamo, que ha provocado un incremento gradual en la cantidad de productos que lo contienen. (5)(20)

En contraste, el consumo de sacarina ha decrecido y es posible que en un futuro próximo desaparezca del mercado.

La demanda de jarabe de maíz con alto contenido de fructosa ha aumentado en los Estados Unidos como resultado del bajo precio del - maíz, su uso se ha destinado casi en su totalidad al mercado de las bebidas carbonatadas. (5)

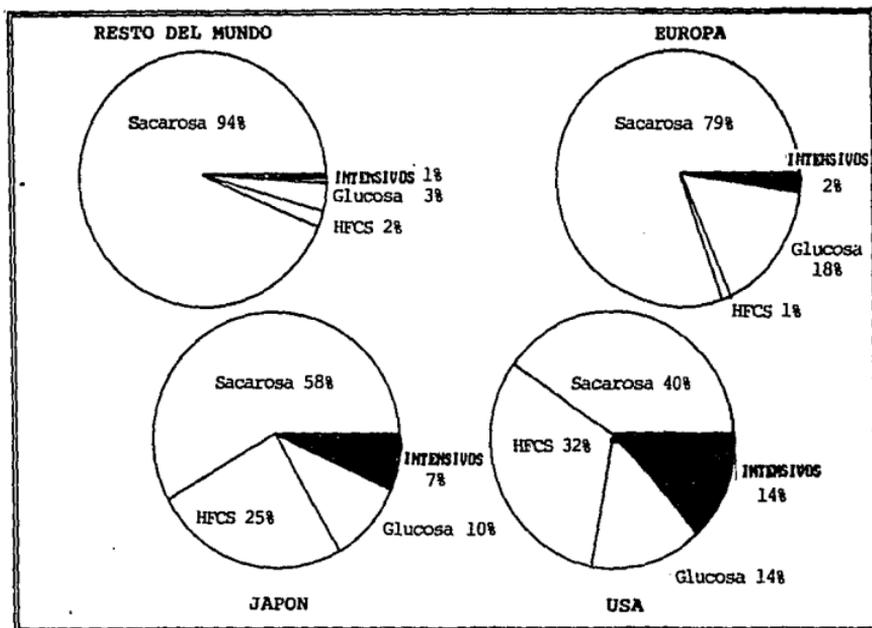
Hay un gran desarrollo de otras substancias o materias primas, como extractos de plantas y derivados químicos complejos que cuentan con algunas características relevantes como un poder edulcorante - muy elevado pero tienen aún aplicaciones restringidas.

En términos de participación del mercado, el azúcar representa el 85% del total mundial; los edulcorantes en base a almidón 9.5% y - los edulcorantes no calóricos el 4%.

El consumo mundial de los edulcorantes bajos en calorías durante - 1990 se estimó en el equivalente a 5 millones de toneladas métricas (TM) de azúcar, (aproximadamente 980 millones de dólares Frost & Sullivan Inc. 1990) comparada con 2.2 millones de TM en 1982. (13)(21)

El impacto de la legislación conjuntamente con las preferencias de los consumidores se observan en la fig.6 , en donde se observa la gran penetración que han tenido los nuevos edulcorantes en Estados Unidos y Japón, en contraste con lo que sucede en la Comunidad -- Europea y el resto del mundo. (5)

Figura no. 6 Consumo de Edulcorantes.



\* HFCS. Jarabe de maíz con alto contenido de fructosa.

Estados Unidos ocupa el primer lugar como consumidor de bebidas carbonatadas no alcohólicas, de estas, el 30% son bebidas bajas en calorías, se estima que para 1995 el 50% de los refrescos que se vendan serán bajos en calorías.

En Europa, el consumo de bebidas gaseosas se calcula en 53 litros por persona al año, de estas el 30% son bebidas bajas en calorías, se estima que el consumo se incremente al doble para finales de siglo y que la proporción de bebidas dietéticas alcance un 30% del mercado. (20)(29)(32)

#### 4.3 ASPARTAMO

El aspartamo fué desarrollado por la Compañía G.D. Searle, subsecuentemente adquirido por la Cía. Monsanto, es comercializado bajo el nombre de marca NutraSweet, esta compañía creó algo inusual al dar un nombre de marca para un ingrediente alimentario.

La Holland Sweetener Co., una compañía que fué fundada conjuntamente por la Toyo Soda Manufacturin Co. LTD de Japón y la Compañía - Naamloza Vennootschap DSM de Holanda, es la principal competidora de la Cía. NutraSweet , fué creada especialmente para el mercado del aspartamo, lo introdujeron al mercado bajo el nombre Sanecta\_ en septiembre de 1988. Están produciendo aspartamo por vía enzimática en donde se obtiene un producto de alta pureza. Su planta comercial se ubica en Holanda y enfoca su mercado hacia: los productos lácteos, mezclas de bebidas instantáneas, dulces, pays y tabletas.

El aspartamo (NutraSweet<sup>®</sup>) es consumido en 90 países y se usa en - aproximadamente 1700 productos ( en los Estados Unidos 524 productos contienen NutraSweet<sup>®</sup> ).

