

10524 36



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

“EXTRACCION DE SACAROSA EN LA ESPECIE  
*Asclepias contrayerba.*”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA  
P R E S E N T A :  
GISELA LOPEZ HERNANDEZ

ASESOR: DR. JOSE GUILLERMO PENIERES CARRILLO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

28-11-86  
2000



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AV. PUEBLA 14  
 MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS  
 U. N. A. 14

FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AV. PUEBLA 14

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E

AT'N: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Extracción de Sacarosa en la Especie Asclepias contrayerba!"

que presenta la pasante: Gisela López Hernández  
 con número de cuenta: 9056973-1 para obtener el TITULO de:  
Química Farmacéutica Bióloga

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

A T E N T A M E N T E.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 19 de julio de 2000

PRESIDENTE

M. en C. René Miranda Ruvalcaba

VOCAL

Dr. José Guillermo Penieres Carrillo

SECRETARIO

Dr. José Luis Arias Tellez

PRIMER SUPLENTE

Dr. Olivia García Mellado

SEGUNDO SUPLENTE

M. en C. Benjamín Velazco Bejarano

## RECONOCIMIENTOS

A DIOS por haberme dado la oportunidad de llegar a la culminación de una de las tantas metas que hasta hoy me he propuesto, gracias por brindarme la vida; para con ella poder apreciar lo maravilloso de su esplendor.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO, de manera especial a la FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN, por ser partícipe de mi formación y por haberme acogido en sus instalaciones durante ese tiempo. De igual manera a todos aquellos profesores con quienes compartí las aulas y me transmitieron sus conocimientos.

Al Dr. José Guillermo Penieres Carrillo por su dedicación, paciencia y entusiasmo, por dirigir mis pasos durante este largo camino que si bien no fue fácil, coadyuvo a mi constante crecimiento, por estar siempre pendiente de cada suceso.

A mis Profesores y Amigos, quienes sin importar hora o día, estuvieron ahí para brindarme su apoyo y ayuda incondicional en todo momento, en especial al M. En C. René Miranda Ruvalcaba, M. En C. Benjamín Velazco Bejarano , Q. F. B. Roberto Yáñez Dueñas, Q. Bernardo, Dr. Alejandro Solano Peralta, Dr. Francisco Delgado, M. En C. Maribel Pineda Herrera y a todos aquellos que en su momento compartieron conmigo mi etapa estudiantil.

A mis padres, JUVENTINO E INES, que con su cariño y paciencia estuvieron conmigo a cada momento, sobre todo cuando a punto estuve de declinar; y por todo ello que los hace ciertamente inigualables, por que sin ellos no hubiese llegado hasta el final.

A mis hermanos JUVENTINO, MARIBEL Y MINERVA, con quienes he compartido grandes e inolvidables momentos en mi vida, porque a pesar de todo; jamás dejaron de darme aliento.

A mi Esposo VICTORINO BAUTISTA por haberme dado la oportunidad de continuar por este sendero, porque sin su apoyo; mi tarea no hubiese sido fácil, y por ser hasta hoy mi eterno compañero y amigo.

A mis hijos MAURICIO FERNANDO Y ABRIL ITZEL, a quienes en ningún momento los he considerado un obstáculo en mi vida, por ser el regalo más hermoso que hasta hoy he obtenido.

DEDICATORIA.

## DEDICATORIA.

*Durante el trabajo diario nos encontramos con diversos problemas ya que no siempre se sabe lo necesario acerca de lo que se desea o cree saber, la experiencia que obtenemos día a día, nos va da la pauta para que el trabajo sea más sencillo y menos tedioso, por ello es de gran importancia valorar cada paso que damos y sobre todo aprender a cuidar lo que se ha obtenido, recordando siempre que todo lo que a nuestras manos llega por muy fácil que sea es parte del tesoro más valioso que en la vida nos ofreció.*

*Con afecto especial a todas aquellos que día a día se esfuerzan por ser mejores, porque la vida es para ellos, el inicio de una meta que jamás termina. A cada día, a cada minuto en cada paso; hay algo sorprendente y sin igual.*

El presente trabajo fue realizado en el laboratorio de Investigación de Química Orgánica L-121 de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM, y en el Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la dirección del Dr. José Guillermo Penieres Carrillo.



ÍNDICE.

ÍNDICE.

1. Introducción.....	4
2. Objetivos .....	8
3. Generalidades.....	10
3.1. Género <i>Asclepias</i> .....	12
3.2. Edulcorantes.....	37
3.2.1. Definiciones .....	40
3.2.2. Teoría de los edulcorantes .....	42
3.2.3. Sacarosa.....	59
3.2.4. Otros edulcorantes .....	77
4. Parte experimental.....	129
4.1. Material y equipo.....	130
4.2. Etnobotánica .....	131
4.3. Preparación del extracto.....	132
4.4. Análisis espectroscópico.....	133
5. Resultados y discusión. ....	136
6. Conclusiones .....	147
7. Referencias .....	150

# 1. INTRODUCCIÓN.

## 1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, debido a la infinidad de padecimientos que se presentan día con día, es necesaria la implementación de mejores, nuevas y diferentes opciones de medicación, por lo que en muchas ocasiones es necesario regresar a las antiguas formas de curación, en donde la gente recurría a lo que hoy se conoce como herbolaria.<sup>1</sup> Las plantas tienen una infinidad de propiedades que aun con el avance de la ciencia se desconocen, debido a que hasta hoy es poca la comunidad científica que se preocupa por descubrir el gran arsenal de riqueza que encierran.

Como se mencionó antes, uno de los principales medios que el hombre ha utilizado para alejar y evitar la enfermedad es el uso de plantas medicinales, las cuales representan un recurso casi ilimitado en la naturaleza y cuyo uso y aprovechamiento se remonta a épocas inimaginables, ya que cada región geográfica tiene su propia forma de curar, lo cual constituía parte importante de su cultura. Es por ello que para su estudio debemos tomar en cuenta ciertos aspectos sociológicos del lugar en donde se recolecta.<sup>2,3.</sup>

Sin embargo, no todas las plantas tienen sustancias que se puedan utilizar con fines farmacológicos, lo cual debemos considerar en el presente trabajo, ya que en su estudio podemos encontrar lo que jamás imaginamos y aunque no cumplimos con nuestro objetivo inicial, no obstante podría ser una gran aportación, tal vez no para la industria farmacéutica, pero sí cosmética, alimenticia y para la comunidad en general.

En este trabajo, la especie a estudiar fue recolectada en la Sierra Tarahumara, se secó a temperatura ambiente, se maceró en un molino manual y se le realizaron diferentes pruebas fitoquímicas para determinar el camino a seguir, El nombre con el que se le conoce en la región tarahumara es el de: "raíz de

camote", y científicamente se le denomina *Asclepias contrayerba*. Cabe citar que no existe información científica acerca del estudio fitoquímico de esta especie.

## 2. OBJETIVOS.

## 2. OBJETIVOS.

---

---

### 2. OBJETIVOS.

- ◆ Contribuir al estudio fitoquímico de la flora nacional, en particular sobre la especie *Asclepia contrayerba*
- ◆ Aislar, separar y purificar los metabolitos encontrados.
- ◆ Caracterizar e identificar los metabolitos aislados y purificados, utilizando como herramienta diversos métodos espectroscópicos (RMN<sup>1</sup>H, RMN<sup>13</sup>C y Rayos X, espectrometría de masas espectrofotometría de infrarrojo).
- ◆ Correlacionar los resultados obtenidos con los publicados en la literatura para este género.

### 3. GENERALIDADES.

### 3. GENERALIDADES.

El análisis químico de los constituyentes de las plantas permite una clasificación química alternativa empleada por los botánicos. En esta disciplina quimiotaxonómica interviene una organización jerárquica de las plantas del mundo, basada en la distribución de los metabolitos secundarios<sup>1</sup> presentes.

El aislamiento de los metabolitos secundarios de las plantas constituye un proyecto de un potencial significativo, que representa grandes beneficios futuros a la industria farmacéutica y agrícola, entre otras.

---

<sup>1</sup> Sinónimo de producto natural

La selección del espécimen vegetal, para investigación de sus productos fitoquímicos naturales es muy crítica y requiere un proceso paso a paso. Para tal efecto se necesitan detalles de su empleo como:<sup>2</sup>

- A. Si es nociva.
- B. Para qué es usada en el entorno en donde crece.
- C. Revisar si ha sido estudiada.

En la caracterización estructural de los productos naturales de una especie es preciso tomar en cuenta diversos factores, como son la localización geográfica del espécimen, la utilización que se le da de acuerdo al folklore de la región, definir la importancia que tiene para la gente; desde un punto de vista etnobotánico, época del año propicia para su recolección, si existe un estudio interdisciplinario (etnobotánico, químico, antropológico y farmacológico), así como revisión de la literatura química para verificar si el espécimen elegido ha sido estudiado. Si este cumple con varios de los puntos antes mencionados se propone seguir los siguientes pasos:

- I. Selección de la planta.

1. Recolección y secado.
2. Clasificación botánica.
3. Propiedades de la especie a estudiar.
4. Metodología de experimentación.

Este último punto comprende varias etapas entre ellas: obtención de un extracto, separación de los componentes (metabolitos secundarios), purificación e identificación de éstos. Para ello, los químicos nos apoyamos en métodos experimentales como:<sup>2,3</sup>

- a) Extracción.
- b) Cromatografía.
- c) Espectroscopia.

### 3.1. GÉNERO *Asclepias*.

A continuación, se presenta un resumen del estudio químico de plantas que pertenecen al género *Asclepias*, el cual es muy amplio en el número de especies así como en el contenido de metabolitos secundarios (Tabla 1).

Esta tabla se relaciona con las siguientes (Tablas 2-9); en ellas se mencionan algunos compuestos encontrados en diversas especies de este género.<sup>5-17.</sup>

Tabla 1. Especímenes vegetales del género *Asclepias*.

ESPECIE	EXTRACTO	PARTE	COMPUESTOS	USOS
<i>Amplexicaulis.</i>	CHCl <sub>3</sub>	R	Tabla 2.	Glucósidos cardiacos.
<i>asperulla</i>	Acuoso	H, R Y T*	Alcaloides y bioflavonoides	Abortifaciente.
<i>Californica</i>	Acuoso	F, H, R Y T*	Fig.2 y tabla 3,1	Glucósidos cardiacos.
<i>capricorno</i>	Acuoso	H, R Y T*	Alcaloides y bioflavonoides	Abortifaciente.
<i>Cordifolia</i>	Acuoso y etanólico.	F, H, R Y T*	Fig. 2 y tabla 4	Glucósidos cardiacos.

Tabla 1. Continuación.

ESPECIE	EXTRACTO	PARTE	COMPUESTOS	USOS
<i>curacasavica</i>	Metanólico	F, H, R, Y T*	Fig. 4.1, Tabla 3, 4 y 5	Antimicótico, fungicida y fungietático.
<i>cryptoceras</i>	Acuoso	F, H, R Y T*	Fig. 2 y tabla 3.	Glucósidos cardiacos.
<i>eastwoodiana</i>	Acuoso	F, H, R Y T*	Fig. 2 y 4.1	Glucósidos cardiacos.
<i>ericapta</i>	Etanólico	H, R Y T*	Tabla 3 y 6,3	Cardenólidos tóxicos
<i>fascicularis</i>	Acuoso	F, H, R Y T*	Fig. 2, Tabla 3,1 y 3.2, 6,1.	Glucósidos cardiacos
<i>fructicosa</i>	Metanólico	F; H; R Y T*	Tabla 3, 4, 5,7.B y 9.	Glucósidos cardiacos..
<i>glaucescens</i>	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	F, H, R Y T*	Tabla 6,3	Glucósidos cardiacos.
<i>incarnata</i>	Acuoso	F, H, R Y T*	Fig. 2 y 4.1	Glucósidos cardiacos.

Tabla 1. Continuación.

ESPECIE	EXTRACTO	PARTE	COMPUESTOS	USOS
<i>labriformes</i>	Acuoso	F, H, RYT*	Fig. 2 y 4.1	Glucósidos cardiacos.
<i>lilacina</i>	Metanólico	F, H, RYT*	Fig. 14	Disacáridos
<i>macrosperma</i>	Acuoso	F, H, RYT*	Fig. 2 y 4.1	Glucósidos cardiacos.
<i>rebaudiana</i>	Metanólico	H	Tabla 3 y 11	Glucósidos cardiacos
<i>rutbiae</i>	Acuoso	F, H, RYT*	Fig. 2 y 4.1	Glucósidos cardiacos.
<i>speciosa</i>	Acuoso	F, H, RYT*	Fig. 2 y 4.1	Glucósidos cardiacos.
<i>rutbiae</i>	Acuoso	F, H, RYT*	Fig. 2 y 4.1	Glucósidos cardiacos.
<i>tuberosa</i>	Etanólica- acuosa	H, RYT*	Fig. 2 y 4.1	Glucósidos cardiaco.
<i>vestita</i>	etanólico	H, RYT*	Tabla 3.	Glucósidos cardiacos.

Tabla 2. Glucósidos cardiacos correspondientes a la figura 1.<sup>11</sup>

COMPUESTO	NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	Residuo de Azúcar
1	Amplecósido A	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH=CHCO-	Ac.	Asclepobiosilo, digitoxilo
2	Amplecósido B	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH=CHCO-	MeCH= CmeCO-	Cimariosilo, digitoxilo
3	Amplecósido C	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH=CHCO-	MeCH= CmeCO-	Ramnosilo, cimariosilo, digitoxilo
4	Amplecósido D	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH=CHCO-	MeCH= CmeCO-	MeCH= CmeCO-
5	Amplecósido E	H	H	H

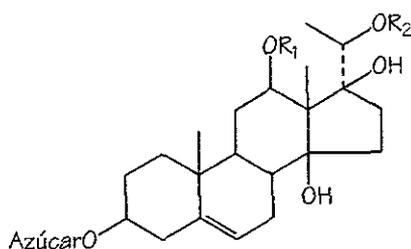


Figura 1. Estructura general de los glucósidos cardiacos.

<sup>11</sup> Este tipo de moléculas se encuentra en especies como *Asclepias amplexicalus*, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> Y Glu corresponden al sustituyente que presenta cada compuesto.

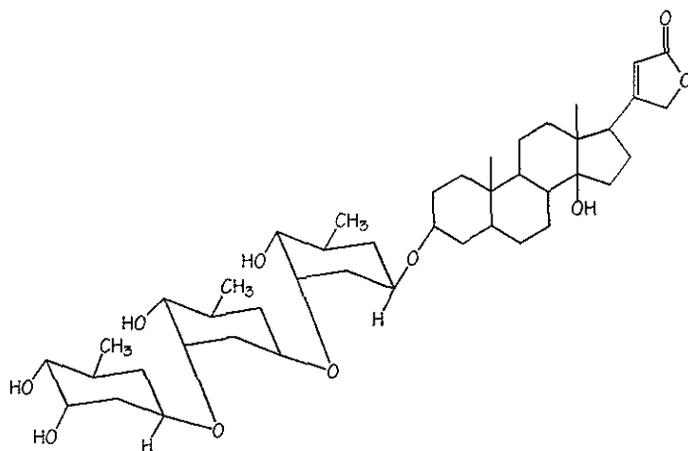


Figura 2. Digitoxina.<sup>III</sup>

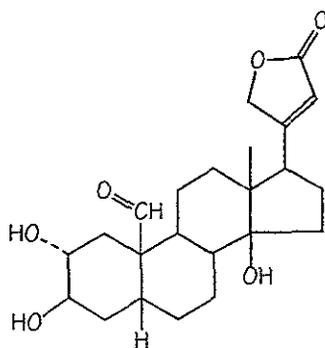
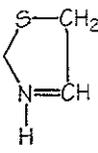
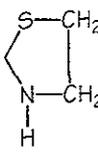


Figura 3. Calotropagenina.<sup>IV</sup>

<sup>III</sup> Se encuentra en especies como: *Asclepias cordifolia*, *cryptoceras*, *eastwodiana*, *fascicularis*, *encarnata*, *labriforme*, *macrosperas*, *rutbiae*, *speciosa* y *tuberosa*.

<sup>IV</sup> Se encuentra en *Asclepias californica*.

Tabla 3. Glucósidos correspondientes a la figura 4.<sup>y</sup>

COMPUESTO	NOMBRE TRIVIAL	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
6	Calactina.	$\alpha$ -H, $\beta$ -OH	H
7	Calotropina.	$\alpha$ -OH, $\beta$ -H	H
8	Calotoxina.	$\varepsilon$ -H, $\varepsilon$ -OH	$\varepsilon$ -H, $\varepsilon$ -OH
9	Uscharidina.	O	H
10	Uscharina.		H
11	Vorucharina.		H

<sup>y</sup> Este tipo de moléculas se han encontrado en especies como: *Asclepias, californica, curacasavica, cryptoceras, eastwodiana, ericapta, fascicularis, fructicosa, rebaudiana, glaucences, incarnata, labriforme, macrosperma, rutbiae, speciosa, tuberosa* y *vestita*. R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> corresponden al sustituyente que presentan.

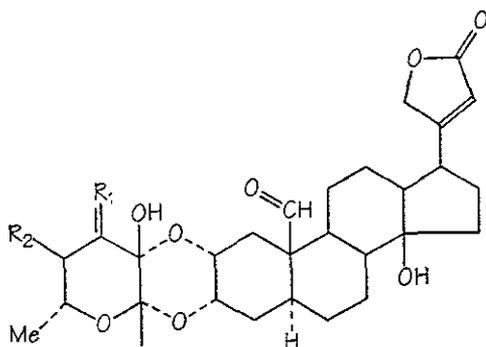


Figura 4. Estructura general de este tipo de glucósidos.

Tabla 4. Pentaósidos de pregnano correspondientes a la figura 5.<sup>vi</sup>

COMPUESTO	NOMBRE	R
12	Ikemagenina = A1	H
13	A1, D-digitoxosa, D-oleandrosa y D-estrofantobiosa	a
14	A1, D-digitoxosa D-oleandrosa, y cinanchobiosa	b
15	A1, D-digitoxosa, D-oleandrosa, D-cymarosa y estrofantobiosa	c

<sup>vi</sup> Este tipo de moléculas se encontraron en especies como: *Asclepias cordifolia*, *curacasavica* y *fructicosa*. a, b, c, d, y f corresponden a las figuras 7 a 12, respectivamente

Tabla 4. Continuación.

COMPUESTO	NOMBRE	R
16	A1, D-cymarosa, D-oleandrosa, D-digitoxosa y estrofantobiosa	d
17	A1, D-cymarosa, D-oleandrosa, y estrofantobiosa	e
18	A1, D-cymarosa, D-oleandrosa y D-cynanchobiosa	F

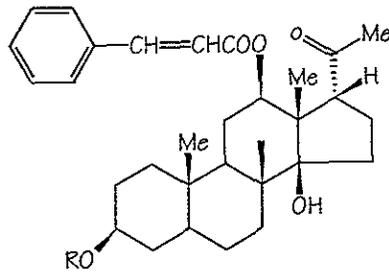


Figura 5. Estructura general de los Pentaósidos de pregnano.

Tabla 5. Nuevos glucósidos, Correspondientes a la figura 6.<sup>vii</sup>

COMPUESTO	NOMBRE	R
19	Kidjolanina = A2	H
20	A2, D-digitoxosa, D-oleandrosa y D- estrofantobiosa	a
21	A2, D-digitoxosa D-cymarosa D-oleandrosa, y estrofantobiosa	c
22	A2, D-cymarosa, D-oleandrosa, D-digitoxosa y estrofantobiosa	d
23	A2, D-cymarosa, D-oleandrosa, y estrofantobiosa	e
24	A2, D-cymarosa, D-oleandrosa y D-cynanchobiosa	f
25	A2, D-cymarosa, D-oleandrosa, y estrofantobiosa	g

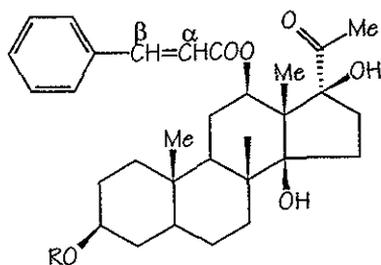


Figura 6. Estructura base de los glucósidos mencionados en tabla 5.