Actualmente hay un aumento significativo en el uso de mezclas de - edulcorantes, particularmente para bebidas, la Holland S.C. inició los procedimientos legales para nulificar las patentes para uso de mezclas de la Cía. NutraSweet. (5)(7)(11)(20)(35)

#### 4.4 MERCADO DEL ASPARTAMO EN MEXICO.

México importa de distintos países, aspartamo, como substancia pura y productos manufacturados, se comercializa a través de la Cía. - NutraSweet , esta compañía inició sus operaciones en México en - 1989, anteriormente era comercializado por la Cía. Nutriquim. Los Laboratorios Abbot también manejan aspartamo, teniendo una participación mínima dentro del mercado.

En las tablas 10a, 10b y 10c se enlistan datos de importaciones de aspartamo y subproductos. (1)(33)

A excepción del mercado de refrescos, la demanda de este tipo de - productos es aún pequeña pero presenta una tendencia positiva. En 1992 se presentó un incremento en el volúmen de ventas de aspartamo del 46%, se debe hacer notar que se parte de un volúmen de ventas bajo. (21)(29)

En México 46 productos utilizan aspartamo, 11 de los cuales salieron a la venta en 1991, el desarrollo del mercado en número de productos disponibles se observa en la figura no. 7.

El sector refresquero ocupa el 74% de las ventas, se emplea también en: bebidas en polvo, cereales, gelatinas, yogurts, endulzantes de mesa, antiácidos, chocolates, chicles, ..etc., la tabla no. 11 - muestra algunos de los productos comerciales que utilizan aspartamo.

Dentro del mercado de bebidas carbonatadas no alcohólicas, el de - la marca Coca Cola crece a un ritmo de 40% anual y le representa a esta compañía el 1.2% del total de ventas. Para la Cía. Pepsico 1.6% del total de ventas corresponden a refrescos bajos en calorías. (21)(29)

TABLA 10 a.

Estadísticas de importaciones de aspartamo y productos dietéticos.

<u>1989.</u>	FRACCION ARANCELARIA	PRODUCTO	VALOR COMERCIAL (US-DLLS)	VOLUMEN	%PARTICIPACION	PRECIO MEDIO	UNIDAD
PAIS	2924.2932	N-L-Alfa-Aspartil L-Fenilalanina-l- -metil					
E.U.			2'551'554	46759.2	97.58	54.57	Kg
Italia			16,223	220	0.45	73.74	Kg
Inglaterra			71,546	932	1.94	76.70	Kg
TOTAL			2'639,330	47917.0		55.08	
<u>1990.</u>							
ALEMANIA (RFA)			66,276	964.0	2.54	68.75	Kg
E.U			1'741,466	36357.5	96.15	47.90	Kg
Italia			31,126	491.0	0.45	63.69	Kg
TOTAL			1'838,868	37812.5		48.63	

Tabla 10 b.

<u>1989.</u>	FRACCION ARANCELARIA	PRODUCTO	VALOR COMERCIAL (US-DLRS)	VOLUMEN	PARTICIPACION	PRECIO MEDIO	UNIDAD
PAIS	<u>2007.9901</u>	Compotas o mer- meladas destina- das a diabéticos					
E.U.			30,160	18426.3	99.97	1.64	Kg
Argentina			6	5.0	0.027	1.20	Kg
TOTAL			30,166	18431.3		1.64	
<u>1990.</u>							
E.U.			6,188	2013	94.81	3.07	Kg
No declarados			62	110	5.18	0.56	Kg
TOTAL			6,250	2123		2.94	

Tabla 10 c.

<u>1989</u>	FRACCION ARANCELARIA	PRODUCTO	VALOR COMERCIAL (US-DLS)	VOLUMEN	% PARTICIPACION	PRECIO MEDIO	UNIDAD
PAIS	2106.9001	Polvos para elaboración de budines destinados a diabéticos.					
E.U.			52567	18593	99.98	2.83	Kg
R.F.A.			4	3.4	0.018	1.18	Kg
TOTAL			52571	18596.4		2.83	
<u>1990.</u>							
E.U.			24874	4156.3	95.54	5.98	Kg
Francia			3015	194	4.45	5.59	Kg
TOTAL			27899	4350.3		6.41	

Figura No. 7 Desarrollo en la cantidad de productos en el mercado Mexicano. (21)

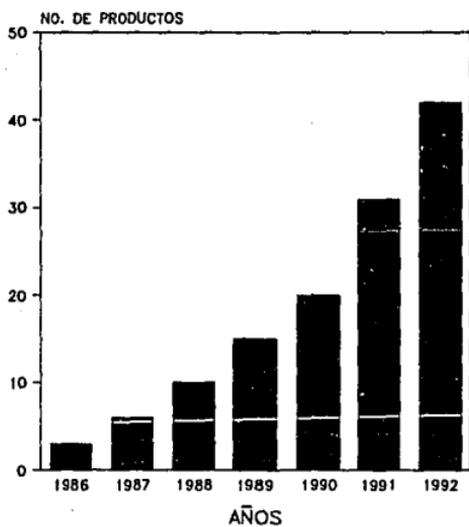


Tabla no. 11 Algunos productos disponibles en el mercado, que contienen aspartamo en su formulación.

PRODUCTO	NOMBRE COMERCIAL	COMERCIALIZADO POR:
Bebidas carbonatadas no alcohólicas.	. Diet-Coke . Pepsi Light . Dietafiel . Sidral . Squirt light	Cía. Coca Cola Pepsico Inc. Peñafiel Squirt M.R.
Polvos para preparar bebidas.	. Diet-Sahara	Ind. Deshidratadoras S.A. de C.V.
Polvos para preparar bebidas con leche	. Ultra DietQuick . Slim Quick . Ultra Slim Fast	Thompson Kitchens Inc. Nature's Bounty Inc. Nutritional Foods Int. Inc.
Té	. Nestea	Cía. Nestlé
Mezclas p/repostería	. D-Zerta	Kraft General Foods
Gelatinas en polvo	. Royal Light . Gloria	Nabisco Inc. Arancia S.A. de C.V.
Mermelada	. Knott's	Knott's Berry Farm
Yogurt	. Club Light	Ind. Alimenticias Club
Cereales p/desayuno	. Fibra Uno	Maizoro
Aspartamo	. Canderel . Sucrel . Forma	Searle de México Lab. Columbia Lab. Abbot
Goma de mascar	. Trident	Adams S.A.

#### 4.5 POTENCIALIDAD DEL MERCADO.

Se realizó una encuesta de consumo, a un grupo de 100 personas de diferente edad, sexo y nivel socioeconómico, cuestionándolos sobre el consumo de productos bajos en calorías, el tiempo que llevaban consumiendo y la razón para ello.

Los resultados se muestran en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Resultados generales, encuesta sobre consumo de aspartamo.

FACTOR	VARIABLES	No. PERSONAS ENCUESTADAS <sup>⊕</sup>	No. PERSONAS QUE CONTESTARON AFIRMATIVAMENTE	% DE CONSUMO DE ASPARTAMO
EDAD	15-30 años	52	35	67 %
	31-40 años	30	9	30 %
	41-60 años	18	7	39 %
SEXO	Hombres	45	20	44.5 %
	Mujeres	55	31	56 %
NIVEL SOCIOECONOMICO	Medio	60	24	40 %
	Medio Alto	40	27	67.5 %

Cuadro Comparativo No. 2. Indica el porcentaje de individuos que consumen aspartamo en relación con la edad y sexo en los 2 niveles socioeconómicos estudiados.

EDAD	NIVEL SOCIOECONOMICO	
	Medio (%)	Medio Alto (%)
15-30 años	59	78
31-40 años	18	62.5
41-60 años	33	44
SEXO		
Hombres	48.5	70
Mujeres	28	65

Se tomó como base <sup>⊕</sup> del cuadro no. 1.

Figura no. 8 . Encuesta de consumo de aspartamo.

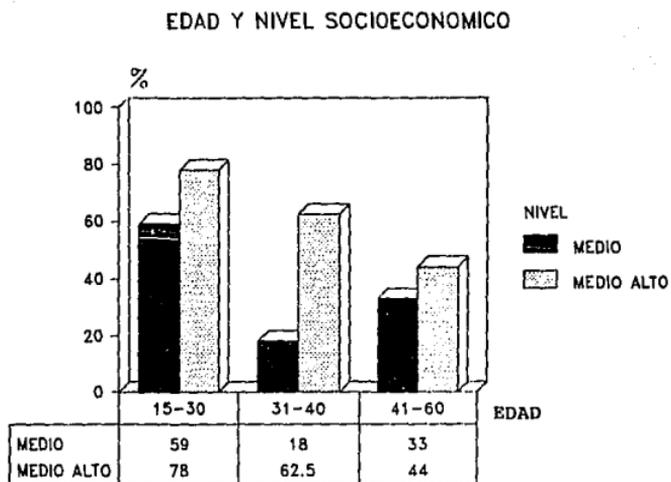
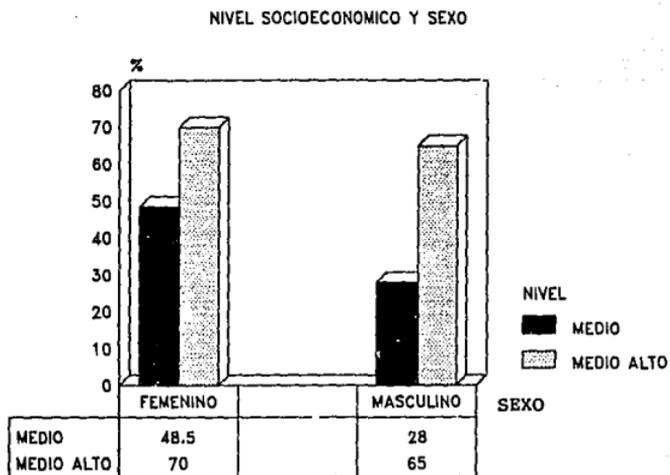


Figura no. 9. Encuesta de consumo de aspartamo.