<sup>vii</sup> Este tipo de estructuras se encontraron en especies como: *Aeclepias fructicosa*. a, c, d, f y g corresponden a las figuras 7 a 13, respectivamente.

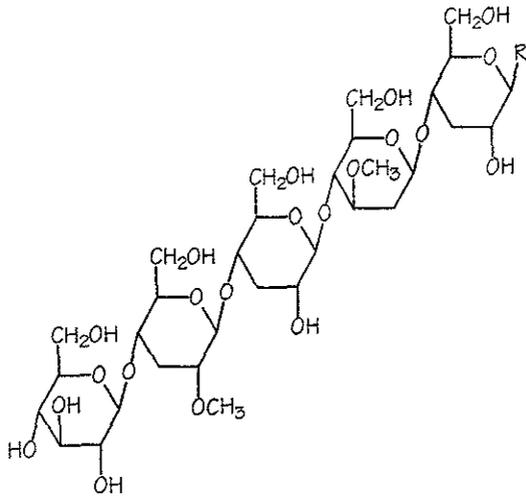


Figura 7. Sustituyente a de las figuras 5 y 6.

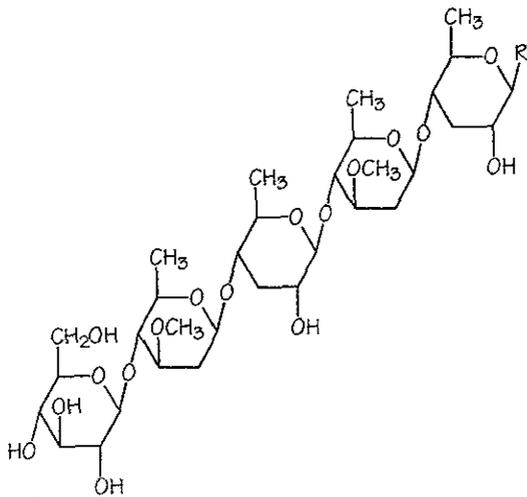


Figura 8. Sustituyente b de las figuras 5 y 6

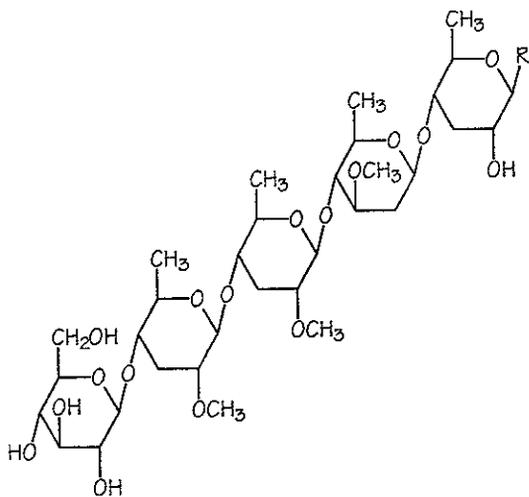


Figura 9. Sustituyente c de las figuras 5 y 6.

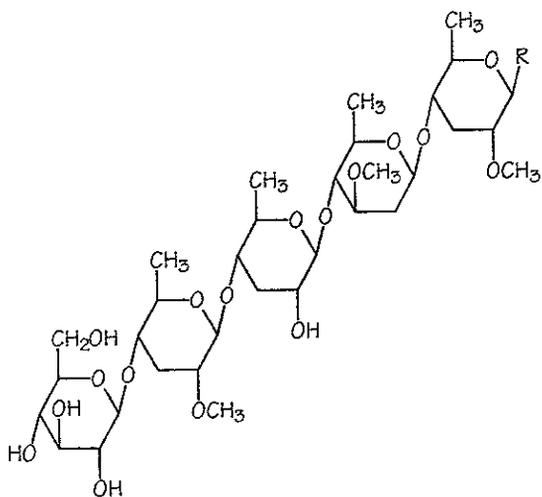


Figura 10. Sustituyente d de las figuras 5 y 6.

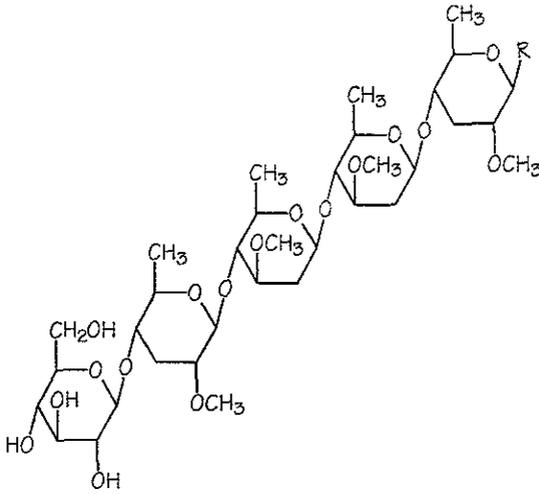


Figura 11. Sustituyente de las figuras 5 y 6.

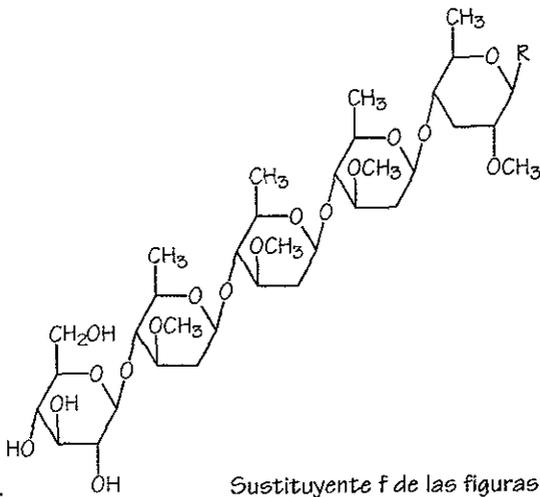


Figura 12.

Sustituyente f de las figuras 5 y 6.

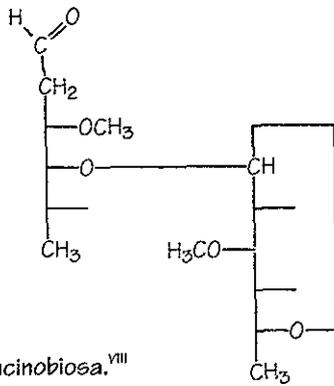
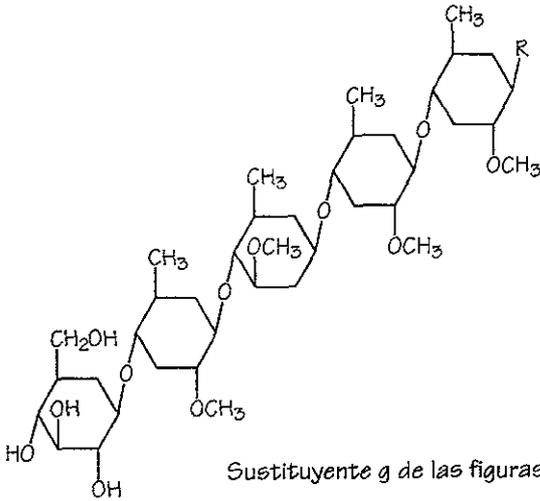
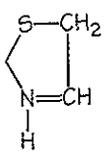


Tabla 6. Glucósidos cardiacos correspondientes a la figura 15.<sup>ix</sup>

<sup>viii</sup> Se encuentra en *Asclepias lilacina*.

COMPUESTO	NOMBRE TRIVIAL	R <sub>3</sub>
26	Desglucosiriosido	$\alpha$ -H, $\beta$ -OH
27	Labriformidina.	O
28	Labriformina	

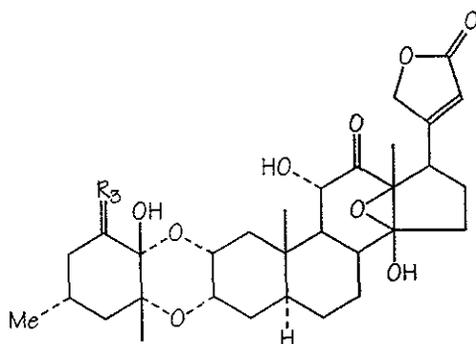
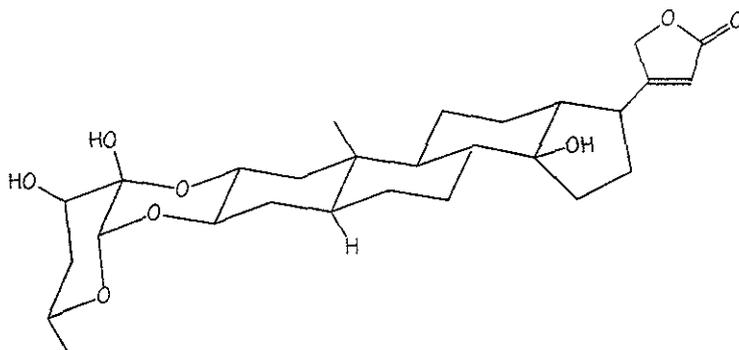


Figura 15. Estructura base de los compuestos de la tabla 6.

<sup>x</sup> Se encuentra en *Asclepias ericapta*, *fascicularis* y *glaucences*.

Las figuras 16 a 23 corresponden a glucósidos cardiacos que se



encuentran en: *Asclepias fruticosa* y *rabaudiana*.

Figura 16. Gomphósido.

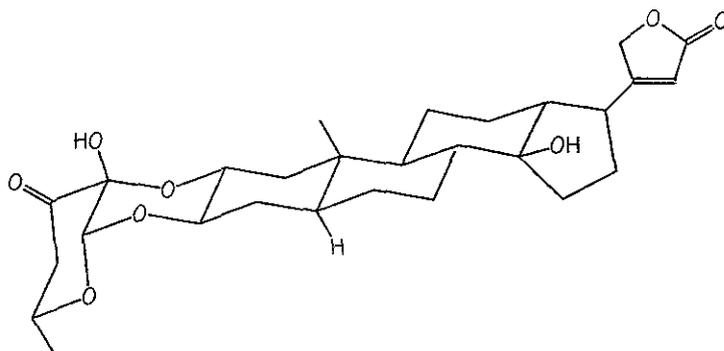


Figura 17. Dehidrogomphósido.

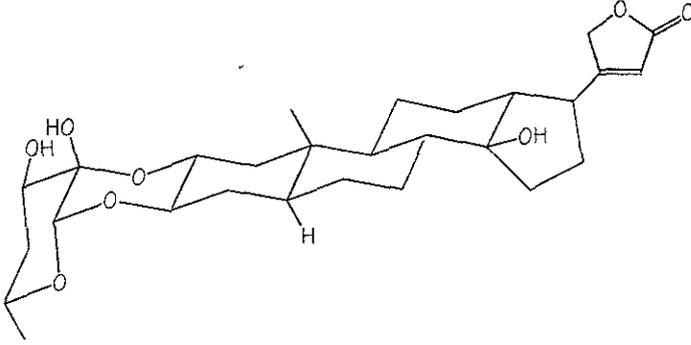


Figura 18. Epigomphósido

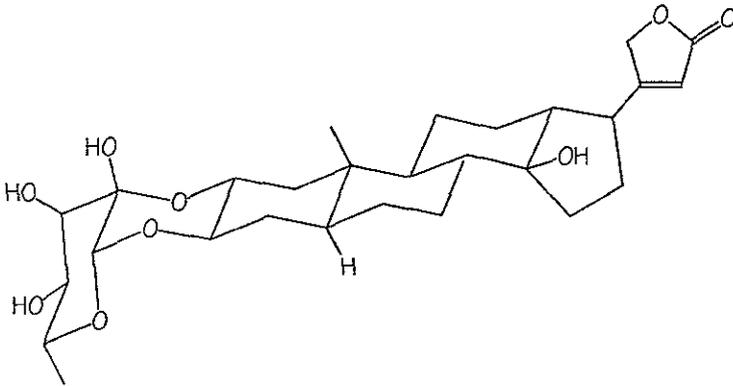


Figura 19. Digitoxigenina  $\alpha$ -L-ranósido.

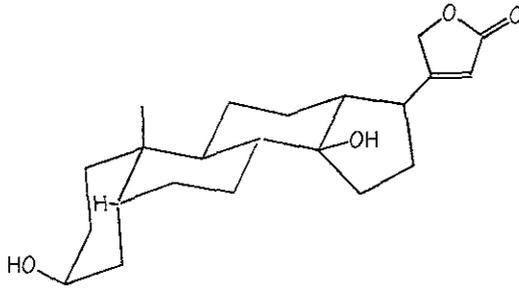


figura 20. Uzaragenina-  $\alpha$ -L-ramnósido.

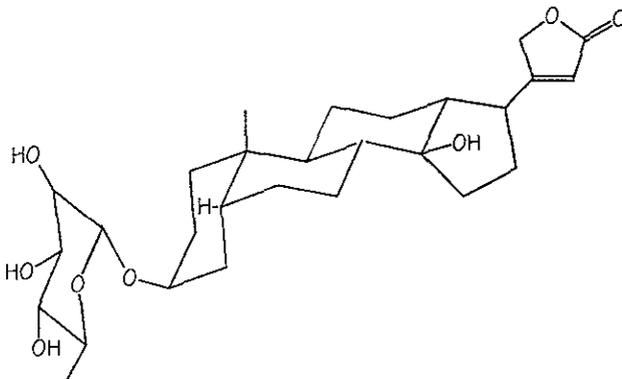


Figura 21. 4'hidroxigomphósido.

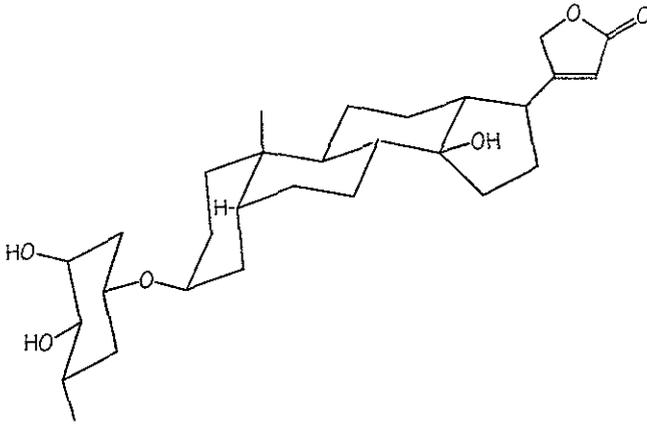


Figura 22. Digitoxigenina  $\beta$ -D- digitóxido.

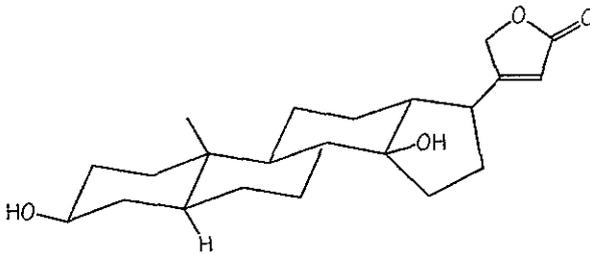


Figura 23. Uzaragenina.

Tabla 7. Glucósidos correspondientes a la figura 24.<sup>x</sup>

COMPUESTO	NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
29	Frugósido	$\beta$ -D-alomentilosa	CH <sub>2</sub> OH
30	Glucosilfrugósido	$\beta$ -D-glucosil $\pm$ alomentilosa	CH <sub>2</sub> OH
31	Glucosilgofrugósido	$\beta$ -D-glucosil $\pm$ alomentilosa	CHO
32	Uzaragenina- $\beta$ - soforósido	$\beta$ -D-glucosil $\pm$ $\beta$ -D-glucosa	CH <sub>3</sub>
33	Uzaragenina	H	CH <sub>3</sub>
34	Coroglaucigenina	H	CH <sub>2</sub> OH
35	Glucósido Coroglaucigenina	$\beta$ -D-glucosa	CH <sub>3</sub>
36	Uzaragenina- $\beta$ - celobiósido	$\beta$ -celobiosa	CH <sub>2</sub> OH

<sup>x</sup> Se encuentran en especies como: *Asclepias fruticosa* y *raubdiana*.

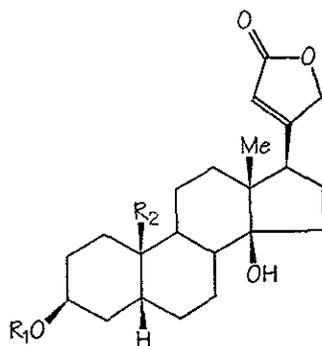


Figura 24. Estructura base de los compuestos de la tabla 7.

Tabla 8. Glucósidos correspondientes a la figura 25.<sup>x</sup>

COMPUESTO	NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
37	Calactina	β-OH	CHO	H	H
38	Afrósido	β-OH	CH <sub>3</sub>	H	OH
39	3'-epiafrósido	β-OH	CH <sub>3</sub>	H	OH
40	3'-epiafrósido-3'-acetato	α-OAc	CH <sub>3</sub>	H	OH

<sup>x</sup> Este tipo de compuestos se encuentra en especies como: *Aeclepias fruticosa* y *rebaudiana*.

Tabla 8. Continuación.

COMPUESTO	NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
41	Calotropina	$\alpha$ -OH	CHO	H	H
42	Gomphólido	$\beta$ -OH	CH <sub>3</sub>	H	H
43	Nuevo glucósido cardenólido	$\beta$ -OH	CHO	OH	H
44	Nuevo glucósido cardenólido	$\beta$ -OH	CH <sub>3</sub>	OH	OH

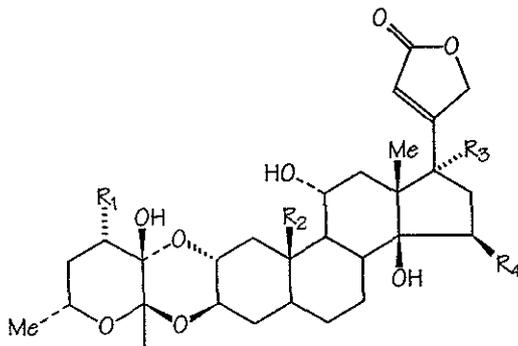


Figura 25. Estructura base de los compuestos de la tabla 8.

Tabla 9. Glucósidos de polioxipregnano, correspondientes a la figura 26.<sup>xii</sup>

COMPUESTO	NOMBRE	R
45	2,6 dideoxipiranososa	H
46	Lineolon 3-O- $\beta$ -cimaropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ - olivopiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -digitopiranosido	Digito-(4-1)-olv-(4- 1)-digito-(4-1)-cim.
47	Lineolon 3-O- $\beta$ -cimaropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ - digitopiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -oleandropiranosil- (1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -digitopiranosido	Digito-(4-1)-ole-(4- 1)-digito-(4-1)-cim.
48	Lineolon 3-O- $\beta$ -cimaropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ - cimaropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -oleandropiranosil- (1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -digitopiranosido	Digito-(4-1)-ole-(4- 1)-cim-(4-1)-cim.
49	Lineolon 3-O- $\beta$ -oleandropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ - cimaropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -oleandropiranosil- (1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -digitopiranosido	Digito-(4-1)-ole-(4- 1)-cim-(4-1)-ole.
50	Lineolon 3-O- $\beta$ -cimaropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ - oleandropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ - oleandropiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -digitopiranosido	Digito-(4-1)-ole-(4- 1)-ole-(4-1)-cim.

<sup>xii</sup> Este tipo de compuestos se encuentra en especies como: *Asclepias raubdiana*

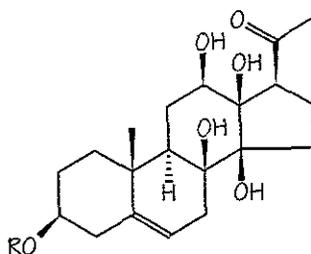


Figura 26. Estructura base de los glucósidos de la tabla 9.