De los cuadros 1 y 2 se observa que:

. Un mayor número de mujeres consumen productos bajos en calorías, aunque la diferencia con los hombres no es muy marcada.

. Los jóvenes son los principales consumidores de estos productos, en edades avanzadas (41-60), el consumo se ve asociado con problemas de salud (diabetes).

. De acuerdo al nivel socioeconómico, existe cierta diferencia, esto no es reflejo del poder adquisitivo de las clases debido a que la mayor parte de los productos consumidos, son bebidas carbonatadas que son de consumo generalizado y aún en mayor proporción dentro de la clase media.

Al relacionar el nivel socioeconómico con la edad y sexo (Fig.8,9) la tendencia presentada es similar a los resultados generales -- (siempre con un rango de diferencia entre ellos) que se incrementa en edades de 31-40 años.

Las respuestas en cuanto al tiempo que tenían de consumir este tipo de productos se ubica aproximadamente en 2 años.

Las entrevistas muestran que el consumo de este tipo de productos obedece en su mayoría a razones de tipo estético, sin embargo en muchos de los casos, los encuestados no definen claramente las razones para su consumo, esto puede asociarse a un resultado publicitario.

En general los resultados obtenidos son elevados, debidos en gran medida a las respuestas proporcionadas por los jóvenes, cabe hacer notar que en la mayoría de los casos se menciona que su consumo no es cotidiano.

Según encuestas realizadas por la Cía. NutraSweet , señalan que, el 85% del mercado meta ya reconoce la marca y 60% han probado productos que lo contienen. Un 20% de la población no cree que le afecte a niños y mujeres embarazadas y el consumo es muy similar en hombres y mujeres. (29)

La potencialidad que ofrece el mercado de edulcorantes intensivos es buena, principalmente en el ramo de las bebidas gaseosas. México ocupa el 2o. lugar como consumidor de refrescos, 130 litros por persona al año, se consumen 11 000 000 de litros al año de los cuales sólo el 1% utilizan aspartamo.

La Compañía NutraSweet estima que hasta el 10% de los refrescos serán bajos en calorías en 3 años mas y que esto haría del país el 2o. o 3er. mercado mas importante para esta compañía. (29)

La posibilidad de utilizar aspartamo en forma masiva es aún remota, sin embargo el sector de la industria refresquera es quizás en este sentido el que mejores perspectivas presenta.

En México el consumo excesivo de bebidas gaseosas, además de sustentarse en un mal hábito alimenticio, es también resultado, entre otras cosas a una falta de disponibilidad de agua potable, esto aunado a que el país atraviesa por una grave crisis en la industria azucarera, aún en ingenios propiedad de grandes firmas como Coca-Cola y Bimbo debido principalmente a: falta de apoyo e inversión, problemas agrarios, importaciones excesivas y situaciones de tipo político laboral. Esto podría abrir la posibilidad de utilizarlo en mayor escala (se tiene como precedente que en Rusia y China, en situaciones de escases se ha permitido en algunos casos la sustitución total de la sacarosa). (6)(26)(29)

## 5. TOXICOLOGIA Y LEGISLACION

## 5.2 INTRODUCCION.

El aumento de numerosos estatutos dentro de la legislación de los aditivos alimentarios, está encaminada hacia la protección del -- consumidor y varían considerablemente de un país a otro.

La toxicología está basada en la premisa de que, todas las mez-- clas son tóxicas a una dosis determinada, de este modo, no es sor-- prendente que una dosis elevada de aspartamo o de sus partes com-- ponentes y productos de su descomposición (aspartato, fenilalanina, metanol y dicetopiperacina), provoquen ciertos efectos en es pecies sensibles. (17)

La fenilalanina y el ácido aspártico entran de manera normal en las funciones celulares, el metanol es transformado y excretado - como formiato y la dicetopiperacina; una fracción se excreta sin cambio y una fracción mayor es convertida a fenil-acetilglutamina. Estos metabolitos están presentes de manera natural en los alimen tos o se forman durante el cocimiento y procesamiento. Son segu-- ros cuando se consumen en cantidades normales, pero como cualquier sustancia pueden tener efectos adversos a la salud, cuando están presentes en grandes cantidades.

La literatura concerniente a la seguridad del aspartamo es exhau tiva, es uno de los aditivos alimentarios que más se ha estudiado en cuanto a su toxicidad, debido a que fué desarrollado por una - Cía. Farmacéutica (G.D. Searle), los procedimientos para evaluar su seguridad fueron realizados como si se tratara de un nuevo fá-- maco.

Estas investigaciones involucran múltiples estudios in vitro y in vivo, mutagénicos agudos y subagudos, toxicidad crónica en varias especies, estudios sobre cáncer en roedores y otras especies, además de numerosos estudios metabólicos en animales y humanos.

El aspartamo fué inicialmente aprobado en 1974, pero la aprobación fué detenida por objeciones sobre posibles efectos toxicológicos. Siguiendo una larga audiencia legal, por una corte nombrada por el Consejo Científico de Investigación y una de comprobación científica de la autenticidad de los estudios de toxicología, la F.D.A. concluyó que, el aspartamo es seguro y se reiteró su aprobación en octubre de 1981.