Tabla 10. Abrusósidos correspondientes a la figura 27.<sup>xiii</sup>

COMPUESTO	NOMBRE	R <sub>1</sub>
51	Abrusósido A	$\beta$ -glucopiranosilo
52	Abrusósido B	$\beta$ -glucoronopiranosil-6-CH <sub>3</sub> 2 $\beta$ -glucopiranosilo
53	Abrusósido C	$\beta$ -glucopiranosil- 2 $\beta$ -glucopiranosilo
54	Abrusósido D	$\beta$ -glucoronopiranosil- 2 $\beta$ -glucopiranosil

<sup>xiii</sup> Este tipo de compuestos se encuentra en especies como: *Asclepias rabaudiana*.

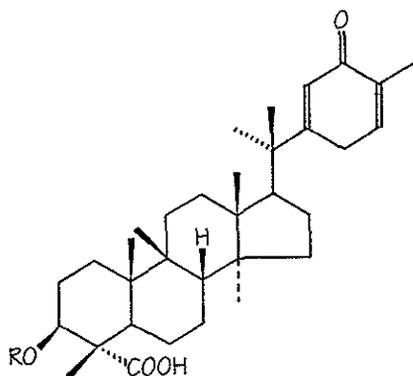


Figura 27. Estructura base de los abrusósidos.

Algunas especies son utilizadas para el tratamiento de dermatofitosis en el hombre, tanto en mucosas como en piel, tal es el caso de *Asclepias curacasavica*<sup>7</sup>; Otras presentan actividad citostática, antitumoral y anticancerígena, además de ser útiles para la detección de células cancerígenas.<sup>8</sup>

Otros estudios revelan la presencia de disacáridos en algunas de estas especies como son la *lilacinobiosa*, *viminosa* y *cimariosa* en: *Asclepias lilacina*, *Degrea abyssi* y *Degrea volubilis* pertenecientes a la familia Asclepiadáceas.

### 3.2. EDULCORANTES.

#### 3.2.1. DEFINICIONES.

*Edulcorante. Es una sustancia que añade un sabor dulce a los medicamentos o alimentos.<sup>16</sup>*

*Edulcorante artificial. Sustancia sintética desarrollada para su utilización en bebidas y alimentos bajos en calorías (dietéticos). Tradicionalmente, los alimentos se endulzaban con sacarosa o miel; no obstante, en la actualidad, se usa toda una serie de edulcorantes diferentes, se emplean en cantidades similares a la de la sacarosa, la sustituyen y son mucho más dulces.<sup>16, 18</sup>*

*Azúcar. Término aplicado a cualquier compuesto químico del grupo de los hidratos de carbono o carbohidratos que se disuelve fácilmente en agua, son incoloros, inodoros y normalmente cristalizables. Todos tienen un sabor más o menos dulce. En general, a todos los monosacáridos, disacáridos y trisacáridos se les denomina azúcares para distinguirlos de los polisacáridos como el almidón, la celulosa y el glucógeno. Los azúcares, que están ampliamente distribuidos en la*

naturaleza, son producidos por las plantas durante el proceso de fotosíntesis y se encuentran también en muchos tejidos animales.<sup>9</sup>

El descubrimiento de componentes muy dulces se realizó en las plantas vasculares, el esfuerzo por obtener gran diversidad de componentes dulces ha sido estimulado por la creciente demanda del público por lograr compuestos que mejoren el sabor de sus alimentos, además que sean estables, no tóxicos y de preferencia naturales.

Por consiguiente, etnobotánicamente se recurre a la selección de plantas de sabor dulce, particularmente las usadas tradicionalmente por la cultura indígena. El aprovechamiento de las moléculas dulces de las plantas se da de acuerdo a los tipos fitoquímicos bioactivos relacionados con los grupos taxonómicos, como son alcaloides, glucósidos cardiacos de uso medicinal, y su potencia varia en relación con la familia de la planta taxonómica, por lo que se examina con relación a la familia de angiospermos superiores, verificando así las bases para encontrar sus componentes dulces, realizando una revisión organoléptica y fitoquímica.<sup>10</sup>

Los aspectos químicos de los edulcorantes abarcan las teorías moleculares de los receptores, así como una estructura simple. La actividad relativa define las clases de edulcorantes. Química y fisicoquímicamente hay una interacción, lo que afecta probablemente la intensidad y calidad del sabor que responde a la estructura molecular. La selección del edulcorante es guiada hacia la adecuación y estabilidad del sistema alimenticio en particular. Es de gran interés comercial someter y descubrir otros edulcorantes alternativos a la sacarosa con propiedades tan buenas e ideales, así como esforzarse y/o modificar los azúcares ya seleccionados como son proteínas, péptidos, flavonoides, glucósidos, sintéticos (como la sacarina), etc.<sup>11</sup>

Por consiguiente, para que un edulcorante natural o artificial sea utilizable en la industria alimenticia, además de ser inocuo debe cumplir con ciertos requisitos: el sabor dulce debe ser percibido rápidamente, además de ser lo más parecido al azúcar común, sin regustos, resistir las condiciones del alimento en que se va a utilizar; así como el tratamiento a que se someterá.

### 3.2.2. TEORÍA DE LOS EDULCORANTES.

Las teorías de los edulcorantes están fundamentadas en la solubilidad de compuestos que contienen "Grupos Saporíficos" (OH y NH<sub>2</sub>); al respecto, Cohn en 1914 empleó la idea de que la presencia de grupos hidroxilo múltiples y saporíferos explican la edulcoración. De esta manera, Overtly y Myers en 1919 desarrollaron la teoría auxoglucósidos y glucóforos que postula la presencia de dos clases de grupos en diferentes moléculas como un prerrequisito para la edulcoración. Ellos listan una propuesta de glucósidos y glucóforos partiendo de sugerencias validadas de 1970 a 1980. Sin embargo, es importante mencionar que estas teorías no explican el poder e intensidad de edulcoración de la sacarina.

Beck insinúa que la edulcoración del azúcar se relaciona con la suma del radio y el volumen atómico o molecular.<sup>12</sup> Esta interesante idea predice el uso de parachos,<sup>xiv</sup> por lo que se predice una serie homóloga en clases químicas sorprendente, pero desafortunadamente la pequeña atención que se le ha dado al

---

<sup>xiv</sup> está relacionado con el volumen molar aparente ( $\phi V$ ) y la tensión superficial ( $\gamma$ ) que está dada por la expresión  $[p]=\phi V \cdot \gamma^{1/4}$ .

pago que implica la propuesta de Beck, mucha de la actividad de las recientes estructuras de azúcares y péptidos no han sido reexploradas para su aprovechamiento.

Probablemente, toda sustancia soluble en agua posee un sabor de acuerdo al orden de acceso a los receptores. Por otro lado, también es conocido que muchas sustancias lipofílicas (hidrofílico) son azúcares naturales dulces, pero Deutchs y Hansh en 1966 intentaron relacionar la edulcoración con el coeficiente de partición. Así, el sabor de una sustancia se propone que de manera hipotética se localiza en el sitio receptor dulce de la célula de la membrana. Los lípidos naturales necesitan de un coeficiente de partición apropiado para tener libre acceso al sitio receptor. Otras teorías relacionadas con el sabor dulce se fundamentan en la vibración electrónica (Kodama 1920)<sup>12</sup> y la actividad enzimática (Baradi y Bourne 1951)<sup>2</sup>. Esta última no ha sido de mucho interés, sin embargo, recientemente Schiffman<sup>12</sup> ha contemplado que la actividad de los receptores de adenosina es estimulada por una enzima intermediaria.

Quizá la teoría más importante para explicar la química de los edulcorantes, es la de Shallenberg y Acree (1967),<sup>12</sup> está se fundamenta en la observación del enlace de hidrógeno en relación con el edulcorante, desarrollando el concepto del sistema AH, y el glucóforo B., acordando que toda sustancia dulce posee esta unidad (Figura 2B), en donde A y B son átomos electronegativos, AH actúa como ácido y B como base, las unidades AH y B forman un complejo con un doble enlace de hidrógeno unido a un complejo similar, el sistema B, AH como sitio receptor del sabor, tiene una separación de 2.86 Å° entre los centros de los orbitales atómicos de A y B que se aparean para dar un dulzor ideal y probablemente la entidad geométrica molecular. Es como si el sistema AH, B gobernara el fortalecimiento del enlace de hidrogeno con el complejo siendo ambas unidades responsables de la calidad e intensidad del sabor.

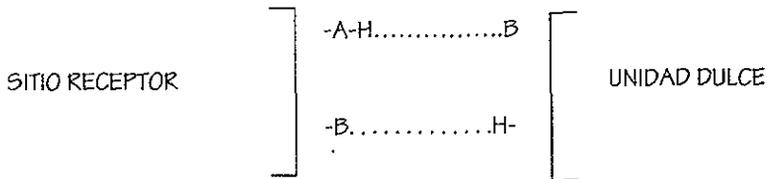


Figura 2B. Complejo dulce.

Kier en 1972<sup>12</sup> extiende esta teoría introduciendo un tercer concepto, el complejo se une a un sitio molecular lipofílico  $\gamma$ ; éste supone la formación de un coeficiente de partición favorable, el cuál facilita el acceso por medio de un estímulo, desarrollando así el sabor en la membrana celular. La idea tripartita de AH, B, y glucóforo, no explica la edulcoración, pero proporciona una elegante teoría ya encaminada.<sup>12, 13</sup>

#### A. COMPUESTOS QUÍMICOS QUE CAUSAN EDULCORACIÓN.

Las clases de compuestos químico que causan edulcoración (Tabla 11) incluyen azúcares, glucósidos (azúcares modificados, polioles), aminoácidos, péptidos y proteínas, cumarinas, dihidrochalconas, ureas y otros componentes nitrogenados, sustancias aromáticas sustituidas y otras sales. No existe claramente un patrón categórico de las clases de moléculas químicas disponibles para elegir la respuesta edulcorante, ya que en muchas sales inorgánicas no aparecen glucóforos. debido a que estas sustancias pueden volverse saladas, ácidas, agrias, agridulces o insaboras.

Tabla 11. Clases de compuestos químicos edulcorantes.

CLASE	ORDEN DE EDULCORACIÓN (BASE MOLAR)
Azúcar simple	0.1-2.0
Azúcar hidrogenada	0.1-2.0
Azúcar simple	0.1-2.0
Azúcar hidrogenada	0.1-2.0
Terpenos y otros glucósidos	0.0-1000
Dehidrochalcones	0.0-10000
Péptidos	0.0-30000
Proteínas	0.0-300000
Nitroanilinas	0.0-2350
Sulfamatos	0.0-26.0
Oximas	0.0-750.0
Iso/Coumarinas	0.0-200.0
Sacarinas	(13.0-1000)
Acesulfamos	(10.0-250.0)
Triptofanos	0.0-1300
Ureas	0.0-250

La síntesis química de los edulcorantes ha sido centrada principalmente en la modificación de azúcares, proteínas, péptidos y alcoholes; también, se ha recurrido a la modificación química aun cuando es poco exitosa.

Se dice que la mayoría de los productos edulcorantes obtenidos mediante síntesis química, no tienen la misma calidad que la sacarosa a pesar de no ser tóxicos, además de que no presentan el mismo rendimiento, consistencia y estabilidad.<sup>10</sup>

## B. NUEVA TEORIA RELACIONADA A LA CONSTITUCIÓN DEL SABOR.

La relación entre la constitución y el sabor de las sustancias es de gran interés químico y fisiológico, ya que es conocido que a lo largo del tiempo existen compuestos químicos de sabor ácido, lo cual de acuerdo a la teoría de disociación está relacionado a la presencia de un grupo de elementos, en donde los constituyentes esenciales son los átomos de hidrógeno. La teoría iónica habla principalmente del sabor salado del cloruro de sodio, sulfato de sodio y otras sales de sodio similares. El sabor peculiar de las sustancias básicas típicas como

---

---

el hidróxido de potasio y carbonato de potasio, está asociado comúnmente a la presencia de un ion hidroxilo, por lo que se puede decir que hay grupos de átomos en común que provocan el sabor agrio.<sup>9</sup>

Nef<sup>12</sup> plantea que los componentes que corresponden a la fórmula  $(CH_2O)_n$  son dulces, Emil Fisher dice que los aminoácidos son dulces, L Henry propone que los componentes con el grupo  $-CNO_2CH_2OH$  son amargos y finalmente G. Conh compiló un estudio en donde se evidencía que los saborizantes orgánicos guardan estrecha relación entre la constitución y el sabor. Henry confirmó y amplió este último trabajo, diciendo que el sabor depende en general de la presencia de ciertos grupos, principalmente oxidrilo y amino, a los que denominó grupos sapóforos, afirmando que frecuentemente estos grupos sapofóricos, ocurren en pares.

Finalmente, Henry cita un gran número de instancias en una serie homóloga de los más bajos miembros a los más altos miembros que van de dulce a saído. Es a partir de esta teoría que se puede explicar la clasificación química de los saborizantes y que tiene un papel primordial, ya que por simple inspección de la fórmula se puede predecir el sabor.

## C. COMPONENTES ALIFÁTICOS DE LOS GLUCÓFOROS.

Conh, establece que el sabor dulce de los componentes orgánicos es limitado frecuentemente por uno o dos grupos saporíficos. Esta observación es considerada como un buen punto de partida. En su lugar se da la atribución al componente de sabor dulce con un factor, al glucógeno o glucóforo.<sup>18</sup>

Es adecuado mencionar que algunos glucóforos forman componentes dulces con algunos auxoglucósidos. En complemento, a continuación se da una lista de los grupos que actúan como glucóforos y como auxoglucósidos (tablas 12-17).<sup>18, 19.</sup>

Glucóforo: Grupo de átomos que forman componentes dulces; un examen preliminar de la literatura revela la existencia de los siguientes glucóforos.

Tabla 12. Glucóforo  $\text{CH}_2\text{OHCHOH-}$ 

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
H-	Glicol	Dulce <sup>20</sup>
$\text{CH}_3-$	1,2, Propanodiol	Dulzón <sup>21</sup>

Tabla 12. Continuación.

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
$\text{CH}_3\text{CH}_2-$	1,2, Butanodiol	Dulzón <sup>22</sup>
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$	3 metilbutano, 1, 2 diol	Amargo ardiente <sup>23</sup>
$\text{CH}_3\text{OH}-$	Glycerol	Dulce <sup>24</sup>
$\text{CH}_3\text{CHOH}-$	1, 2, 3, Butanotriilo	Dulce <sup>25</sup>
$\text{CH-OHCH}_2-$	1, 2, 4, Butanotriilo	Dulce <sup>26</sup>
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOH}-$	1, 2, 3 Pentanetriilo	Dulce <sup>27</sup>
$\text{C}_n\text{H}_{2n1}$	Poliioles	Muy dulce <sup>28</sup>

Tabla 13. Glucóforo -COCHOH-(H)

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
H-	Aldehído glicólido	Distinguidamente dulce <sup>29</sup>
$\text{CH}_3-$	Oxiacetona	Dulce <sup>30</sup>
	Aldehído oxipropiónico monomolecular	No conocido, Ligeramente amargo <sup>31</sup>
	Aldehído oxipropiónico bimolecular	Dulce y amargo <sup>32</sup>

Tabla 13. Continuación.

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
CH <sub>2</sub> OH-	Gliceraldehído	Dulce y amargo <sup>32</sup>
	Monomolecular	
	Gliceraldehído	Ligeramente dulce <sup>33</sup>
	Bimolecular	
	Dioxiacetona	Dulce <sup>33</sup>
CH <sub>3</sub> CHOH-	Aldehído metilglicérico	Dulce y amargo <sup>34</sup>
	Metildioxiacetona	Dulzón <sup>35</sup>
C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> O <sub>n</sub>	Azúcar, e. g., hexosa	Dulce

Tabla 14. Glucóforo CO<sub>2</sub>HCHNH<sub>2</sub>-

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
H-	Ácido aminoacético	Dulce <sup>36</sup>
CH <sub>3</sub> -	Ácido dl-α	Dulce <sup>37</sup>
	aminopropiónico	
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -	Ácido dl-α aminobutílico	Dulce <sup>38</sup>
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -	Ácido dl-α aminovalérico	Dulce <sup>39</sup>

Tabla 14. Continuación.

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$	Ácido - $\alpha$ -aminoisovalérico (dl-valina)	Dulce <sup>40</sup> .
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$	dl-leucina	Ligeramente dulce <sup>41</sup> .
$\text{CH}_2\text{OH}-$	Ácido dl-serina, $\alpha$ -amino- $\beta$ hidroxipropiónico	Dulce <sup>42</sup> .
$\text{CH}_3\text{CHOH}-$	Ácido dl- $\alpha$ -amino- $\beta$ - hidroxi-butirico	Dulce <sup>43</sup> .
$\text{CH}_2\text{OHCH}_2-$	Ácido dl- $\alpha$ -amino- $\gamma$ - hidroxi-butirico	Dulce <sup>44</sup> .
$\text{CH}_3\text{CHOH}-\text{CH}_3-$	Ácido dl- $\alpha$ -amino- $\gamma$ - hidroxi-valerico	Muy dulce <sup>45, 46</sup> .
$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}_n$	Ácido d-glucosaminico	Agradablemente dulce <sup>47</sup> .

Tabla 15. Glucóforo  $\text{CH}_2\text{ON}_2^-$ 

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
$\text{CH}_5^-$	Nitrato de etilo	Dulce <sup>48, 49</sup>
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{2\text{N}}^-$	Nitrato de butilo	Dulce <sup>49, 50.</sup>
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$	Nitrato de isobutilo	Dulce <sup>51.</sup>
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2^-$	nitrato isoamilo	Dulzón <sup>52.</sup>
$\text{CH}_2\text{OH}-$	Mononitrato glicólico	Dulce <sup>53, 54</sup>

Tabla 16. Glucóforo C  
HI-X  
HIX

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
H-	Cloruro de metilo	Dulzón <sup>50, 55</sup>
	Cloruro de metileno	Dulzón <sup>56, 57.</sup>
	Cloroformo	Dulce <sup>58.</sup>
	Bromuro de metileno	Dulce <sup>59.</sup>
	Bromoformo	Dulzón <sup>50, 60</sup>
	Yoduro de metilo	Dulce <sup>19, 61</sup>
	Yoduro de metileno	Dulce <sup>61</sup>
	Iodoformo	Dulzón <sup>62</sup>
	Dicloro-yodo-metano	Dulzón <sup>50</sup>

Tabla 16. Continuación.

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
	Clorobromo metano	Dulzón <sup>63</sup>
	Clorodibromo metano	Dulzón <sup>62</sup>
	Dicloro-iodo metano	Dulzón <sup>64</sup>
CH <sub>3</sub> -	Cloruro de etilo	Dulzón <sup>50, 55</sup>
	Cloruro de etilidano	Dulzón <sup>65</sup>
	Bromuro de etilo	Quemante <sup>50, 55</sup>
		Dulce <sup>19</sup>
	Yoduro de etilo	Dulce <sup>19</sup>
	1,1-Clorobromoetano	Dulzón <sup>66</sup>
	1,1-Cloroyodoetano	Dulce <sup>67</sup>
1,1-Bromoyodoetano	Dulce <sup>67</sup>	
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -	1-Cloropropano	Dulzón <sup>19</sup>
	1-Bromopropano	Dulce <sup>19</sup>
	1 yodopropano	Dulzón, aunque el sabor se desarrolla tardíamente <sup>19</sup>
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-	Cloruro de isobutilo	Dulzón <sup>68</sup>

Tabla 16. Continuación.

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
CH <sub>3</sub> OH-	Etilen clorohidrina	Dulce <sup>68</sup>
	Etilen bromohidrina	Amargo <sup>70</sup>
	Etilen-yodohidrina	Dulce <sup>71</sup>
		Amargo <sup>72</sup>
	2,2-Dibromo-etan-2-ol	Dulce como el azúcar <sup>73</sup>
CH <sub>3</sub> CHOH-	1-Cloropropan-2-ol	Dulzón <sup>74</sup>

Tabla 17. Glucóforo C <sup>HI-X</sup> C <sup>HI-X</sup>

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
H-	Cloruro de etileno	Dulzón <sup>65</sup>
	Bromuro de etileno	Dulzón <sup>65</sup>
	Cloroyodoetileno	Dulce <sup>75</sup>
	1,1-Dicloro-2-yodoetano	Dulce <sup>76</sup>
	1,1,2,2-Tetracloroetano	Dulce quemante <sup>77</sup>
	1,1,1-tricloro-2-bromoetano	Dulzón <sup>76</sup>

Tabla 17. Continuación.