A continuación se resumen algunos de los estudios realizados para el aspartamo y sus metabolitos (cuadros 5.2.1, 5.2.2 , 5.2.3 y 5.2.4).

Se toma 34 mg/Kg como dosis base, que representa el 99% de la ingestión proyectada de aspartamo en un día entero cuando se reemplaza a la sacarosa. (12)(17)(20)(32)(37)

5.2 SINTESIS DE ALGUNOS ESTUDIOS TOXICOLOGICOS SOBRE ASPARTAMO Y SUS METABOLITOS

5.2.1 ASPARTATO/ASPARTAMO

HIPOTESIS PREVIAS	ESTUDIO REALIZADO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Cantidad normal de aspartato en plasma 5.5 <sup>u</sup> mol/dL	Administración a roedores neonatos altas dosis de aspartato para producir conc. inferiores a 110 <sup>u</sup> mol/Kg (20 veces lo normal)	No desarrollaron necrosis neuronal hipotalámica	Seguro, para concentraciones de aspartato en plasma inferiores a 110 <sup>u</sup> mol/Kg.
Los ácidos amino dicarboxílicos, aspartatos y glutamatos provocan efectos neurotóxicos en dosis elevadas.	Administración de aspartato 2g/Kg a infantes primates con y sin adición de glutamato (1g/Kg)	No presentaron anomalidades.	Aspartato es seguro
	En humanos, se añadió aspartato en dosis elevadas a alimentos que contenían glutamato monosódico.	No se encontraron incrementos significativos en esos aminoácidos.	Los cambios que se observan son similares a los que se producen cuando se ingiere una comida normal.
Se tomó como base el umbral de la conc. de aspartato en el plasma para producir lesiones en el ratón.	A sujetos normales se les administró aspartato, 34mg/Kg o aspartato 13mg/Kg.	No se notaron diferencias significativas en la conc. de aspartato en plasma.	Indica un rápido metabolismo de la porción del aspartato del aspartamo.
Dosis en exceso.	Sujetos normales se les administró dosis de 100, 150 y 200 mg/Kg. de aspartamo.	Aumento de la conc. de aspartamo en plasma, pero abajo de los niveles que produjeron lesiones en ratones neonatos.	Aún cuando el aspartamo es ingerido a niveles de abuso, es difícil concebir el riesgo de daño neuronal a causa del aspartamo.
Los infantes están en riesgo, porque tarda en expresarse el material genético para la síntesis de enzimas que metabolizan aspartato y glutamato.	Estudios realizados en infantes de 1 año de edad.	La porción de aspartato del aspartamo es rápidamente metabolizado.	No hay riesgo para este grupo.
Grupos de población especial podrían incrementar sensibilidad.	Estudios en grupos de mujeres lactantes a dosis de 50mg/Kg.	Efectos mínimo sobre niveles de aspartamo en leche.	La importancia biológica de estas pequeñas diferencias en el contenido de aspartato en leche no es significativo.
Incremento acumulativo	Sujetos adultos, ingirieron 3 bebidas endulzadas con aspartamo, con 2 hrs. de intervalo entre c/u.	No tuvo efectos significativos sobre la conc. de aspartato en plasma.	Es seguro, aún cuando se ingieran varias bebidas de manera continua.

### 5.2.2 FENILALANINA

ANTECEDENTES. Existe un grupo de individuos, con una enfermedad llamada fenilcetonuria, que es un error congénito del metabolismo de la fenilalanina. La fenilalanina hidrolasa está ausente o es deficiente en los individuos fenilcetonúricos, por lo que la fenilalanina no puede ser transformada en tirosina, acumulándose en la sangre y tejidos. Elevados niveles de fenilalanina están asociados con retraso mental en individuos con fenilcetonuria. En Estados Unidos 1 de cada 10 mil individuos presenta fenilcetonuria, en México no existen estadísticas al respecto.

HIPOTESIS PREVIAS	ESTUDIO REALIZADO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
El incremento de los niveles de fenilalanina en plasma, después de la ingestión de una comida con proteína es de 8-12 $\mu$ mol/Kg.	En humanos normales se les suministró niveles de 34mg/Kg. de aspartamo.	Aumento de un nivel base de 5-6 mol/dL a: 11.1 $\pm$ 2.5 $\mu$ mol/dL	El incremento es similar a cuando se consume una dieta rica en proteínas.
Abuso potencial en dosis de aspartamo. Sólo podría ser ingerida de manera accidental.	En adultos se les suministró dosis de: 100,150 y 200 mg/Kg de aspartamo.	Aumento en los niveles de fenilalanina de: $\mu$ mol/dL. 20.2 $\pm$ 6.77 35.1 $\pm$ 11.3 48.7 $\pm$ 15.5  Los niveles encontrados pueden ser comparados con niveles en situaciones clínicas.	Ya que para niños fenilcetonúricos están permitidos niveles de fenilalanina de 24-48 $\mu$ mol/dL, los niveles encontrados no representan un substancial riesgo de toxicidad.
Individuos con fenilcetonuria.	Individuos normales y fenilcetonúricos se les suministró 100mg/Kg. de aspartamo.	Aumento en los niveles de fenilalanina en plasma  41.7 $\pm$ 2.33 $\mu$ mol/dL	El metabolismo es más lento en los individuos fenilcetonúricos. Pero aún así es despreciable el aumento.
Tomas sucesivas de una bebida con aspartamo, provocarían un incremento acumulativo, antes de que pudiera ser metabolizado.	Sujetos adultos ingirieron 3 bebidas de 12 onzas con intervalos de 2 hrs.	Ligeros incrementos de 1.2 $\mu$ mol/dL de los niveles base.	Este pequeño incremento no tiene importancia fisiológica. Un niño de 4 años podría ingerir 3 bebidas sucesivas, sin incrementar apreciablemente la conc. de fenilalanina en plasma.  La FDA concluyó que hay datos que establecen con una razonable certeza, que el uso de aspartamo no causa o agrava, el tipo de daño cerebral asociado a altos niveles de fenilalanina en plasma.