AUXOGLUCÓSIDO	NOMBRE	SABOR
H-	1,1,2,2-tetrabromoetano	Casi insípido <sup>5c</sup>
	Pentacloroetano	Dulzón, Dulce <sup>a</sup>
CH <sub>3</sub> -	2-cloro-1-yodopropano	Dulce <sup>7b</sup>
CH <sub>2</sub> OH-	2, 3-dicloro-1-hidroxipropano	Dulce <sup>7a</sup>
	2, 3-dicloro-1-hidroxipropano	Quemante, picante <sup>8a</sup>
	2-cloro-3-bromopropan-1-ol	Dulce <sup>81, 82</sup>

Los 6 glucóforos anteriores son los más importantes, sin embargo la lista de ellos suele ser más amplia, por lo que a continuación se incluyen los siguientes.

- a. CH<sub>2</sub>OHCH<sub>2</sub>CHOH-
- b. CO<sub>2</sub>CHNHCH<sub>3</sub>-
- c. CHONO-

Auxoglucósidos. Se define como auxoglucósido a un átomo o grupo de átomos que combinado con un glucóforo produce un compuesto dulce (Tablas 12-17). De estos se conocen:

1. Hidrógeno.

2.  $\text{CH}_3$ -

Forma componentes dulces al unirse con glucóforos, siendo la excepción los derivados halogenados; ya que con estos su sabor no es estable, va de dulce a salado. Tal es el caso del bromuro de etilo y el yoduro de etilo.

3.  $\text{CH}_3\text{CH}_2$ -

Comúnmente genera compuestos dulces.

4.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$ -

Existen pocos componentes con este auxoglucosidos, sin embargo los pocos conocidos son dulces.

5.  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$ 

El resultado de la combinación de este auxoglucósido con glucóforo provoca sustancias dulces a excepción de el 3, metilbutano-1,2, diol que es amargo quemante.<sup>23</sup>

6.  $\text{OH CH}_2-$ 

La combinación de este auxoglucósido con un glucóforo forma sustancias extremadamente dulces.

7.  $\text{CH}_3\text{CHOH}-$ . Y  $\text{CH}_2\text{OHCH}_2-$ 

Especialmente en conjunción con los glucóforos  $-\text{CHNH}_2\text{CO}_2\text{H}$  y  $\text{CH}_2\text{OHCHOH}-$ , indican la fuerza real de los auxoglucósidos. Como ejemplos se cita al dl ácido- $\alpha$ -amino- $\gamma$ -oxibutirico,<sup>44</sup> y al ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -oxibutirico., los cuales son dulces.<sup>43</sup>

8. Finalmente el grupo  $C_nH_{2n} + ,OH_n$  es un alcohol polihídrico que normalmente funciona como auxoglucósido con algunas excepciones (ácido d-glucosaminico)<sup>46</sup> por lo que los auxoglucósidos se han clasificado convenientemente en cuatro tipos.

1. Hidrógeno

2. El grupo  $C_nH_{2n} + ,O_n$  hidrocarburo saturado en donde  $n=1-3$  o 5.

3 El grupo  $C_nH_{2n} + ,OH_n$  es un alcohol monohídrico en donde  $n=1-2$ .

4. El grupo  $C_nH_{2n} + ,OH_n$  que es un alcohol polihídrico normal, en donde  $n=2-5$

#### D. INFLUENCIA DE LOS GRUPOS ÁCIDOS.

Los grupos alquilo saturados que contienen de 1 a 3 átomos de carbono actúan como auxoglucósidos. Entre ellos está el ácido glicérico, del cual su componente ácido actúa como glucóforo, sin embargo gracias al grupo ácido no son dulces.

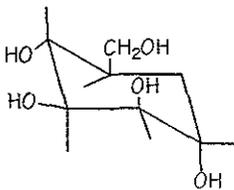
E. INFLUENCIA DE LOS GRUPOS FENILO.

Como menciona repetidamente que los grupos fenilo causan un sabor dulce hasta volverse amargo, el sabor depende del número de grupo de glucóforos con componentes amargos que contenga, aunque esto aun no ha sido bien discutido.

F. INFLUENCIA DE ESTEREOISOMEROS.

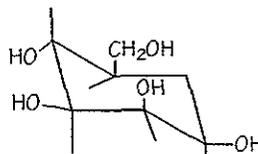
Fisher nos dice que el cambio de actividad óptica provoca un cambio en el sabor. Los efectos químicos también son responsables del sabor temporal de los edulcorantes, por lo que se dice que un cambio en la configuración de la molécula provoca un cambio en el sabor. Ejemplos.

La l-valina es insabora. y la d-valina dulce.



$\alpha$ \_D\_Manopiranososa

Dulce



$\beta$ \_D\_Manopiranososa

Amarga

### G. DETERMINACIÓN DEL SABOR DE COMPONENTES ORGÁNICOS.

*Se puede predecir si un componente es dulce o no. Primero, se determina si tiene un glucóforo; si no se concluye inmediatamente que no es dulce, después se determina si el grupo glucóforo está en presencia de un grupo ácido, finalmente se selecciona al grupo de azúcar al que pertenece y de esta manera se determina si es dulce o amargo.*

#### 3.2.3. SACAROSA.

Las palabras *sacarosa* (Figura 29) y *azúcar* derivan del sánscrito *sàrkara*. Desde el punto de vista químico esta compuesta por una unidad de fructosa y una unidad de glucosa, el enlace glucosídico une al carbono 1 de cada monosacárido y es beta por parte de la unidad de fructosa y alfa por parte de la unidad de glucosa. Dentro del metabolismo esta sustancia se convierte en energía química transportándose hacia diferentes tejidos y por último se transforma en diversas sustancias de reserva como son: almidón, insulina o lípidos.

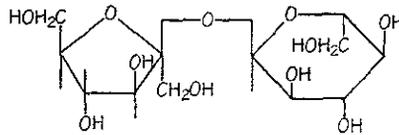


Figura 29. Sacarosa.

La sacarosa más conocida como azúcar común. Es extraída de la remolacha azucarera o la caña de azúcar. Es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol y éter. Cristaliza en agujas largas y delgadas y es dextrógira, es decir, desvía el plano de la luz polarizada hacia la derecha. Cuando se calienta a temperaturas superiores a 180 °C, la sacarosa se transforma en una sustancia amorfa, de color ámbar y consistencia espesa, parecida al jarabe, llamada caramelo.<sup>16</sup>

La Sacarosa ha sido usada como edulcorante a través de todo el mundo, anteriormente era obtenida del *Sacharum officinarum* / y de la *beta bulgaris* L. La sacarosa es considerada como la quinta esencia dulce de las sustancias, debido al sabor y utilidad que tiene para los humanos, gracias a sus grandes cualidades al agregarla a los alimentos, es estable al calor, soluble al agua, además de ser barato y de gran volumen.<sup>5</sup>

## A. HISTORIA DE LA SACAROSA.

La Historia de la sacarosa se reduce al dulce zumo de la planta de donde se extrae: la caña, ya que los únicos extractores, hace muchos siglos eran los habitantes de la India quienes chupaban sus dulces tallos. Además, la sacarosa se encuentra en el jugo de algunas plantas entre las más conocidas están: la remolacha y la caña de azúcar, se encuentra también en el sorgo, el arce sacarino, la piña y en otros frutos maduros en menores cantidades.<sup>54</sup>

En el siglo XVIII era muy cara por lo que las familias más pobres lo consumían de frutas y de la miel, ya que éste es un producto necesario para nuestra alimentación.

En el siglo VI antes de nuestra era, los chinos recibieron de la India el procedimiento de la obtención del azúcar de caña, conocimientos que se extendieron hacia Occidente, llegando a Persia en tiempos anteriores a Alejandro Magno, después a Grecia y finalmente a Roma, en donde fue utilizado únicamente como medicamento.

Los árabes extendieron el cultivo de caña de azúcar a Siria, África, España, Francia e Islas del Mediterráneo. En el siglo XII se extendió su consumo en Europa Occidental.

Los españoles llevaron sus semillas al descubrir América. Los portugueses aprendieron de los indios el cultivo y la fabricación del azúcar. De la India se introdujeron en las Islas Madera y en Brasil; posteriormente los jesuitas la llevaron de México a Luisiana. Sin embargo, éste era un producto subtropical por lo que sólo se cultiva con buen rendimiento en zonas cálidas, lo que llevó a investigar nuevas posibilidades. El químico alemán Andrés Marggraf, demostró en 1747, que las raíces de la remolacha contenían un azúcar idéntico en composición al de la caña, más tarde Francisco Carlos Achard, montó una fábrica y obtuvo el azúcar de la remolacha.

En 1836 se establecieron de nuevo las fábricas en Alemania. En 1838 se estableció la primera fábrica en Massachusetts, pero hasta 1890 fue consolidada.

Del azúcar que se produce actualmente a escala mundial el 35% proviene de la remolacha, siendo grandes productores mundiales de azúcar: Rusia, Alemania, Gran Bretaña, Francia, España, Italia, Suecia, Estados Unidos, Cuba, Puerto Rico, Santo Domingo, Hawai, Filipinas, Australia, Archipiélago Endomalayo, Brasil e India.<sup>1, 17, 85, 86</sup>

La Sacarosa está presente en cantidades limitadas en muchas plantas, incluso en varias palmas y en el arce de azúcar, pero la remolacha azucarera y la caña de azúcar son las únicas fuentes importantes para el comercio. Más de la mitad del suministro mundial de azúcar se obtiene de la caña de azúcar, que crece en climas tropicales y subtropicales. El resto procede de la remolacha azucarera, que crece en países templados. La remolacha azucarera es la fuente principal de azúcar para la mayor parte de Europa y se cultiva extensamente en Rusia, Ucrania, Alemania, Francia y Polonia.<sup>16</sup>

## B. PURIFICACIÓN DE LA SACAROSA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.

Después de la cosecha, los tallos más gruesos de la caña de azúcar se separan de las hojas. En la fábrica de azúcar se machacan y trituran entre

rodillos dentados. El jugo de los tallos triturados se extrae en unas molidoras que consisten principalmente en un sistema de rodillos (generalmente unos 9 ó 12), a través de los cuales pasa el material machacado. A este proceso se le llama triturado.

Durante el triturado, se rocía agua caliente sobre el material para disolver cualquier azúcar restante. El material sólido y pulposo que queda después de la extracción del jugo se llama bagazo; el cual se seca y se usa como combustible. Al jugo extraído en la molidora se le añade cal y la mezcla se lleva a ebullición; durante este calentamiento los ácidos orgánicos no deseados forman con la cal compuestos solubles que pueden ser filtrados junto con las demás impurezas sólidas.

El jugo suele tratarse con dióxido de azufre gaseoso para blanquearlo y luego se pasa por prensas filtrantes. A continuación, el jugo resultante se evapora en un vacío parcial y se calienta hasta formar un jarabe espeso que contiene los cristales de azúcar. La masa densa de cristales y jarabe, llamada massequite, se coloca en una centrifugadora que gira a una velocidad de 1000

a 1500 r.p.m.; las paredes de la centrifugadora están perforadas con pequeños agujeros a través de los cuales el jarabe, llamado melaza, sale a presión durante el centrifugado.

El azúcar amarillento o de color castaño extraído durante el proceso de centrifugación se llama primer azúcar o azúcar en bruto. Este primer azúcar se rocía con agua para extraer la melaza que pueda quedar adherida a los cristales y después se lleva a la refinería. Luego puede volverse a hervir y evaporar la melaza en un intento de cristalizar el contenido de este líquido rico en sacarosa. En las fábricas modernas de azúcar de caña, generalmente el jarabe sólo se cristaliza una vez.

La melaza es un subproducto valioso para la industria azucarera, pues se usa en la fabricación de etanol y ron, como jarabe de mesa, condimento para los alimentos y como comida para los animales de granja. En la refinería, el azúcar en bruto se disuelve de nuevo, se decolora y se vuelve a cristalizar con el tamaño deseado. En las refinerías se produce azúcar en polvo, granulado y en terrones, así como azúcar morena, que contiene parte de melaza.

C. PURIFICACIÓN DE LA SACAROSA DE LA REMOLACHA AZUCARERA.

El azúcar se obtiene de las raíces de la remolacha azucarera, después de quitar las hojas y los tallos, que se utilizan para la alimentación. En la fábrica de azúcar, las raíces se cortan en briznas y se trituran para extraer el jugo. La pulpa que queda después de extraer el jugo es un buen alimento para los animales domésticos. Después de la extracción, se le añade cal al jugo, y el resto del proceso es similar al de la caña de azúcar. La melaza se utiliza para alimentar al ganado; no se hace melaza para el consumo humano a partir de la remolacha, debido a la dificultad para purificarla. El azúcar procedente de la remolacha azucarera es idéntica a la derivada de la caña de azúcar.

D. PRODUCTOS DE LA SACAROSA.

El azúcar no sólo se usa como componente de alimentos caseros o industriales, sino que es también el material en bruto cuya fermentación produce etanol, butanol, glicerina, ácido cítrico y ácido levulínico. El azúcar es un ingrediente de algunos jabones transparentes y puede ser transformado en ésteres y éteres, algunos de los cuales producen resinas duras, e insolubles.<sup>84</sup>

Entre los azúcares comercialmente importantes están la glucosa, la lactosa y la maltosa, que se usan frecuentemente en la alimentación para bebés. Sin embargo, el más importante es la sacarosa, aunque no proceda de la caña de azúcar. Se utiliza para dar sabor dulce a las comidas y en la fabricación de confites, pasteles, conservas, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, y muchos otros alimentos. Como material alimenticio básico, la sacarosa suministra aproximadamente un 13% de la energía que se deriva de los alimentos.

Su valor y su papel en la dieta humana son polémicos, sin embargo podemos decir que ni la sacarosa, ni los demás carbohidratos causan obesidad, sino el desbalance entre la cantidad que se come y el ejercicio o demanda de energía que requiere el cuerpo, por lo que la FDA lo considera un componente seguro de las dietas del futuro.<sup>27, 28.</sup>

La mayoría de los azúcares importantes, excepto la sacarosa, reducen el óxido de cobre (II) a óxido de cobre (I) en disolución alcalina. Esta reacción se utiliza en los ensayos cualitativos de azúcar en la orina y en la sangre, así como en pruebas cuantitativas de azúcar en la sangre; estos ensayos son importantes en la diagnosis y el control de la diabetes.

También, es útil en la terapia alternativa para la rehidratación oral, revolviéndose con sal y agua hervida, previéndose así de una solución segura, barata y al alcance de las familias más pobres, esto es actualmente difundido en zonas donde prevalecen las diarreas y el cólera.

La sacarosa combate las infecciones de todo tipo de heridas, detiene las hemorragias y acelera el tiempo de curación. Si los pacientes han sufrido quemaduras, ulceraciones, heridas de bala o infecciones óseas, no sólo sirve para combatir la infección, sino para lograr una suave cicatrización.

En la industria farmacéutica se utiliza para endulzar jarabes, en las tabletas actúa como diluyente, para controlar la concentración de los ingredientes activos y también para enlazarlos. Las pastillas se cubren también con capas de azúcar para evitar que se desmoronen.

Cumple también un rol como reloj de tiempo en medicinas que deben activarse o desactivarse en cierto momento, permiten prever el tiempo de disolución de los cristales, las secuencias e intervalos en que dichas sustancias deben ser liberadas por el organismo, se usa como agente hipertónico en las gotas oftálmicas para el edema corneal.<sup>90</sup>

El octacetato de sacarosa es un derivado de la misma, se usa como agente de enlace en la fabricación de vidrio laminado de seguridad (parabrisas

de los automóviles), este es un ejemplo típico de la biomasa. Existen otros derivados a partir del azúcar como ésteres usados en alimentos, fármacos y cosméticos. Al respecto, el proceso Celyndis de Rhone Poulenc utilizado en la alimentación animal, se le denomina sucroquímica, la cual puede reemplazar de manera ventajosa al petróleo, ya que el azúcar brinda su propio combustible para su proceso el etanol, lo que no sucede con otros carbohidratos.

En la actualidad se pueden producir más de 10,000 sustancias a partir de la sacarosa, desde alimentos, piensos, combustibles, explosivos, adhesivos, lubricantes, disolventes, fibras, papel, plaguicidas, plastificadores, plásticos, revestimientos de superficies, medicinas, cosméticos, acondicionadores de suelo. El futuro de la sucroquímica está ligado al apoyo que le den los gobiernos con base a consideraciones, ecológicas, sociales, nacionales y económicas, cuyo imperativo puede observarse en el horizonte, porque constituye una alternativa de desarrollo para el cinturón de países tropicales del tercer mundo.<sup>91</sup>

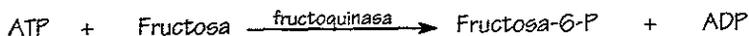
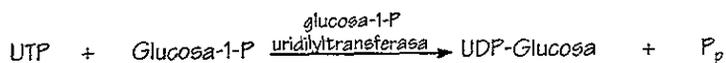
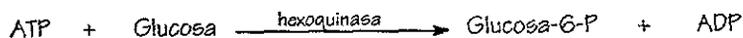
### E. BIOSÍNTESIS DE LA SACAROSA.

La sacarosa es considerada como un producto de la fotosíntesis de algunas plantas, se forma a partir de glucosa y fructosa; por medio de un intermediario: UDP-D-Glucosa (Figura 30).<sup>xv, 92</sup>

Durante la fotosíntesis el dióxido de carbono en presencia de clorofila y por acción de la luz, es unido a constituyentes bioquímicos de las plantas, la molécula particular que resulta del dióxido de carbono es transformada enzimáticamente en un precursor de la sacarosa y energía. La conversión de este precursor en sacarosa es complejo, ya que la clorofila no requiere de la luz solar para formar sacarosa, por lo que esto puede ocurrir tanto en la fase oscura como en la fase luminosa. La obtención de los precursores de sacarosa es la siguiente:

---

<sup>xv</sup> ATP: Adenosin-trifosfato, UDP: Uridin-trifosfato, ADP: Adenosin-difosfato, Pp: pirofosfato.



El dióxido de carbono se fija a una molécula de RuDP<sup>xvi</sup> durante la fotosíntesis en el azúcar. El resultado es un intermediario inmediato e inestable, un difosfato con 6 carbonos que se transforma en 2 moléculas 3 PG.<sup>xvi</sup> Sigue una transformación enzimática (2 reacciones energizadas por ATP y NADPH) de 3PG a GAP.<sup>xvii</sup>

El GAP se equilibra con la DHAP<sup>xix</sup>, El PG es el primer producto formado por la fijación de dióxido de carbono.