### 5.2.3 METANOL

**ANTECEDENTES.** Otra causa de interés es la degradación de aspartamo a metanol, antes del consumo o en el tracto gastrointestinal. Solamente un consumo excesivo de metanol puede resultar en niveles tóxicos suficientes para causar envenenamiento por metanol (Acidosis metabólica y daños oculares).

El metanol (formado del metil éster), constituye el 10% del peso del aspartamo, esto significa - que si todo el aspartamo en 12 onzas de bebida dietética fueran degradadas, habría cerca de 2mg de metanol.

El metanol aparece de manera natural en la dieta, en jugos de fruta, papas cocinadas y bebidas alcohólicas (en este caso puede estar presente en más altas conc. que en el aspartamo ~140 mg/l).

El metanol es un metabolito normal en el cuerpo humano, es metabolizado a formaldehído y es degradado rápidamente a formiato. Un nivel tóxico de ácido fórmico es el factor responsable -- del envenenamiento por metanol.

HIPOTESIS PREVIAS	ESTUDIO REALIZADO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Se tomó como base los niveles de metanol encontrados en individuos que consumieron 34mg/Kg y que fueron de 0.35-0.4mg/dL	Dosis de aspartamo a adultos normales fueron suministradas: 100 150 200 mg/Kg	Incremento proporcional de la conc. de metanol en sangre. 1.27± 0.48 mg/dL 2.14± 0.35 mg/dL 2.58± 0.78 mg/dL	El incremento no es significativo, aunado a que muchos de los efectos tóxicos son debidos a la formación de formiato. Se tuvo una rápida excreción de formiato.
Grupos más sensibles	Infantes ingiriendo 34, 50 y 100 mg/Kg.	Resultados similares a los adultos.	Indican rangos similares de metabolismo y excreción.  FDA reporta que no son de interés los niveles de metanol, resultantes de la ingestión - de cantidades elevadas de aspartamo.

#### 5.2.4

**DICETOPIPERAZINA.** Es un metabolito intermediario del aspartamo, que puede presentarse en productos con un calentamiento prolongado o un almacenamiento largo a altas temperaturas. Después de su formación es degradado a los aminoácidos individuales, fenilalanina y aspartato. No es un ingrediente común en los alimentos, por lo cual ha sido sujeto a intensas pruebas en animales para determinar algún posible efecto crónico, carcinogénico, reproductivo o mutagénico

Ninguno de los estudios de la dicetopiperazina, reveló la formación de sustancias dañinas o algún efecto de deterioro de la salud.

#### 5.3 SINTOMAS ASOCIADOS CON EL CONSUMO DE ASPARTAMO.

**ESTUDIOS SOBRE CANCER.** El aspartamo ha experimentado intensos estudios sobre cáncer como ningún otro aditivo alimentario. La estructura molecular del aspartamo es tal que, es rápidamente convertido en metabolitos en el cuerpo humano que no presentan riesgos cancerígenos.

**EPILEPSIA.** Se tienen algunos reportes sobre, posibles ataques epilépticos ocasionados por el consumo de aspartamo, pero no se ha logrado demostrar científicamente alguna relación. En marzo de 1986 el Instituto de Epilepsia (U.S.A.), anunció que el aspartamo es seguro para la gente con epilepsia.

Además la junta del Consejo del Instituto, mencionó que no hay relación entre el aspartamo y los ataques epilépticos, indicaron que en el Instituto hay 5000 pacientes por año y no se ha presentado ningún cambio en los patrones de ataque.

**OTROS SINTOMAS.** Síntomas como náuseas, desvanecimientos, cambios de humor, dolor de cabeza e irregularidades menstruales se han asociado al consumo de aspartamo. Los datos disponibles son controversiales, se han llevado a cabo estudios y estas reacciones no se presentan en experimentos controlados. Se realizan otras investigaciones para encontrar un patrón de comportamiento, asociado con el aspartamo

Actualmente la F.D.A., investiga a grupos de niños entre 2 y 5 años, como resultado de un reporte de que este grupo en particular, consume más aspartamo, que el consumo diario aceptado.

Debido a otros síntomas que se han asociado con el consumo de aspartamo, se realizó un estudio a un grupo de personas jóvenes - con problemas de obesidad (33% arriba del peso normal), con promedio de: edad 19.3 años, estatura 166.1 cms. y peso 74.7 Kg. Se les suministró dosis de 2.7 g de aspartamo/día, durante 13 semanas, a una parte del grupo se les dió un placebo para interpretar la influencia de respuestas subjetivas.

En la tabla 15 se muestran los resultados de 55 personas que completaron el estudio, de los cuales 51 eran mujeres. Es estudio se realizó en diversos hospitales (E.U.A.) y los resultados se tomaron de su historial clínico. (16)(38)

Tabla no.15. Estudio sobre los síntomas presentados en un grupo de jóvenes con sobrepeso, cuando consumieron aspartamo o un placebo.

SINTOMA	NO. DE PERSONAS	
	ASPARTAMO (n=22)	PLACEBO (n =33)
Cambio de apetito	5	8
Náusea	4	3
Alteraciones intestinales	30	32
Fatiga	3	4
Dolor de cabeza	1	6
Mareos	2	2
Calambres abdominales	1	6
Alteraciones menstruales	16	12
Poliuria	5	1
Mareos (a punto de desmayo)	1	1
Sangrado de nariz	1	2
Congestión	2	-
Enfermedades febriles	16	19
Dolor de piernas	1	-
Manos frías	2	-
Mal sabor de boca	2	-
Picazón	1	-
Piel seca	1	3
Acné	5	8
Erupción cutánea	3	1
Boca seca	1	-
Boca hinchada	-	1
Acceso de llanto	-	1
Fisuras anales	-	1
Dificultad para tragar píldoras	-	-
	<hr/> 103	<hr/> 113

Del estudio se concluyó que:

- . Se observa una impresión subjetiva de las respuestas que corresponden al grado de entusiasmo por una posible reducción de peso, en las personas sujetas a este programa.
- . No es posible establecer un patrón sintomatológico de la ingestión de aspartamo.
- . No hay evidencia de que el aspartamo ayude a reducir de peso, -- sino que puede emplearse como control.

#### 5.4 LEGISLACION.

Cuando los informes sobre aspartamo se presentaron ante la F.D.A. para su aprobación, sin duda fueron los más intensos estudios registrados para un aditivo alimentario, esto ha sentado nuevos precedentes para la futura evaluación de aditivos alimentarios. El tiempo para obtener la aprobación fué de aproximadamente 10 años.

Extensas investigaciones muestran que el consumo de aspartamo es seguro aún para grupos sensibles como: niños, mujeres embarazadas, mujeres lactantes, recién nacidos y personas con diabetes.(12)

La F.D.A. y el Comité de Hipersensibilidad a los Constituyentes - Alimentarios (E.U.A.) concluyeron, que no existe evidencia que el aspartamo en productos alimenticios provoque algún riesgo a la salud en su uso común.

Después de los análisis realizados, el aspartamo ha sido considerado un edulcorante seguro por el Comité Científico de Productos Alimentarios de la FAO/OMS y por otras 60 instituciones reguladoras en todo el mundo. (12)(25)(32)

En México el uso de aspartamo está reglamentado por la Secretaría de Salud, se registra en la Ley General de Salud, Título 9o., artículo no. 675 Edulcorantes Artificiales y en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades y Establecimientos de Productos y Servicios.

En el Reglamento no se restringe la cantidad de aspartamo a emplear, solo se establece que se deberá cumplir con buenas prácticas de manufactura. Actualmente la Secretaría de Salud está trabajando sobre la norma oficial de Alimentos Modificados, que incluye a los que contienen aditivos edulcorantes, en donde se estudia el fijar concentraciones límite.

La S.S.A. lleva el control sobre la importación de este aditivo. Autorizó este año (1994) que los productos que contengan aspartamo eliminaran la leyenda " evitese el consumo a niños menores de 3 años y mujeres embarazadas", pero deberán mencionar en la etiqueta "evitese el consumo a fenilcetonúricos, contiene felilalana" además de la cantidad de aspartamo utilizada. (39)

## **6. CONCLUSIONES**

La tendencia de una mayor "conciencia a la salud" va en aumento, - específicamente el consumo de alimentos que contienen edulcorantes intensivos en su formulación.

Este tipo de productos satisfacen las necesidades del consumidor - desde dos aspectos:

- a) Eliminación del consumo de sacarosa, involucrada en problemas de salud como diabetes e hipertensión.
- b) Disminución del valor calórico; en aspectos de tipo estético\_ y obesidad.

En México aún no existe una gran demanda por este tipo de productos, pero la potencialidad que ofrece el mercado es buena, especialmente el sector del mercado dirigido a jóvenes, esto asociado\_ a razones de tipo estético principalmente y como resultado de gran des campañas publicitarias.

El edulcorante ideal no existe, todos presentan ventajas y limitaciones técnicas, económicas, toxicológicas, etc. Dentro de los -- edulcorantes artificiales o intensivos, el aspartamo es uno de los\_ más promisorios para poder sustituir a la sacarosa y satisfacer -- las necesidades del consumidor.