<sup>xvi</sup> RuDP: Ribulosa 1,5-difosfato

<sup>xvii</sup> 3PG: Ácido 3 fosfoglicérico

<sup>xviii</sup> Gliceraldehído 3 fosfato

<sup>xix</sup> DHAP: dihidroxiacetona fosfato

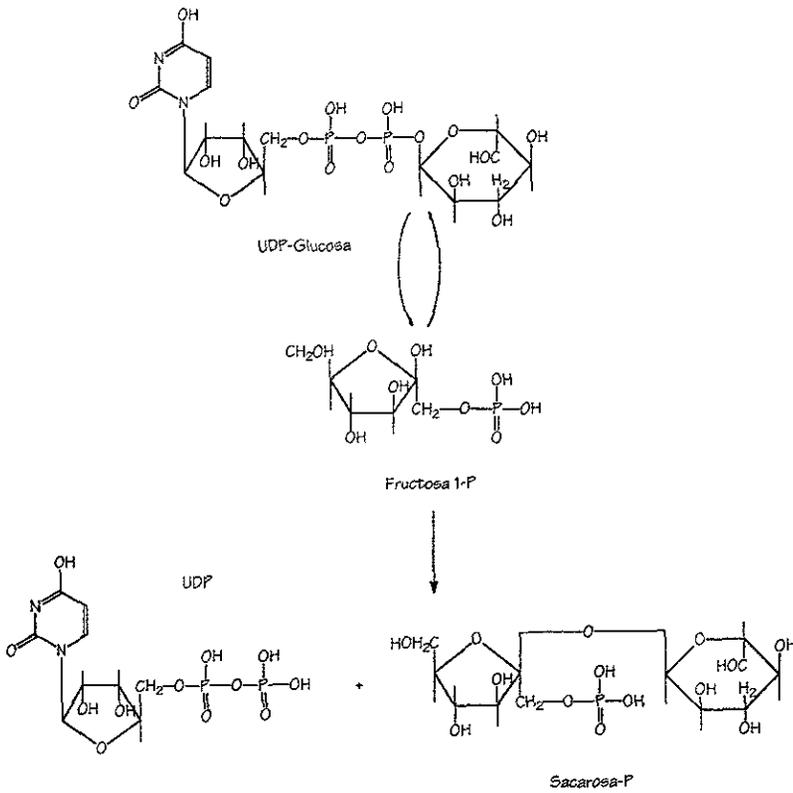


Figura 30. Síntesis de sacarosa a partir de UDP-Glucosa y Fructosa 1-P

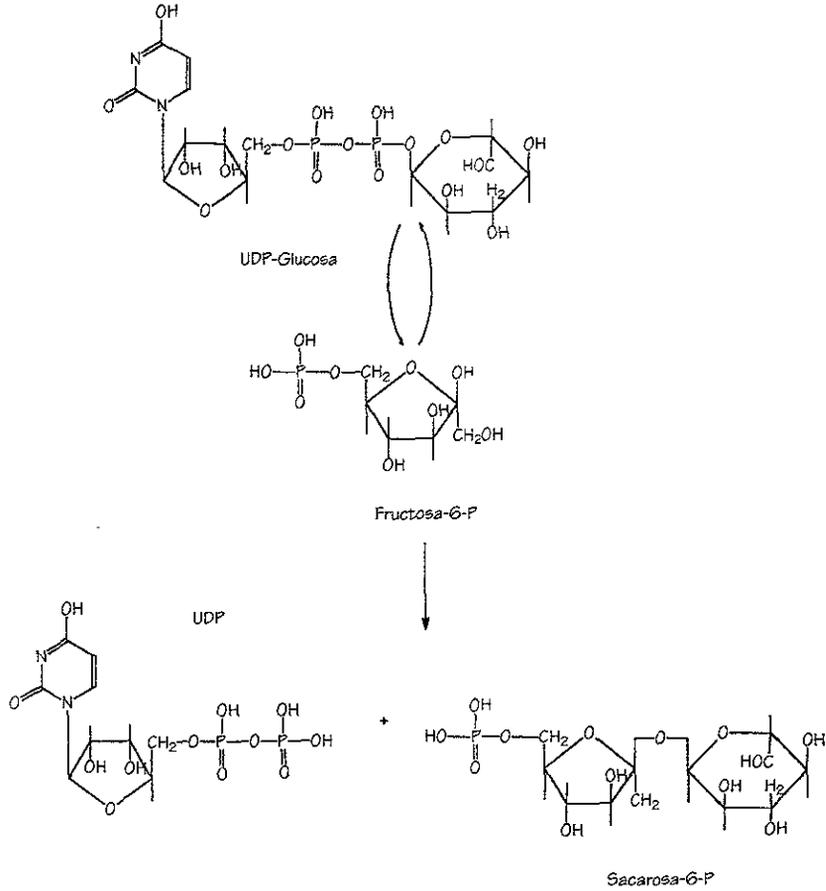


Figura 30. Continuación.

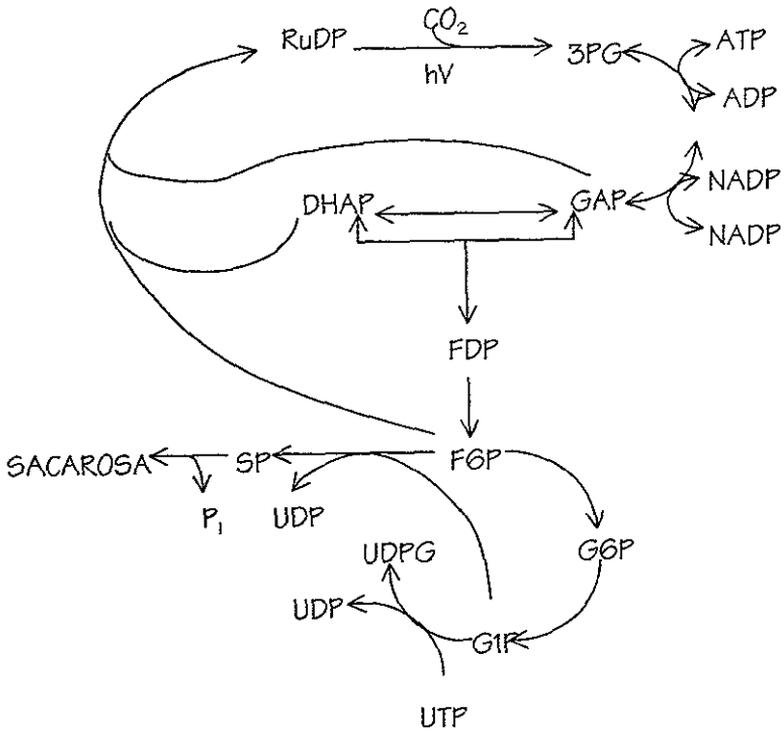


Figura 31. Biosíntesis de sacarosa.

La sacarosa es formada por la condensación del GAP y DHAP con FDP<sup>xx</sup> y la subsecuente hidrólisis irreversible de FDP con F6P<sup>xxi</sup> y el  $\text{P}_i$ <sup>xxii</sup>

<sup>xx</sup> FDP: fructosa 1, 6-difosfato

<sup>xxi</sup> F6P: fructosa 6 fosfato

A partir de la F6P se sintetiza la sacarosa. Una porción de F6P es convertida en en G6P<sup>xxiii</sup>, G1P<sup>xxiv</sup> y UDPG<sup>xxv</sup>. Como resultado la UDPG es transferida por adición a F6P en SP<sup>xxvi</sup> y UDP<sup>xxvii</sup>, es así como la sacarosa se forma de manera irreversible; Biosíntesis que es resumida en la figura 31.<sup>93</sup>

### 3.2.4. OTROS EDULCORANTES.

Además de la sacarosa existen otros agentes químicos que actúan como edulcorantes, algunos de ellos obtenidos por síntesis química, otros de origen natural extraídos principalmente de las plantas; de los cuales se mencionaron algunos anteriormente.

---

<sup>xx</sup> P: Fosfato inorgánico.

<sup>xxiii</sup> G6P: glucosa 6 fosfato

<sup>xxiv</sup> G1P: glucosa 1 fosfato

<sup>xxv</sup> UDPG: uridin difosfatoglucosa

<sup>xxvi</sup> SP: sacarosa fosfato

<sup>xxvii</sup> UDP: uridin difosfato.

### 3.2.4. OTROS EDULCORANTES.

Además de la sacarosa existen otros agentes químicos que actúan como edulcorantes, algunos de ellos obtenidos por síntesis química, otros de origen natural extraídos propiamente de las plantas; de los cuales se mencionaron algunos anteriormente.

Los jarabes de glucosa, elaborados a partir del almidón, se usan con frecuencia en lugar de la sacarosa, pero es necesario emplear una cantidad mayor para obtener resultados similares, ya que la glucosa sólo tiene un 74% de la dulzura de la sacarosa. Los jarabes de glucosa modificados, en los que cierta proporción de aquélla se transforma en fructosa, son más dulces, ya que la fructosa es un 124% más dulce que la sacarosa.

Los derivados de sacarosa se usan también como edulcorantes; son derivados de azúcares naturalmente presentes en algunas frutas, y se fabrican por reducción química de éstos. Entre ellos están el sorbitol (procedente de la glucosa), el dulcitol (o galactitol, de la galactosa), el manitol (de la manosa o

manitosa) y el xilitol (de la xilosa). Su dulzura va de la mitad a aproximadamente un 100% de la dulzura de la sacarosa.

Los derivados de azúcares se absorben de forma lenta y no son completamente metabolizados; su rendimiento energético medio es de 2,4 kcal (10 kJ) por gramo, frente a 4 kcal (16 kJ) por gramo en el caso de los azúcares. Así pues, los productos elaborados con estas sustancias tienen un contenido calórico inferior a los que contienen azúcares. Son bien tolerados por los diabéticos y se emplean casi siempre en la preparación de mermeladas y dulces etiquetados como apropiados para diabéticos. Se les considera productos seguros y pueden usarse en los alimentos en cualquier cantidad; no obstante, una ingesta superior a 20 g diarios puede producir malestar gastrointestinal y efectos laxantes.

Una ventaja añadida de los alcoholes de azúcares es que no favorecen el crecimiento de las bacterias causantes de la caries dental. De hecho, el xilitol tiene un efecto anticariógeno, y por este motivo se usa como sustituto en productos de confitería.

Los edulcorantes especialmente intensos (a veces llamados edulcorantes artificiales o no nutritivos) son compuestos sintéticos mucho más dulces que la sacarosa y, por lo tanto, se usan sólo en cantidades muy pequeñas, como edulcorantes de mesa para ciertas bebidas como el café, y en la fabricación de refrescos bajos en calorías y otros alimentos. No todos los edulcorantes indicados a continuación están autorizados en todos los países.

El acesulfamo-K (figura 32) es unas 200 veces más dulce que la sacarosa. Tiene gran estabilidad ante tratamientos tecnológicos y durante el almacenamiento. No metaboliza y se excreta sin alteración alguna.<sup>4</sup>

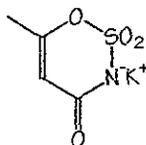


figura 32. Acesulfamo K

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

El aspartame (figura 33) es un derivado de un dipéptido; en términos químicos, el éster metílico de la aspartil-fenilalanina. Es unas 200 veces más dulce que la sacarosa. En disolución es estable durante unos pocos meses,

transcurridos los cuales se descompone gradualmente. Esto quiere decir que los productos que contienen aspartamo tienen una vida útil de almacenaje limitada. Es muy utilizado en bebidas comerciales, preparados para postres y como edulcorante de mesa. Dado que contiene fenilalanina, se recomienda específicamente que no sea consumido por niños que padezcan fenilcetonuria (incapacidad para metabolizar la fenilalanina), aunque la cantidad consumida sería extremadamente pequeña.

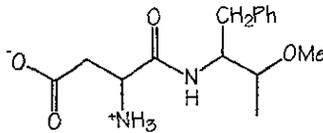


Figura 33. Aspartame

El ciclamato (Figura 34) es 50 veces más dulce que la sacarosa; se usan tanto la sal sódica como la cálcica en toda una variedad de alimentos. Al contrario que otros edulcorantes artificiales, el ciclamato (figura 33) es termoestable, y por lo tanto puede utilizarse para cocinar. Fue sintetizado por primera vez en 1937, y su uso como edulcorante se generalizó en la década de 1950. Estudios en los que se administraban dosis muy elevadas a animales de laboratorio sugirieron el riesgo de que fuera carcinógeno y su uso fue prohibido en

Estados Unidos, Reino Unido y algunos otros países en 1969, aunque se sigue utilizando en Canadá, Suiza, Noruega y otros países.

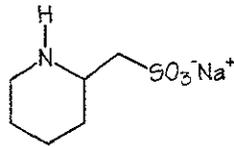


Figura 34. Ciclamato

La sacarina, (figura 35) el más antiguo de los edulcorantes sintéticos, fue sintetizada en 1878 y se ha utilizado mucho desde entonces. Es 550 veces más dulce que la sacarosa, pero tiene un regusto amargo (que puede enmascararse hasta cierto punto mezclándola con otros edulcorantes), y no es estable ante el calor, por lo que no puede utilizarse para cocinar. No hay indicios de que la sacarina represente riesgo alguno para las personas que la utilizan, pero estudios realizados sobre animales a los que se administraban dosis muy altas sugieren un cierto riesgo de carcinogénesis. Su uso fué prohibido en Canadá y Estados Unidos en 1977, aunque en el segundo país una serie de moratorias del Congreso han mantenido el producto en el mercado, si bien con una etiqueta de advertencia<sup>6</sup>

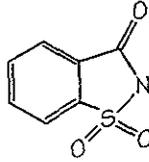


Figura 35. Sacarina.

Existe una serie de productos naturales potencialmente útiles como edulcorantes, aunque no son muy utilizados. La rebaudiósida y la steviósida son glucósidos extraídos del arbusto paraguayo yerba dulce (*Stevia rebaudiana*). Son entre 300 y 400 veces más dulces que la sacarosa. La taumantina es una proteína extraída del fruto africano del *Thaumatococcus daniellii*, llamado katemfe o 'fruta milagrosa de Sudán'. Es unas 2.500 veces más dulce que la sacarosa, mezclada con el glutamato puede utilizarse como potenciador del sabor. La monelina es una proteína similar (entre 1.500 y 2.000 veces más dulce que la sacarosa) extraída de la baya del *Dioscoreophyllum cumminsii*.<sup>95</sup> La baya milagrosa es el fruto de un arbusto de África occidental, *Richardella dulcifera* (*Synsepalum dulcificum*). Contiene una proteína modificadora del sabor que hace que los alimentos agrios adquieran un sabor dulce. El efecto dura sólo

unos minutos por lo que, aun siendo una novedad curiosa, no parece probable que tenga utilidad alguna en el campo de la alimentación.<sup>xxviii</sup>

La neohesperidina dihidroalcona (figura 36, NCDH) se obtiene por modificación química de una sustancia presente en la naranja amarga, *Citrus aurantium*. Es entre 250 y 1800 veces más dulce que la sacarosa, se degrada en parte de la flora intestinal. Existen además otras plantas de las cuáles se han extraído edulcorantes. (tabla 10)

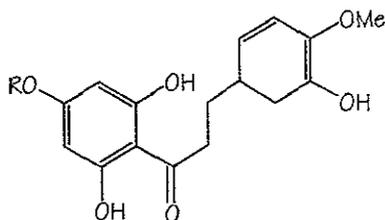


Figura 36. Neospiridina hidrochalcona.

A continuación, en las tablas 18 se presentan, algunos plantas que tienen compuestos con poder edulcorante. Las tablas 19-31 presentan algunos de estos compuestos.

Tabla 18. Edulcorantes en plantas.

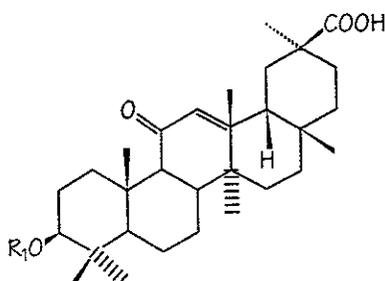
PLANTA	USO	EDULCORANTE
<i>Abrus precatorius</i>	Complementos estomacales y sustituto de licor	Tabla 11 y 21.
<i>Bacharis gaudichaudina</i>	antidiabética	Tabla 22, 23, 24, 25 y fig 45.
<i>Cinnamomum sieboldi</i>	Reumatismo y antiinflamatorio	Tabla 26, 27 y 28.
<i>Citrus auranticum</i>	Agente edulcorante	Fig. 39
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Agente saborizante	Tabla 11,1 y 11.2. taumantina 1 y 2;
<i>Hydrangea macrophylla</i>	Agente edulcorante	Fig. 44.
<i>Hemsleya Panicis scandens</i>	Agente edulcorante	Tabla 25,1 Glucósido curcubitano
<i>Lippia dulcis</i>	Agente edulcorante	Tabla 25.
<i>Meriones unguiculatus</i>	Agente edulcorante	Tabla 22, 29, 30, 31, y d-triptofano.

Tabla 18. Continuación.

PLANTA	USO	EDULCORANTE
<i>Polypodium feei</i>	Reumatismo	Tabla 26, 27, 28, 30, 31 y fig. 50.
<i>Rubies suavissimus</i>	Agente edulcorante	Tabla 32, 33 y 34.
<i>Seliguea feei</i>	Agente edulcorante	Tabla 26, 27, 28 y 32.
<i>Siratia grosvenoria</i>	Agente edulcorante	Tabla 25,1.
<i>Stevia rebaudiana</i>	Endulzante de alimentos	Tabla 21; 25,2 ,26, 28, fig. 36 y 38.
<i>Stevia raubdlana.</i>	Endulzante	Tabla 25,2; 26, 27, 30 y 31
<i>Stevia Pblebophyla.</i>	Endulzante	Tabla 25, 26, 27, 30 y 31
<i>Sporadosora</i>	Reumatismo	Tabla 27, fig. 51.
<i>Tessaria dodoneifolia</i>	Agente edulcorante	Tabla 30, 34 y 35
<i>Thlandiantina grosvenorii</i>	endulzante	Tabla 20, 24, 25, 26, 28, Taumantina y Fig 44.
<i>Thaumatococcus daniellii</i>	Preparación comercial de proteínas	Tabla 11,2.

Tabla 19. Glucósidos diterpenos correspondientes a la figura 37.

NOMBRE	R <sub>1</sub>
Glizirrina	$\beta$ -glucoronopiranosil 2 - $\beta$ -glucoronopiranosilo -

Figura 37. Estructura de glucósidos diterpenos de la tabla 19.<sup>xxvii</sup>Tabla 20. Glucósidos diterpenos tipo labdano correspondientes a la figura 38.<sup>xxviii</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Gaudichaudiósido A	CHO	H
Gaudichaudiósido B	CH <sub>2</sub> OH	H
Gaudichaudiósido C	CH <sub>2</sub> OH	OH

<sup>xxvii</sup> Se han encontrado en la especie *Abrus precatorius* y *Stevia rebaudiana*.<sup>xxviii</sup> Se ha encontrado en especies como: *Bacharis gaudichaudina*, *Menones unguiculatus*

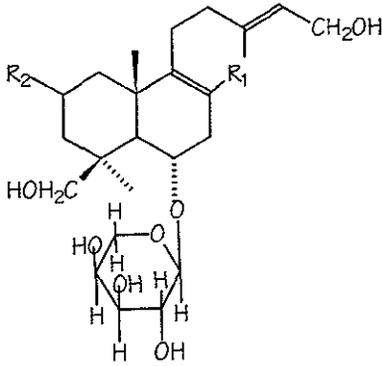


Figura 38. Estructura general de glucósidos de la tabla 20.

Tabla 21. Glucósidos correspondientes a la figura 39.<sup>xxix</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Gaudichaudiósido D	CH <sub>2</sub> OH	H
Gaudichaudiósido E	CH <sub>3</sub>	OH

<sup>xxix</sup> Se han encontrado en la Especie *Bacharis gaudichaudina*

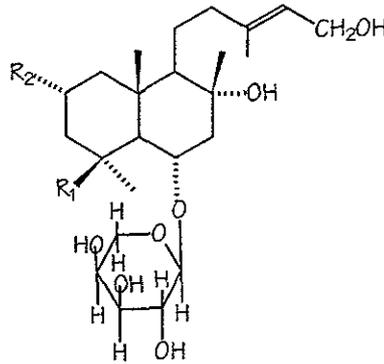


Figura 39. Estructura de glucósidos indicados en tabla 21.

Tabla 22. gaudichaudiósidos correspondientes a la figura 40.<sup>xxx</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>
Gaudichaudiosido A	CHO
Gaudichaudiósido F	C=C-COMe

<sup>xxx</sup> Se han encontrado en Especies como: *Bacharis gaudichaudina*, *Thlandiantina grosvenerii*

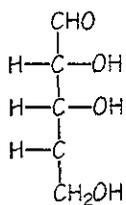


Figura 40. Estructura de gaucha diósidos indicados en tabla 22.

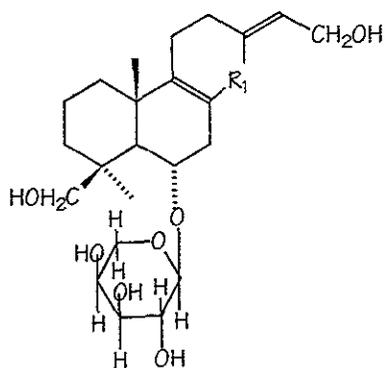


Figura 41. L-arabinosa.<sup>xxxI</sup>

<sup>xxxI</sup> se ha encontrado en la Especie: *Hydrangea macrophylla* y, *Thilandiantina grosvenorii*

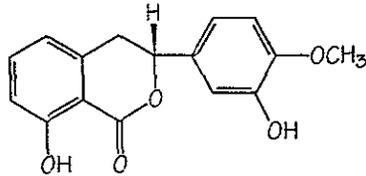


Figura 42 Philodulcina.<sup>xxxii</sup>

Tabla 23. Glucosidos diterpenos tipo labdano correspondientes a la figura 43.<sup>xxxiii</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Mogrósido V	$\beta$ -glucopiranosil 2 - $\beta$ -D-glucopiranosilo	$\beta$ -glucopiranosil 2,3 - $\beta$ -di-glucopiranosilo
Rebaudiósido A	$\beta$ -glucopiranosilo	$\beta$ -D-glucoronopiranosilo 2,3 di- $\beta$ -D-glucopiranosil

<sup>xxxii</sup> Se han encontrado en la Especie *Bacharis gaudichaudina*

<sup>xxxiii</sup> Se han encontrado en especies como: *Bacharis gaudichaudina*, *Thlandiantina grosvenorii*, *Hemsleya Panicis scan-dens*, *Lippia dulcis*, *Siratia grosvenoria*, *Stevia rebaudiana*, *Stevia Pblebophyla Thlandiantina grosvenorii*

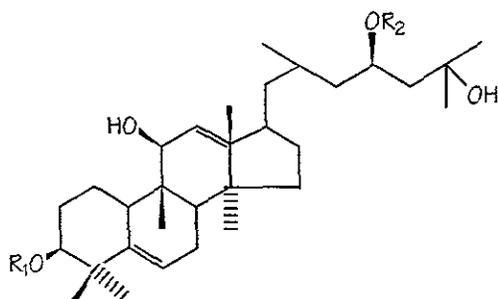


Figura 43. Estructura de glucósidos indicados en la tabla 23.

Tabla 24 proutoacnindinas correspondientes a la figura 44.<sup>xxxiv</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>
Acetato de dihidroquercentina 3	H
Acetato 5, 7, 3'-trihidroxi-4'-metoxi-2,3-dihidroxi-flavonol 3	CH <sub>3</sub>

<sup>xxxiv</sup> Se han encontrado en especies como: *Cinnamomum sieboldi*, *Polypodium feei*, *Seliguea feei*, *Stevia rebaudiana*, *Stevia Pblebophyla*, *Thlandiantina grosvonorii*

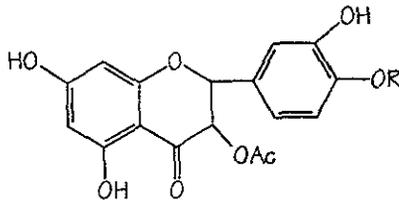


Figura 44. Estructura de protoacridininas de la tabla 24.

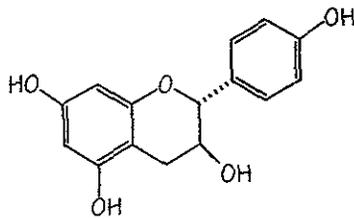


Figura 45. (+) afzelezina.<sup>xxxv</sup>

<sup>xxxv</sup> Se han encontrado en especies como *Cinnamomum sieboldi*, *Polypodium feei*, *Stevia raubdiana*, *Stevia Pblebophyla*, *Sporadosora*

Tabla 25. proutoacnidinas correspondientes a la figura 46.<sup>xxxvi</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>
(-) epiafzelezina 2β	-S-CH 
(-) epiafzelezina 4β	H

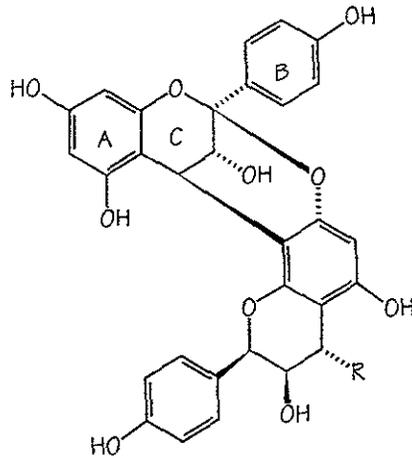


Figura 46. Estructura de compuestos indicados en la tabla 25.

<sup>xxxvi</sup> Se han encontrado en Especies como: *Cinnamomum sieboldi*, *Polypodium feei*, *Seliguea feei*,*Stevia rebaudiana* y *Thlandiantina grosvenerii*

Tabla 26. Glucósidos diterpenos correspondientes a la figura 47.<sup>xxxvii</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>
Hernandulcina 1	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C=CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>
epihernandulcina	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C=CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>

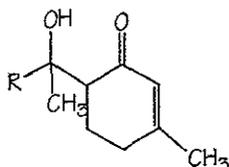


Figura 47. Esqueleto correspondiente a los componentes de la tabla 26

Tabla 27. Glucósidos diterpenos correspondientes a la figura 48.<sup>xxxviii</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>
1 = hernandulcina	H
2 = (+)-4β-Hidroxihernandulcina	OH

<sup>xxxvii</sup> Se ha encontrado en la Especie: *Meriones unguiculatus*<sup>xxxviii</sup> Se han encontrado en Especies como: *Meriones unguiculatus*, *Polypodium feei*, *Stevia rauboldiana* y *Stevia Pblebophyla*

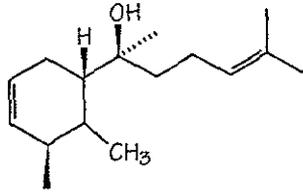


Figura 48. Estructura de glucósidos indicados en la tabla 27.

Tabla 28. Glucósidos diterpenos correspondientes a la figura 49.<sup>xxxix</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Esteviósido	β-glucopiranosil	β-glucopiranosil 2 -β-glucopiranosil -

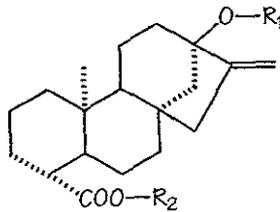


Figura 49. Estructura de los glucósidos de la tabla 28.

<sup>xxxix</sup> Se han encontrado en Especies como: *Meriones unguiculatus*, *Polypodium feei*, y *Stevia Pblebophyla*

DTABLA 29. PRONTOACINIDINAS CORRESPONDIENTES A LA FIGURA 50.<sup>XL</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>
1 = Prontoacinidina <i>siguellian</i>	H
2 = (-) <i>epiafzelezina</i>	Ac

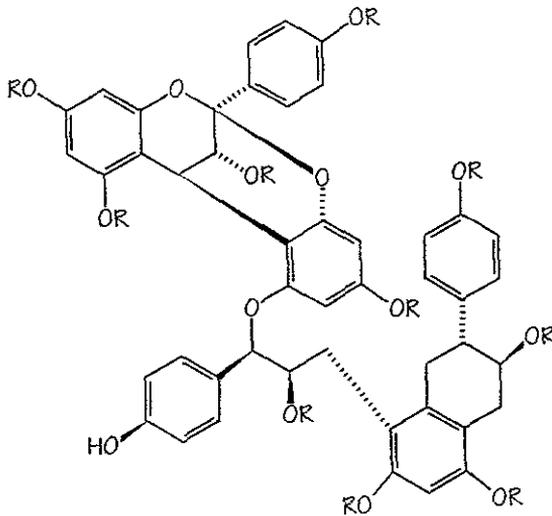


Figura 50. estructura de prontoacinidinas de la tabla 29.

<sup>XL</sup> Se han encontrado en especies como: *Rubíes suavissimus* y *Seliguea feei*

Tabla 30. Glucósidos correspondientes a la figura 51.<sup>xli</sup>

NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Esteviósido	$\beta$ -D-glucoronopiranosil-6- CH <sub>3</sub> 2 $\beta$ -D-glucopiranosil	$\beta$ -D-glucoronopiranosil-
RebaudiósidoA	$\beta$ -D-glucoronopiranosil 2,3 di- $\beta$ -D-glucopira-nosil	$\beta$ -D-glucoronopiranosil-
Rebaudiósido fructosilado	A $\beta$ -D-glucoronopiranosil- 2 $\beta$ - D-glucopiranosil	$\beta$ -D-glucoronopiranosil 6 2 $\beta$ -D-fructopiranosil
desglucoesteviósido	$\beta$ -D-glucoronopiranosil-	$\beta$ -D-glucoronopiranosil-
Esteviósido fructosilado-5	$\beta$ -D-glucoronopiranosil 2,- $\beta$ - D-glucopiranosil	$\beta$ -D-glucoronopiranosil 6 2 $\beta$ -D-fructopiranosil
rebaudiósidoB	$\beta$ -D-glucoronopiranosil 2,3 di- $\beta$ -D-glucopira-nosil	H

<sup>xli</sup> Se han encontrado en especies como: *Rubies suavissimus*.

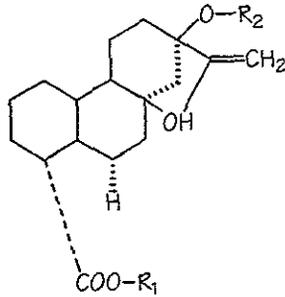


Figura 51. Estructura de los glucósidos de la tabla 30.

Tabla 31. Dihidroquercetinas correspondientes a la figura 52.<sup>xlii</sup>.

NOMBRE	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Dihidroquercetina 3-acetato	Ac	H	H
Dihidroquercetina 3-acetato, 4'-(metileter)	Ac	Me	H
Dihidroquercetina 4'(metileter)	H	Me	H
Dihidroquercetina comercial	H	H	H
Dihidroquercetina comercial	Ac	Ac	Ac

<sup>xlii</sup> Se han encontrado en especies como: *Rubies suavissimus* y *Tessaria dodoneifolia*

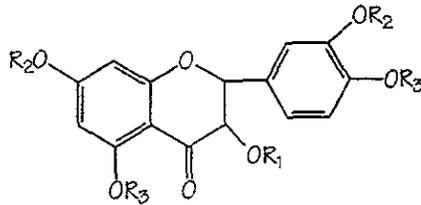


Figura 52. Estructura de dihidroquercetinas de la tabla 31.

#### F. EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL EFECTO DULCE DEL GÉNERO *Stevia*.

Existe una extensa cantidad de componentes dulces en las especies del género *Stevia*, por lo que se realizó un evaluación organoléptica de la hojas de las plantas de este género. Se usaron pequeños fragmentos de las hojas de este estudio se tomaron de un herbario depositado por Jonh G. Searle en el Museo Natural de Historia en Chicago, con la finalidad de conocer el potencial y sensibilidad de cada planta.<sup>2</sup> A continuación se presenta una tabla de este estudio donde B, es altamente amargo; BB, moderadamente amargo; BBB, un poco amargo; N, neutro; T, salado; S, un poco dulce; SS, moderadamente dulce y SSS, extremadamente dulce. (Tabla 11).

Tabla 32. Evaluación de *Stevia*.<sup>96, 97, 98.</sup>

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		1-2	4-6	8-10
<i>S. ambylolepis</i> Robins	No hay colector México 1905	N <sup>a</sup>	B	B
	Jorgensen 4902 Paraguay.	BB	BB	
<i>S. ammotropha</i> Robins	Hassler 1011 Paraguay 1908	B	B	
<i>S. amplexicaulis</i> Hassler.....	Hassler 1011 Paraguay 1908	T	T	
<i>S. aristata</i> D. Don	Cabrera 11777 Argentina, 1954	BB	BB	
<i>S. aristata</i> D. Don	Hassler 9033 Paraguay 1905	B	BB	BB
<i>S. aschenborniana</i> Seh.- Bip	Pringle 9120 México 1900	B	B	

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		N	B	B
<i>S. aschenborniana</i> Seh.- Bip.....	Cronquist, & Sousa 10408 México, 1965	N	B	B
<i>S. balansae</i> Hieron	Jorgensen 4702 Paraguay, 1931	N	B	B
<i>S. bangii</i> Rusby	Rusby 6885, Bolivia	N	N	T
<i>S. benthamiana</i> Hieron	Apolinar-María 274, Colombia, 1938	B	B	B
<i>S. berlandieri</i> A. Gray	Pringle 11573, México 1903	B	BB	BB
<i>S. berlandieri</i> A. Gray var. Berlandieri	Barkley, Webster & Rowell 7139, México, 1947	B	BB	
<i>S. bertholdii</i> Robins	Acosta-Solis 7849, Ecuador, 1944	B	B	BB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. chamaedrys</i> Griseb	Lorentz & Hieronymus 171 Argentina, 1873	N	N	N
<i>S. cinerascens</i> Sch.-Bip	Matzenbacher 510 Brasil, 1976	N	N	B
<i>S. chamaedrys</i> Griseb	Lorentz & Hieronymus 171 Argentina, 1873	N	N	N
<i>S. cinerascens</i> Sch.-Bip	Matzenbacher 510 Brasil, 1976	N	N	B
<i>S. clauseni</i> Sch.-Bip	Barreto 8353 Brasil, 1936	BB	BBB	BBB
<i>S. clauseni</i> Sch.-Bip	Lenarte 2570, Brasil, 1950	B	BBB	-

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. clinipodioides</i> Greenm	Sessé, Mociño & Maldonado 2613, México, en. 1801	BBB	BBB	-
<i>S. collina</i> Gardn	Warming 816, Brasil, 1865	BB	BB	-
<i>S. compacta</i> Benth	Buchtien 186, Bolivia, 1912	N	N	B
<i>S. connata</i> Robins	Hatschbaeli 18764, Brasil, 1968	N	N	B
<i>S. connata</i> Lag	Pringle 4580, México, 1893	BB	BB	-
<i>S. connata</i> Lag	Smith 255, México, 1894	B	B	BB
<i>S. connata</i> Lag	Pringle 4580, México, 1893	B	BB	-

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. boliviensis</i> Seh.-Bip. ex Rusby	Holway & Holway 542, Bolivia, 1920	N	N	B
<i>S. boliviensis</i> Seh.-Bip. ex Rusby..	Buehtien s.n., Bolivia, 1912	B	BB	
<i>S. breviaristata</i> Hook.& Arnott	Cabrera 3068, Argentina, 1933	N	N	N
<i>S. calderillencis</i> Hieron	Fiebrig 3425, Bolivia, 1904	B	BB	
<i>S. camporum</i> Baker	Irwin 2749, Brasil, 1959	B	B	B
<i>S. caracasana</i> DC	Molina 30283, Guatemala, 1974	N	N	S
<i>S. cathartica</i> Poepp. & Endl	Espinosa E-787, Ecuador, 1946	B	BB	BBB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		B	BB	-
<i>S. crenulata</i> Baker	Hatschbach 18770, Brasil, 1968	B	BB	-
<i>S. cuneata</i> Hassler	Hassler 10286, Paraguay, 1908	B	BB	-
<i>S. cuzcoensis</i> Hieron	Pennell 13553, Perú, 1925	B	B	B
<i>S. cuzcoensis</i> Hieron	Herrera 2353, Perú, 1929	B	B	-
<i>S. dianthoidea</i> Hieron	Penland & Summers 564, Ecuador, 1939	N	N	-
<i>S. elatior</i> HBK	Acosta-Solia 10184, Ecuador, 1945	N	N	-
<i>S. elatior</i> HBK	Apolinar-Maria 448, Colombia	N	B	B
<i>S. elatior</i> HBK	O. Kuntze s. n., Bolivia	N	N	N

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. elatior</i> HBK	Breedlove 7036, México, 1964	B	B	B
<i>S. elongata</i> HBK	Haenko 329, México, 1791	N	N	N
<i>S. elongata</i> HBK	Linden 475, Venezuela, 1842	B	BB	-
<i>S. entereiensis</i> Hieron	Cabrera 3922, Uruguay, 1936	N	B	B
<i>S. eupatoria</i> (Spreng.) Willd	Taylor 13, México, 1936	BB	BB	-
<i>S. filipes</i> Rusby	Brooke 6209, Bolivia, 1950	B	BB	-
<i>S. galeopsidifolia</i> Hieron	Vargas 9531, Perú, 1950	N	N	N
<i>S. galeopsidifolia</i> Hieron	Vargas 4310, Perú, 1944	B	B	BB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. glandulosa</i> Hook & Arnott, var. <i>gentryi</i> Grashoff	Gentry 1204, México, 1934	BB	BBB	-
<i>S. glandulosa</i> Hook & Arnott var. <i>Glandulosa</i>	Palmer 1821, México, 1892	BBB	-	-
<i>S. glutinosa</i> HBK	Lehmann 4727, Colombia	B	B	B
<i>S. heptachaeta</i> DC	No hay colector, Brasil, 1863	N	N	N
<i>S. herrerae</i> Robins	Vargas 4139, Perú, 1944	B	BB	BB
<i>S. hirsuta</i> DC. var. <i>hirsuta</i>	Hinton 1392, México, 1932	B	B	B
<i>S. hirsuta</i> DC. var. <i>hirsuta</i>	Molina & Moina 26641, Guatemala, 1971	N	B	B

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		B	B	BB
<i>S. hypomalaca</i> Robins	Pringle 9976, México, 1902	B	B	BB
<i>S. hyptifolia</i> Gardn	Mexía 5540, Brasil, 1931	BB	BBB	-
<i>S. iltisiana</i> Grashoff	Fisher s. n., México, 1924	BB	BB	BBB
<i>S. iltisiana</i> Grashoff	Pringle 11576, México, 1903	BB	BB	BBB
<i>S. incognita</i> Grashoff	Ton 491, México, 1966	B	B	B
<i>S. incognita</i> Grashoff	Williams 41681, Guatemala, 1972	B	BB	BB
<i>S. incognita</i> Grashoff	Molina & Molina 30047, Guatemala, 1974	B	B	B
<i>S. ialiscensis</i> Robins	No hay colector, México, 1892	B	B	BB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		B	B	BB
<i>S. jorullensis</i> HBK.	Williams et al 41438, Guatemala, 1972	B	B	BB
<i>S. jorullensis</i> HBK	Pringle 13085, México, 1904	B	B	BB
<i>S. latifolia</i> Benth	Anderson & Laskowski 4432, México, 1966	B	B	B
<i>S. latifolia</i> Benth	Smith 253 <sup>a</sup> , México, 1894	N	B	B
<i>S. lehmannii</i> Hieron	Molina & Molina 26296, Guatemala, 1971	N	B	B
<i>S. lehmannii</i> Hieron	Purpus 313, México, 1908	N	B	B
<i>S. lemmonii</i> Hieron. var. <i>Hispidula</i> Grashoff	Gentry 1414, México, 1935	BBSS	BBSS	BBBS
<i>S. lemmonii</i> Hieron. var., <i>Hispidula</i> Grashoff	Palmer 96, México, 1906	B	B	B

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		N	B	B
<i>S. leptophylla</i> Sch.-Bip. ex Robins	Hassler 6617, Paraguay, 1900	N	B	B
<i>S. lucida</i> Lag	Killip 38078, Columbia, 1944	N	B	BB
<i>S. lucida</i> Lag	Wilbur 15405, Panamá, 1971	N	B	B
<i>S. lucida</i> Lag	Steyermark 55645, Venezuela, 1944	N	B	B
<i>S. lucida</i> Lag. var. <i>Lucida</i>	Morley 653, México, 1946	N	B	BB
<i>S. lucida</i> Lag. var. <i>bipontini</i> Robins.	Powell & Edmondson 665, México, 1961	N	B	B
<i>S. leptophylla</i> Sch.-Bip. ex Robins	Hassler 6617, Paraguay, 1900	N	B	B