Es necesario que los industriales diversifiquen sus líneas para po\_ der ofrecer, nuevas y mejores opciones de productos bajos en calorías.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI. 1988.
2. Badui, D.S., 1988. Diccionario de Tecnología de los Alimentos. 1a. edición. Ed. Alhambra Mexicana S.A. de C.V.
3. Badui, D.S., 1990. Química de los Alimentos. 2a. edición. Ed. Alhambra Mexicana S.A. de C.V.
4. Belitz, H.D., Grosch, W., 1988. Química de los Alimentos. Ed. Acribia, S.A.
5. Coombs, J., 1989. Which sweetener?. Food Processing, 58(8):11.
6. Danell, S.J., 1991. Industria Azucarera. Epoca, (26):26.
7. Darrington, H., 1988. FIE: The food ingredients roadshow. Food Manufacture, 63 (1): 17,30-31.
8. Dziezak, D., 1986. Special Report. Sweeteners and product development. Food Technology, (1):112-130.
9. Edulcorantes. Alimentaria. 1987. enero-febrero no. 179:75
10. Food additives and 1992., 1989. Food Manufacture, 64(5):55-58.
11. Food Processing Reports., 1989. Ringing the changes. Food Processing, 58(1):27.
12. Gelardi, R.C., 1987. The multiple sweetener approach and new sweeteners on the horizon. Food Technology, Jan:123-124.
13. Geplacea, No. 2, Febrero 1992.

14. Homer, B.Z., 1984. Propierties and stability of aspartame. Food Technology, 38(7):50-55.
15. Homer, B.Z., Kedo, A., Shazer, W.R., 1987. FDA aproves four new aspartame uses. Food Technology, 41(7):41.
16. HOMLER, B.E. 1984. Aspartame: Implications for the food scientist in aspartame. Physiology and Biochemistry, - Marcel Dekker, Inc. New York.
17. Lewis, D.S., 1987. Aspartame: Review of the safety issues. Food Technology, Jan:119-121.
18. Ley General de Salud. 1992. 8a. edición. Título 9o., Art. 675 Ed. Porrúa S.A.
19. Matthews, A.C., Beverage flavouring and their aplications. Ashvrst, P.R. 1991. Food Flavouring. Ed. Blackie and Sond Ltd.
20. Mc. Gill, D., 1990. Sweetness. Food Processing, 59(8):24.
21. Monjarás J.A., 1992. NutraSweet: Ganando peso. Expansi6n, abril:39-43.
22. NutraSweet. 1989. Food Manufacture, 64(2):17.
23. O'Donnell, K., High intensity sweeteners. Mitchell, A.J., 1990. Formulation and production of carbonated soft drinks. Ed. Blackie and Son. Ltd.
24. Pherson, A.B., Mc. Gill, F.W., 1978. Effect on stabilizing agents and aspartame on the sensory propierties of orange sherbet. Journal of Food Science, (43).

25. Prieto, M.G., 1992. El mercado de los edulcorantes.  
Revista del Instituto Nacional del Consumidor, (180):15-20.
26. Producción de azúcar. 1991. La Jornada, marzo 6.
27. Reporte Especial., 1989. El peligro de los dietéticos.  
Revista del Instituto Nacional del Consumidor, (152):47-49.
28. Reporte Especial., 1986. Bebidas dietéticas.  
Revista del Instituto Nacional del Consumidor, (118).
29. Rodríguez Del B.F., Gerente de Ventas y Mercadotecnia NutraSweet México. Entrevista Personal, marzo 1993.
30. Rodríguez, P.F., Iturbe, Ch.F., Valle, V.P., 1986. Edulcorantes.  
Tecnología de Alimentos, 21(4):12-18.
31. Salant, A., Nonnutritive sweeteners in T.E. Furia Handbook  
of Food Aditives.
32. Scientific Status Summary by The Institute of Food Technologist  
Expert Panel in Food Safety & Nutrition., 1986. Sweeteners:  
Nutritive and non-nutritive. Food Technology, Aug:195-205.
33. Sistema de Estadísticas del Comercio Exterior. 1990. Dirección  
General de Estadística Sectorial e Informática. SECOFI.
34. Stegink LD y Filer Jr., LJ, 1974. Aspartame: Physiology and  
Biochemistry. Marcel Dekker Inc. New York and Basel.
35. Tuley, L., 1988. Sweetener than sugar ... Food Manufacture,  
63 (9):29.

36. Vander, V.A., 1988. Aspartame. Propiedades y aplicaciones. Alimentaria, 58(5):61.
37. Wagner, B.M., 1987. New concepts in sweetener development safety assessment revisited, Jan:124.
38. Willard, J.V. Chronic ingestion of aspartame in humand. Lewis D.S., Filer, L.J., 1984. Aspartame: Physiology and Biochemistry. Ed. Marcel Dekker, Inc, Inc. New York.
39. Entrevista Personal. Química Elvira Espinoza. Jefa del Dpto. de Normatividad de la Secretaría de Salud. Mayo 1994.