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		N	B	BB
<i>S. lucida</i> Lag	Killip 38078, Columbia, 1944	N	B	BB
<i>S. lucida</i> Lag	Wilbur 15405, Panamá, 1971	N	B	B
<i>S. lucida</i> Lag	Steyermark 55645, Venezuela, 1944	N	B	B
<i>S. lucida</i> Lag. var. <i>Lucida</i>	Morley 653, México, 1946	N	B	BB
<i>S. lucida</i> Lag. var. <i>bipontini</i> Robins.	Powell & Edmondson 665, México, 1961	N	B	B
<i>S. lucida</i> Lag. var. <i>oaxacana</i> , (DC.) Grashoff	Williams & Williams 21703, México, 1962	B	B	B
<i>S. lundiana</i> DC	Hatschbach 12529, Brasil, 1965	N	N	B
<i>S. macbridei</i> Robins	Soukup 3002, Perú, 1946	B	B	BB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. macbridei</i> Robins	Isert 2064, Perú, 1863	B	B	BB
<i>S. mandonii</i> Sch.-Bip	Pennell 13372, Perú, 1925	BT	BT	BT
<i>S. mandonii</i> Sch.-Bip	Soukup 236, Perú, 1935	B	B	B
<i>S. melissaefolia</i> (Lamk) Sch.-Bip	Macbride 5965, Perú, 1923	T	T	T
<i>S. melissaefolia</i> (Lamk) Sch.-Bip	Cerrate 865, Perú, 1951	T	T	B
<i>S. menthaefolia</i> Sch.-Bip	Dusén 16948, Brasil, 1915	N	N	TB
<i>S. menthaefolia</i> Sch.-Bip	Martius 771, Brazil, ca. 1800	B	B	BBB
<i>S. menthaefolia</i> Sch.-Bip	Buchtien s.n, Bolivia, 1914	N	N	B
<i>S. mandonii</i> Sch.-Bip	Soukup 236, Perú, 1935	B	B	B
<i>S. melissaefolia</i> (Lamk) Sch.-Bip	Macbride 5965, Perú, 1923	T	T	T

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. melissaefolia</i> (Lamk) Sch.-Bip	Cerrate 865, Perú, 1951	T	T	B
<i>S. menthaefolia</i> Sch.-Bip	Dusén 16948, Brasil, 1915	N	N	TB
<i>S. menthaefolia</i> Sch.-Bip	Martius 771, Brazil, ca. 1800	B	B	BBB
<i>S. menthaefolia</i> Sch.-Bip	Buchtien s.n, Bolivia, 1914	N	N	B
<i>S. mercedensis</i> Hieron. ex Reiss	Lossen 202, Argentina, 1925	B	B	-
<i>S. micradenia</i> Robins	Pringle 4543, México, 1893	BBBSS	BBBSS	-
<i>S. micrantha</i> Lag	Sessé et al 2580, México, en. 1800	N	N	N
<i>S. micrantha</i> Lag	Orcutt 4293, México, 1910	N	B	B

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. micrantha</i> Lag	Cronquist 10246, México, 1965	N	B	B
<i>S. microchaeta</i> Sch.-Bip	Botteri 407, México, sin fecha	N	N	N
<i>S. monardifolia</i> HBK	Pringle 11580, México, 1903	B	BB	BB
<i>S. monardifolia</i> HBK	Balle & Gourlay 5288, México, 1938	N	N	B
<i>S. multiaristata</i> Sprng	Cabrera 3341, Uruguay, 1935	N	S	T
<i>S. netsonii</i> Robins	Lenvenworth & Hoogatraal 1121, México, 1941	N	N	S

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		N	B	B
<i>S. nepetifolia</i> HBK	Breedlove 14153, México, 1965	N	B	B
<i>S. nepetifolia</i> HBK	Pringle 11581, México, 1903	N	B	BB
<i>S. nepetifolia</i> HBK	Smith 1996, Colombia, 1900	N	B	B
<i>S. oligocephata</i> DC	Glaziov s.n., Brasil, 1907	SS	SSB	SSBB
<i>S. origanoides</i> HBK	Mexia 9043, México, 1937	N	S	SB
<i>S. origanoides</i> HBK	Pringle 1780, México, 1888	N	SB	SB
<i>S. origanoides</i> HBK	Shedon s.n., México, 1892	SB	SB	SB
<i>S. ovalis</i> (Robins.) Robins	Pringle 4491, México, 1893	N	B	SSB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		N	N	S
<i>S. ovalis</i> (Robins.) Robins	Barnes & Land 187, México, 1908	N	N	S
<i>S. ovata</i> Willd	Williams et al 41694, Guatemala, 1972	N	N	N
<i>S. ovata</i> Willd	Stewart 1227, México, 1941	N	N	B
<i>S. ovata</i> Willd. var. <i>ovata</i>	Molina & Molina 26935, Guatemala, 1971	N	B	B
<i>S. ovata</i> Willd. var. <i>reglensis</i> , (Benth.) Grashoff	Pringle 6624, México, 1896	B	B	BB
<i>S. oxylaena</i> DC	Hassler 12154, Paraguay, 1913	B	B	B

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. oxylaena</i> DC	Lorentz 952, Uruguay, 1877	N	N	N
<i>S. pallida</i> (Sch.-bip) Hieron	Killip & Smith 17269, Colombia, 1927	BBB	BBB	-
<i>S. palmeri</i> A. Gray. var. Palmeri	Standley 2475, México, 1936	N	N	N
<i>S. palmeri</i> A. Gray. var. <i>constricta</i> Grashoff	Ortega 7132, México, 1933	N	B	BB
<i>S. pauciradiata</i> Bab	Glaziou 11025, Brasil (?)	N	N	N
<i>S. perfoliata</i> Cronq	Cronquist 11229, México, 1974	S	SS	SSB
<i>S. phlebophylla</i> A. Gray	Pringle 2291, México, 1889	BBBSS	BBBSS	-

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		BS	BBST	BB
<i>S. pilosa</i> Lag	Barkley et al. 2828, México, 1947	BS	BBST	BB
<i>S. oxylaena</i> DC	Lorentz 952, Uruguay, 1877	N	N	N
<i>S. pallida</i> (Sch.-bip) Hieron	Killip & Smith 17269, Colombia, 1927	BBB	BBB	-
<i>S. palmeri</i> A. Gray. var. Palmeri	Standley 2475, México, 1936	N	N	N
<i>S. palmeri</i> A. Gray. var. <i>constricta</i> Grashoff	Ortega 7132, México, 1933	N	B	BB
<i>S. pauciradiata</i> Bab	Glaziou 11025, Brasil (?)	N	N	N
<i>S. perfoliata</i> Cronq	Cronquist 11229, México, 1974	S	SS	SSB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. phlebophylla</i> A. Gray	Pringle 2291, México, 1889	BBBSS	BBBSS	-
<i>S. pilosa</i> Lag	Barkley et al. 2828, México, 1947	BS	BBST	BB
<i>S. pilosa</i> Lag	Powell & Edmondson 735, México, 1961	N	BSBBS	BS
<i>S. plummerae</i> A. Gray var. Plummerae	Gentry 1948, México, 1935	N	B	B
<i>S. plummerae</i> A. Gray var., plummerae	LeSueur 961, México, 1936	N	N	B
<i>S. pohliana</i> Baker	Dusén 16944, Brasil, 1915	B	BB	BB
<i>S. polycephala</i> Bertol.var. polycephala	Breedlove 7995, México, 1964	B	BB	BB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. seemanii</i> Sch.-Bip, Robins.	Waterfall 15446, México, 1959	N	SB	SB
<i>S. porphyrea</i> Mc Vaugh	Palmer 456, México, 1896	B	BBS	BBBS
<i>S. porphyrea</i> Mc Vaugh	Pennell 14367, Perú, 1925	B	BB	BBB
<i>S. puberula</i> Hook	Pennell 14336, Perú, 1925	N	B	BB
<i>S. puberula</i> Hook	Purpus 1486, México, 1905	N	N	B
<i>S. purpusii</i> Robins	Bonpland s.n, Ecuador, sin fecha	N	B	SB
<i>S. quitensis</i> HBK	Gosling s.n, Paraguay, 1919	SSSS	-	-
<i>S. rebaudiana</i> (Bertoni) Bertoni	No hay colector, México, 1893	N	N	S

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. reticulata</i> Grashoff	Purpus 3842, México, 1909	BB	BB	BBB
<i>S. revoluta</i> Robins	Williams 10629, Venezuela, 1938	B	BB	BB
<i>S. rhombifolia</i> HBK	Cuatrecasas 20845, Colombia, 1946	BB	BB	
<i>S. rhombifolia</i> HBK, (Greenm) Robins	Holmgren 526, Ecuador, 1920	N	BB	
<i>S. rhombifolia</i> HBK	Stork & Horton 10884, Perú, 1939	B	B	B
<i>S. rhombifolia</i> HBK	Dorantes et al. 767, México, 1972	N	B	BB
<i>S. rhombifolia</i> HBK	Jiménez 1382, Costa Rica, 1963	N	N	N

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		B	BB	BB
<i>S. rhombifolia</i> HBK	Cronquist & Fay 10823, México, 1970	B	BB	BB
<i>S. salicifolia</i> Cav. var. <i>Salicifolia</i>	Purpus 2511, México, 1908	N	N	B
<i>S. salicifolia</i> Cav. var. <i>Callodes</i>	Palmer 931, México, 1896	B	BB	BB
<i>S. salicifolia</i> Cav. var. <i>virgulifera</i> , Robins	Fabris-Crisci 7385, Argentina, 1968	B	BB	BB
<i>S. sanguinea</i> Hieron	Pastore 1146, Argentina, 1937	B	B	BB
<i>S. satureifolia</i> (Lamk.) Sch.-Bip	Herter s.n., Uruguay, 1925	N	N	N
<i>S. satureifolia</i> (Lamk.) Sch.-Bip	Cabrera 6839, Argentina, 1940	N	T	T

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		N	B	BB
<i>S. satureifolia</i> (Lamk.) Sch.-Bip	Smith 254, México, 1804	N	B	BB
<i>S. seleriana</i> Robins	Cronquist & Fay 10876, México, 1970	N	B	B
<i>S. selloi</i> (Spreng.) sch.- Bip	Hassler 3910, Paraguay, sin fecha	N	B	B
<i>S. serrata</i> Cav	Gehriger 246, Venezuela, 1930	B	B	B
<i>S. serrata</i> Cav	Black 46-653, Colombia, 1946	N	N	B
<i>S. serrata</i> Cav. var. Serrata	Williams et al. 41771, Guatemala, 1972	N	N	N
<i>S. soratensis</i> Hieron	Pennell 13536, Perú, 1925	N	N	B

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. soratensis</i> Hieron	Weberbauer 6920, Perú, 1909-1914	N	N	N
<i>S. sthenophilla</i> A. Gray	Johnston 8907, México, 1941	B	BB	BB
<i>S. subpubescens</i> Lag	Cronquist & Sousa 10417, México, 1965	N	B	B
<i>S. subpubescens</i> Lag. var. <i>intermedia</i> Grashoff	Anderson & Laskowski 4430, México, 1966	N	N	N
<i>S. subpubescens</i> Lag. var. <i>opaca</i> (Sch.-Bip) Robins	Mexia 1615, México, 1927	N	B	B
<i>S. subpubescens</i> Lag. var., <i>Subpubescens</i>	Haenke 1703, México, 1791	N	N	N
<i>S. subpubescens</i> Lag. var., <i>subpubescens</i>	Cronquist & Fray 1906, México, 1970	B	B	BB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. tapacariensis</i> Hieron	Eyerdam 24784, Bolivia, 1939	N	N	N
<i>S. tephra</i> Robins	Pringle 7965, México, 1899	B	BB	BB
<i>S. tephra</i> Robins	Purpus 4830, México, 1910	N	B	B
<i>S. tomentosa</i> HBK	Purpus 2550, México, 1907	BB	BB	BB
<i>S. tomentosa</i> HBK	Mueyer 2397, México, 1935	B	BB	
<i>S. tephrophilla</i> Blacke	Bredlove & Raven 13643, México, 1965	BB	BB	BB
<i>S. tomentosa</i> HBK	Purpus 2550, México, 1907	BB	BB	BB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
		B	BB	
<i>S. tomentosa</i> HBK	Mueyer 2397, México, 1935	B	BB	
<i>S. trifida</i> Lag	Rzedowski 27054, México, 1970	N	B	B
<i>S. triflora</i> DC	Pringle 11835, México, 1935	BB	BBB	
<i>S. triflora</i> DC	Williams & Molina 42299, Nicaragua, 1973	B	B	BB
<i>S. urticaefolia</i> Billb, in Thunb	Williams & Assis 7238, México, 1945	B	BB	
<i>S. vaga</i> Griseb	Cabrera & Fabris 19930, Argentina, 1969	N	N	S
<i>S. vaga</i> Griseb	Lossen 238, Argentina, 1925	B	B	BB

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. venosa</i> A. Gray	Gentry 1948, México, 1935	N	B	B
<i>S. vernicosa</i> Greenm	Pringle 10349, México, 1907	B	BB	
<i>S. veronicae</i> DC	Herter 1971, Uruguay, 1947	T	TT	
<i>S. villaregalis</i> Mc Vaugh	Pringle 2486, México, 1889	B	BB	
<i>S. villaregalis</i> Mc Vaugh	Barnes & Land 188 a, México, 1908	N	B	
<i>S. viscida</i> HBK	LeSueur 437, México, 1935	BBS	BBS	BBS
<i>S. viscida</i> HBK	Molina & Molina 26550, Guatemala, 1971	N	SB	SS

Tabla 32. Continuación.

Especies	Especimen citado, Ciudad, Datos de Colección	Unidad ensayada (mm <sup>2</sup> )		
<i>S. wagneri</i> Hieron	Vogl 505, Venezuela	N	N	S
<i>S. weberbaueri</i> Hieron	Stafford 438, Perú, 1937	T	TT	TT



4. PARTE  
EXPERIMENTAL

## 4. PARTE EXPERIMENTAL.

---

---

### 4. PARTE EXPERIMENTAL.

#### 4.1. MATERIAL Y EQUIPO.

MATERIAL DE VIDRIO	SOLVENTES	EQUIPO
Columna de vidrio..	Agua destilada.	Rotavapor
Cámara de yodo.	Acetato de etilo.	Fisher Jones
Capilares..	Acetona.	Espectrómetro variant FT-200
Kitasato..	Anhídrido acético.	Siemens shextil plus.

#### 4. PARTE EXPERIMENTAL.

---

---

Matraz de bola.	Etanol.	Difractometro siemens
Matraz herlermeyer.	Hexano.	
Refrigerantes	lodo.	
Rotavapor	Piridina.	
Termómetro.		

#### 4.2. ETNOBOTÁNICA.

La recolección del espécimen vegetal estudiado en esta tesis, se realizó el 4 de agosto de 1992, en el kilómetro 43 de la carretera Creel Batopilas, en la Sierra Tarahumara, Estado de Chihuahua en, los Estados Unidos Mexicanos.

La planta fue identificada en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y se identificó taxonómicamente como: *Asclepias contrayerba* Moc. & Ses A. Se secó a temperatura ambiente, dando un peso final de 343.8g, posteriormente se pulverizó con un molino manual y se almacenó.

En el lugar de recolección es conocida como "raíz de camote" o "hierba del inmortal".

#### 4.2. PREPARACION DEL EXTRACTO.

Primeramente fue macerada la planta, pequeñas cantidades del polvo fueron sometidas a calentamiento con diferentes disolventes, realizándose cromatografía en capa fina; de esta manera se determinó realizar la maceración con etanol.

La mezcla se sometió a reflujo durante 4 horas con metanol y 10 hrs. más con etanol. El extracto obtenido se filtró y el disolvente se eliminó a presión reducida en un rotavapor, obteniéndose 38.09 g del extracto.

Se sometió a cromatografía en capa fina, usando vapores de yodo como revelador, empleando diferentes sistemas de elución; obteniéndose como mejor sistema n-hexano:acetato de etilo 8:2.

#### 4. PARTE EXPERIMENTAL.

---

---

*Purificación:* El extracto alcohólico se colocó en una columna cromatográfica teniendo como fase estacionaria sílica-gel y como fase móvil hexano:acetato de etilo 85:15 aumentando poco a poco la polaridad. Se obtuvieron un total de 654 muestras, las semejantes se juntaron y se condensaron a presión reducida por medio de un rotavapor, dando lugar a un total de 7 fracciones.

Las fracciones 1 y 4 se purificaron por medio de una recristalización con acetona y acetato de etilo respectivamente; sin embargo ya no se siguió su estudio, ya que la cantidad obtenida fue insuficiente.

La fracción 2 se purificó por medio de una recristalización con etanol, utilizando sulfato de sodio anhidro y carbón activado al filtrar. Se obtuvieron unos cristales blancos con un peso de 4.18g, con un p. F. de 169-185° (no corregido), el cuál fue determinado en un aparato Fisher Jones, presentando descomposición y un aroma muy dulce al fundir. Rendimiento 10.97%

### 4.3. ANÁLISIS ESPECTROSCÓPICO.

Para RMN<sup>1</sup>H y RMN<sup>13</sup>C se empleó un espectrómetro Varian FT-200, a una frecuencia de 50.289 Mhz. amplitud de 12515Hz, tiempo 0.458seg., con un retraso de 0.59seg, aumento de 68 grados a temperatura ambiente, y se uso tetrametilsilano (TMS) como referencia interna.

Para rayos X se utilizó un equipo Siemens SHELXTL PLUS (versión PC) usando un difractometro Siemens P3/F, a una radiación CuK $\alpha$  ( $\lambda = 1.54178 \text{ \AA}$ ) temperatura 293 °K, monocromador altamente orientado al cristal de grafito, rango  $2\theta$  de 3.0 a 110.0°, tipo de examinador  $\theta/2\theta$ , velocidad del examinador de 4 a 29.3°/min en  $\omega$  de 0.06°, reflexión estándar de 3 a 100 reflexiones, rangos indicados  $0 \leq h \leq 8$ ,  $-9 \leq k \leq 9$ ,  $-11 \leq l \leq 11$ .

5. RESULTADOS

Y

DISCUSIÓN.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

---

---

### 5. RESULTADOS Y DISCUSION.

Una vez purificada la muestra aislada, se procedió a su caracterización por medio de RMN<sup>1</sup>H, RMN<sup>13</sup>C y rayos X.

Así para el compuesto aislado (Figura 53) de *Asclepia contrayerba* se observa una señal múltiple compleja de 3.335 a 4.106, la cual es asignada a los hidrógenos de los grupos -OH de las unidades de glucosa (G) y fructosa (F). Se observa también una señal doble centrada de 5.278 que se asigna a los hidrógenos de los grupos -OH, que son magnéticamente equivalentes.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

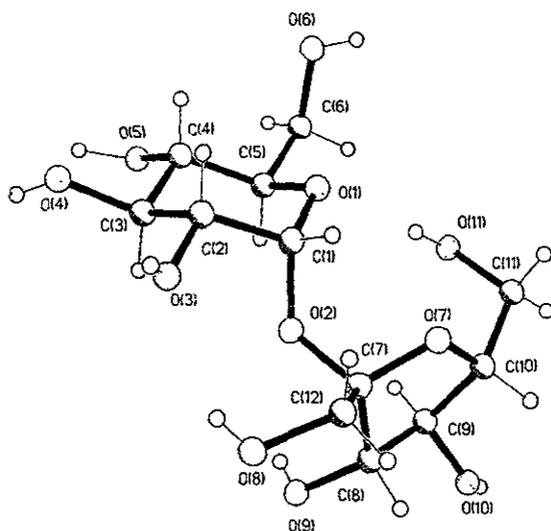


Figura 53. Estructura de la sacarosa.

Ambos desplazamientos coinciden con los reportados en la literatura; correlación que se muestra en la tabla 33, figura 54.

Tabla 33. Resonancia magnética nuclear de hidrogeno.

REPORTADO	ENCONTRADO
3.35-4.33(m)	3.335-4.106(m)
5.41(d)	5.278(d)

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

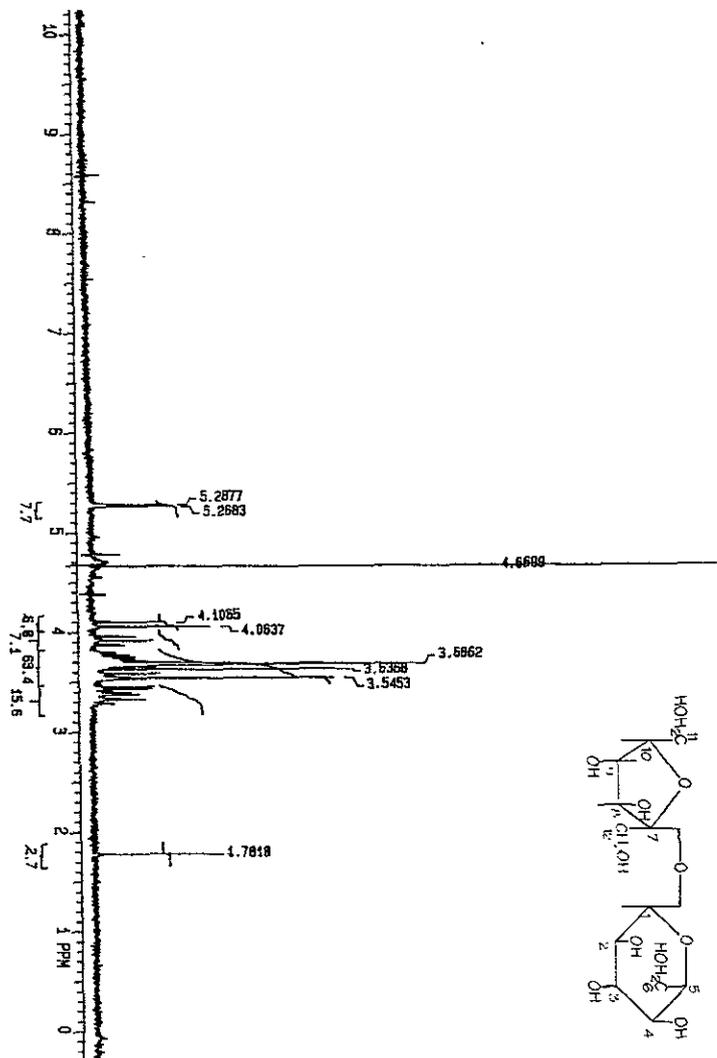


Figura 54. Resonancia Magnética Nuclear de Hidrógeno.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

---

Para RMN<sup>13</sup>C, (Tabla 34, figura 55) se observa una señal de 104.367ppm asignada al carbono 2 de la unidad de fructosa, en 92.873ppm se presenta una señal producida por el carbono 1 del residuo de glucosa, en 82.035ppm se presenta una señal asignada al carbono 3 o 4 de la unidad de fructosa, en 77.052ppm se observa una señal asignada al carbono 4 o 3 de la unidad de fructosa, en 74.645ppm se observa una señal producida por el carbono 5 de la unidad de fructosa, en 73.194ppm se presenta una señal producida por el carbono 2 del residuo de glucosa, en 73.099ppm se presenta una señal asignada al carbono 3 o 5 de la unidad de fructosa, en 71.750ppm se observa una señal asignada al carbono 5 o 3 de la unidad de glucosa, se observa una señal de 69.863ppm asignada al carbono 4 de la unidad de glucosa, en 63.080ppm se presenta una señal producida por el carbono 6 del residuo de glucosa.

Finalmente en 61.968ppm se presenta una señal asignada al carbono 14 de la unidad de fructosa y por ultimo se observa una señal de 60.752ppm para la unidad de glucosa.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tabla 34. Resonancia magnetica nuclear de carbono.

	REPORTADO	ENCONTRADO
$C_2F$	103.4	104.367
$C_1G$	91.8	92.873
$C_{2(3-4)}F$	81.1	82.035
$C_{4(6-3)}F$	76.4	77.052
$C_5F$	73.9	74.645
$C_2G$	72.5	73.194
$C_{3(6-5)}G$	72.1	73.099
$C_{5(6-3)}G$	70.9	71.750
$C_4G$	69.1	69.863
$GC_6F$	62.2	63.080
$C_{14}F_6$	61.4	61.968
$C_{14}G_6$	60.1	60.752

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

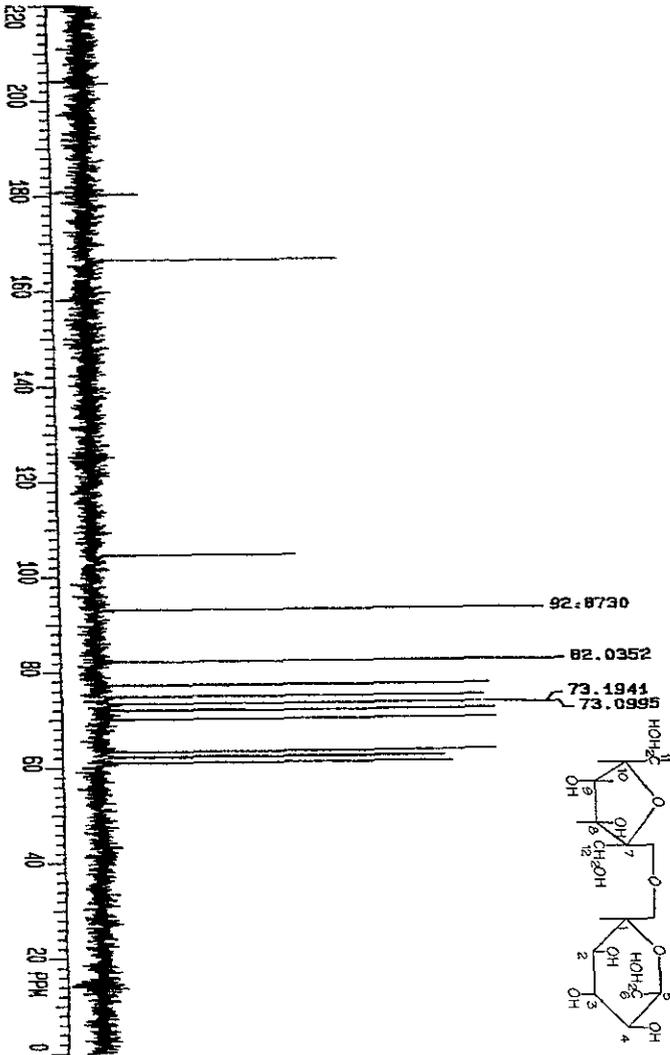


Figura 55. Resonancia Magnética Nuclear de Carbono.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

---

---

Como podemos observar para esta técnica también se realizó una correlación con los desplazamientos reportados en la literatura, los cuales se presentan en la tabla.

De acuerdo a los datos mencionados se puede asegurar que la estructura del componente aislado de *Asclepia contrayerba*, corresponde a la sacarosa.

Sin embargo, para confirmar, se realizó un estudio de difracción de rayos X, del monocristal, obteniéndose el difractograma mostrado en la Figura 56, con una red cristalina como se puede ver en la figura 57.

Por rayos X se obtuvo la siguiente estructura, la cuál representa a la sacarosa, así como la red cristalina.

Los rayos x son prueba contundente de que el compuesto obtenido es sacarosa, ya que se nos presentaron los siguientes parámetros:

Formula empírica  $C_{12}H_{22}O_{11}$

Color habitual: irregular.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tamaño del cristal: 0.30 x 0.22 x 0.10

Sistema cristalino : monoclinico

Volumen : 714.2 (4)Å<sup>3</sup>

Z = 2

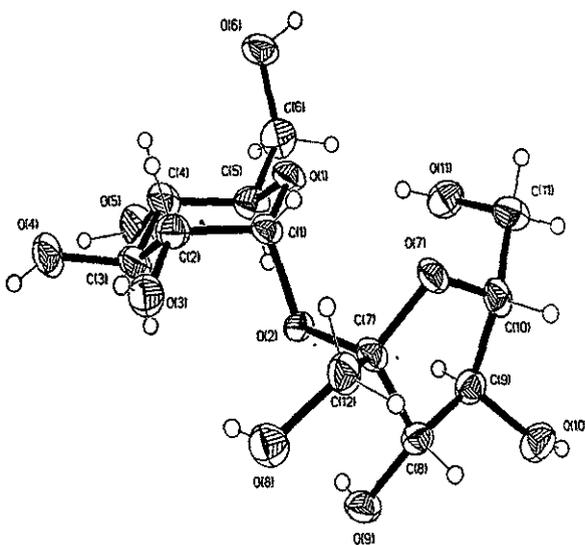


Figura 56. Estructura de sacrosa obtenida a partir de rayosX.

Grupo espacial  $P2_1$

Dimensiones de la celda  $a = 7.759 (2) \text{ \AA}$

$b = 8.702 (2) \text{ \AA}$

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

---

$a = 10.854 (2) \text{ \AA}$

$\beta 102.97 (3)^\circ$

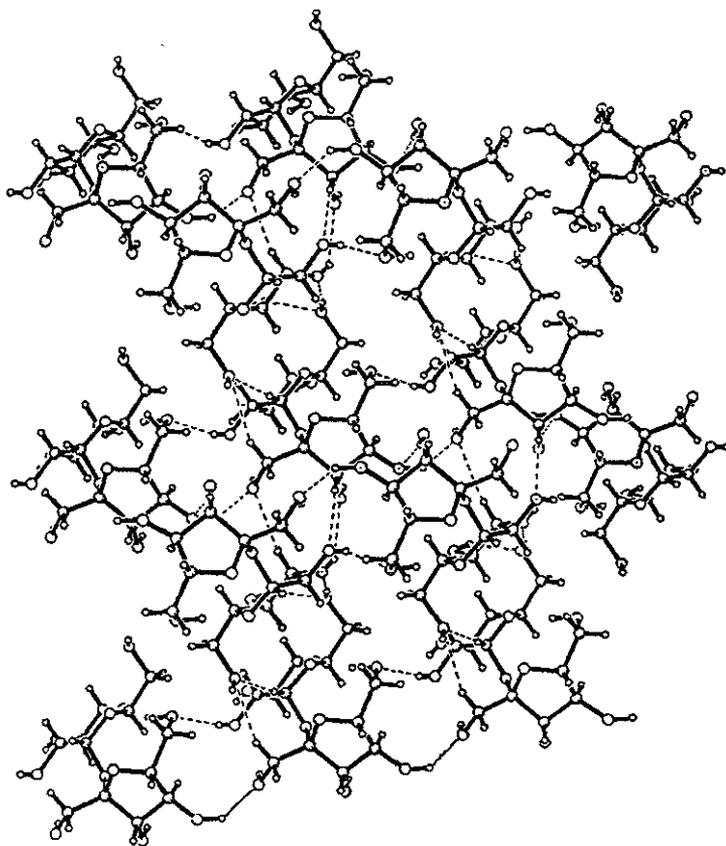


Figura 57. Red cristalina de la sacrosa obtenida a partir de rayos X.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

---

---

Peso molecular 342.3

Densidad calculada 1.592 Mg/m<sup>3</sup>

Coefficiente de absorción 1.243 mm<sup>-1</sup>

F(000) = 364

## 6. CONCLUSIONES.

## 6. CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo experimental del extracto alcohólico de *Asclepias contrayerba* se aislaron 2 compuestos, de los cuáles sólo se logró identificar un metabolito primario conocido como: sacarosa. Se hizo un aporte al acervo químico, ya que de la planta estudiada no se conoce informe alguno en el ámbito internacional, además de que la planta es la única en su género; que presenta sacarosa.

- Se considera de gran importancia continuar con su estudio químico ya que la cantidad de sacarosa obtenida no representa el porcentaje total de

## CONCLUSIONES.

---

---

esta, además de que en ella se encuentran otros compuestos que como se mencionó no lograron identificarse por presentarse en cantidades pequeñas.

Por tanto, es importante buscar un método apropiado de extracción de la sacarosa del espécimen estudiado con el fin de ayudar a estas comunidades en donde el clima es extremo, ya que representa un medio de energía bioquímica y bien pudiese ser incluido en su alimentación, ¿y por qué no?. También para su comercialización, ya que como se mencionó es útil no solo como endulzante, sino como; preservativo, agente antioxidante, granulante o de recubrimiento para tabletas entre muchos otros.

Es útil no solo en la industria farmacéutica, cosmética y alimenticia; sino que también constituye una alternativa real para el desarrollo de los países tercermundistas (sucroquímica), ya que por medio de ella se pueden obtener todos los compuestos obtenidos actualmente a partir del petróleo.

REFERENCIAS.

---

7. REFERENCIAS.

7. REFERENCIAS.

1. María del Carmen Anzures y Bolaños, *Importancia de las plantas Medicinales en la Historia de México*, Taller "La Herbolaria en México", UNAM, pp.- 17
2. Douglas Kighorn and Edward j. Kenelly, *Journal of Chemical Education.* , 206, 682-686, (1993).
3. Denise M. Hoster and Michael H.M.Nikita. *Journal of chemical Education.* 1986. Vol. 69. n° 4,330-333, 1987.
4. Dr. Adrian Vander, "*Plantas Medicinales*", Barcelona 1967. pp. 29-36.
5. Francis C. K. Chiu and Thomas, *J. Medical Chem*, 28, 508-525, (1985).
6. Armando Cáceres, *Rev. Mex: Mic.* , 7, 21-38, (1991).

- 
- 
7. Gladys Fonseca, *J. of Nat. Products*, 54, 860-862, (1991).
  8. Junzo Shoji. *Chem Pharm Bull.* 16(11), 2308-2310, 1968
  9. Junzo Shoji. *Chem Pharm Bull.* 16(11), 2310-2311, (1968).
  10. H. Allgeir. *Helv. Chim. Act.*, 51(4), 668-682, (1968).
  11. James N. Seiber; *Phytochem.*, 21, 2343-2348, (1992).
  12. Fumiko Abe, *Chem Pharm Bull*, 42; 1777-1783. (1994).
  13. Tsomuko Warashina; *Chem Pharm Bull*, 42, 322-326,(1994).
  14. Nakanishik Goto. "Natural Products". Chemical Academic Press Inc. New York, 1974, p.91.
  15. Sacarosa, "Enciclopedia Microsoft Encarta" 97, 1993-1996.
  16. Michael b. Sady. *J. Of products*, 54, 1105-1117,1995.
  17. David M. Piatac. *J. Of natural products*, 48, 470-475, (1985).
  18. Gordon G. Birch. *Chem. Aspects of Sweet.* 216, 1-13, (1987).
  19. Ernest Oertly and Rollin G. Miers. *XLL*, 6, 855-868, (1919).
  20. A. Wurtz, *Ann Chim. Phys.*, [3] 55, 410, (1857).
  21. A. Wurtz, *Ibid.*, [3] 55, 439, (1857).
  22. N. Grabowski and A. Saytzeff, *Ann.*, 179, 333, (1857).
  23. E. Flawitzki, *Ann.*, 179,351-353 (1875).
  24. Scheele, *Crell's, Ibid.*, 1, 99, (1784).

25. Beilstein, *Org. Chem.*, 1, 277 (1919)
26. G. Wagner, *Ber.*, 27, 2437, (1894).
27. G. Wagner, *Ibid.*, 21, 3349, (1888).
28. Conh, *Loc cit.*, 93, 123-412(1855).
29. Abderhalden, *Bioch. Handb.*, 2, 266 (1919).
30. A Kling, *Ann. Chim. Phys.*, [8] 5, 496 (1905).
31. A Wohl, *Ber.*, 41, 3609 (1908).
32. A. Wohl, *Ibid.*, 31, 1801-1391 (1898).
33. O. Piloty, *Ibid.*, 30, 3165 (1897).
34. A. Wohl y F. Franz, *Ibid.*, 35, 1908 (1902).
35. O. Diehls y E. Stephan, *Ibid.*, 42, 1788 (1909).
36. E. Abderhalden, *Bioch. Handb.*, 4, 403 (1907).
37. A. Streeker, *Ann.*, 75, 31 (1850).
38. C. Frideel y V. Nachuch, *Ann. Suppl.*, 2, 71 (1861).
39. A. Lipp, *Ann.*, 211, 360 (1882).
40. M. D. Slimmer, *Ber.*, 35, 400 (1902).
41. Tierfelder, "*Handbuch*" p.235, (1905).
42. Schmidt, *Pharm. Chem.*, 1, 460 (1905).
43. W. Sternberg, *Arch Anat. Physiol.*, 226-228 (1905).

- 
- 
44. Ficher y Blumentahal, *Ber.*, 40, 110 (1907).
  45. E. Fisher y Leuchs, *Ibid.*, 35, 3797 (1902).
  46. Ficher y Tiemann; *Ver.*, 27,142 (1984).
  47. C. Neuberg, *Ibid.*, 35, 4013 (1903).
  48. Millon, *Ann.*,47, 374 (1843).G.
  49. Bertoni, *Gazz. chim. Ital.*, 20, 373 (1890).
  50. Conh, *Loc cit.*, 20, 412 (1890).
  51. A. Wurtz, *Ann.*, 93, 120 (1855).
  52. W Hofmann, *Ibid.*, 68, 333 (1848).
  53. Fehling, *Handwörterbuch der chemie*, 6, 1273 (1919).
  54. L. Henry, *Ann. chim. phys.*, [4] 27, 247 (1872).
  55. Fehling, *Loc. cit.*, 4, 401 (1905).
  56. W. H. Perkinsen., *J. Chem. Soc.*; [2] 7, 260 (1869).
  57. A. Butlerow, *Jahresb.*, 1, 323 (1869).
  58. W. Stenberg; *Arch. F. Anat. Physiol.*, 1915, p 226.
  59. L. Henry, *Ann. chim. phys.*, [5] 30, (1883).
  60. Kolbe, 1, 601, (1905).
  61. A. Butlerow, *Compt. rend.*, 46, 595 (1858).
  62. Schmidt, *Pharm. Chem.*,1, 108.

63. L. Henry, *Compt. rend.*, 101, 599 (1885).
64. A. Borodine, *Ann.*, 126, 239 (1863).
65. A. Genther, *Ann.*; 105, 324 (1888).
66. W. Staedel y J. Denzel, *Ann.*; 195, 193 (1879).
67. M. Simpson, *Pharm. Zentralh.*, 27, 424.
68. Pierre y E. Puchot, *Ann.*, 163, 276 (1872).
69. A. Butlerow, *Ibid.*, 144, 42 (1867).
70. L. Henry, *Ann. chim. phys.*, [4] 27, 252 (1872).
71. A. Butlerow y M. Ossekin, *Ann.*; 144, 44 (1867).
72. L. Henry, *Bull. Belg.*; [3] 183.
73. E. Demole, *Ber.*, 9, 50 (1876).
74. Oser, *Jahresb.*, 1, 448 (1860).
75. M. Simpson, *Ann.*, 125, 102 (1863).
76. L. Henry, *Compt. rend.*, 98, 518 (1884).
77. E. Paterno y G. Pisati, *Jahresb.*, 1871, p. 508.
78. J. Pierre, *Jahresb.*, 1847, pp. 48, 686.
79. M. Simpson, *Ann.*, 127, 337 (1863).
80. C. Friedel, *Ann.*, 112, 236 (1859).
81. B. Tollens, *Ibid.*, 156, 165, (1870).

## REFERENCIAS.

---

---

82. L. Henry, *Bull. Belg.*, 2 37, 370.
83. Tomas Rodríguez Couro, Ena Lastra Bastar. *Nueva enciclopedia temática*, trigésima segunda edición, Impresora y editora mexicana S. A. de c. v. pp. varias.
84. Azúcar, *Enciclopedia Microsoft Encarta 97*. 1993-1996 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
85. Tomas Rodríguez Couro, Francisco López Reyes. *El nuevo tesoro de la juventud*, decimonovena edición, Editorial Cumbre.
86. Tomas Rodríguez Couro, Ena Lastra Bastar. *Enciclopedia ilustrada cumbre*, vigésimo sexta edición, Editorial cumbre, tomo 12. pp. varias.
87. William Boner . *Química Orgánica Básica*. Ed. Alhambra. Pp 3-80.
88. <http://www.asocaña.com.co/azúcar/verdades.sobre.el.azúcar.html>
89. <http://www.asocana.com.co/azúcar/mitos/html>.
90. <http://www.asocana.com.co/usos.de.la.sucrosa/html>
91. <http://www.asocaña.com.co/azúcar/el.azúcar.y.la.industria/html>.
92. Takashi Okasawa and Kasuo Okmoto. *The biochemistry of plants*, 3, 199-201, 1980.
93. Sugar, A user's guide to sucrose. Ed neil L. Pennington y Charles W. Baker. Published By Van Nostrand Reinhold , Newyork, Pp. 82-85.