

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA DIOSCOREA
COMPOSITA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
" QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO "

PRESENTA

SUSANA MARGARITA ARRIOJA GUERRERO

ASESOR DE TESIS:

M. EN C. ANGELA SOTELO L.

MEXICO, D. F.

30

1976



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.

CLAS Tesis 1977
ADD M-30 33
FECHA _____
PROG _____
0 _____



QUIMIO

PRESIDENTE: Ninfa Guerrero de Callejas
VOCAL: Enrique García Galiano
SECRETARIO: Angela Sotelo López
PRIMER SUPLENTE: Alejandro Garduño Torres
SEGUNDO SUPLENTE: Miguel Hernández Infante

SITIO DONDE SE DESARROLLA EL TEMA:

División de Estudios Superiores,
Facultad de Química, U. N. A. M.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE:

Susana Margarita Arrijo Guerrero Susana M Arrijo Guerrero

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS :

Angela Sotelo López Angela Sotelo López

A MI ESPOSO

Lic. Román Ortega Dávalos

Quien con su cariño, comprensión y apoyo ha sido de gran ayuda para el feliz termino de mi carrera.

A MI HIJA

Diana Genoveva

Quien ha traido multiples alegrías a nuestro hogar.

Y A MI HIJO(A)

PROXIMO A NACER

CON AGRADECIMIENTO Y CARIÑO A MIS PADRES:

Ma. Teresa Guerrero de Arrijoa

y

Dr. Manuel Arrijoa Lima

De quienes nunca me ha faltado comprensión y apoyo
y quienes no han escatimado en proporcionarme todo
para darme una carrera y verme feliz.

A MIS HERMANOS:

Ma. Elena Arrijoa de García
Ma. Guadalupe Arrijoa de Almengor
Ma. Teresa Arrijoa Guerrero
Gloria Arrijoa Guerrero
Yolanda Leticia Arrijoa de Gutiérrez
Luz María Arrijoa Guerrero
Araceli Arrijoa Guerrero

Manuel Arrijoa Guerrero
Jorge Arrijoa Guerrero
Miguel Ángel Arrijoa Guerrero
Alejandro Arrijoa Guerrero

Pues todos ellos han puesto su granito de arena
en lo que he realizado.

A MIS MAESTROS:

y a todos los que se dedican a tan bella labor, pues de ellos bienen los conocimientos que vamos adquiriendo desde nuestra más tierna edad, por los que llegamos a lograr algo en la vida y ser utiles a nuestros semejantes.

A MIS PARIENTES Y AMIGOS:

Por el apoyo recibido

A LA M. EN C. ANGELA SOTELO L.
A LA MAESTRA MARICELA PLACENCIA
Y AL DR. FRANCISCO GIRAL G.

EN AGRADECIMIENTO A LA
AYUDA PRESTADA Y AL INTEE
RES QUE MOSTRARON DURANTE LA
REALIZACION DE ESTE TRABAJO .

CAPITULOS

	<u>PAGINA</u>
I) OBJETIVO	1
II) INTRODUCCION	2
III) GENERALIDADES	
A) Historia y Geografía	4
B) Botánica y Taxonomía	5
C) Géneros usados como alimento	10
D) Economía agrícola	14
E) Factores de cultivo en la producción	15
F) Economía de la producción	16
G) Relativa importancia en las mejores especies	17
H) Consumo y uso como alimento	19
I) Referencias de consumo	21
J) Métodos de preparación para alimento	21
1. - Desintoxicación de la Dioscorea silvestre	23
K) Composición Química	24
1. - Contenido de humedad	26
2. - Almidón	
3. - Azúcares	27
4. - Proteínas y aminoácidos	29
5. - Minerales	32
6. - Vitaminas	32
7. - Constituyentes en menores cantidades	34
8. - Grasa	35
L) Valor nutricional de las Dioscoreas	35
M) Almacenamiento	36
N) Procesado	39
O) Constituyentes tóxicos y farmacológicamente activos	42
P) Relación sapogenina hormona	44
IV) PARTE EXPERIMENTAL	45
V) ANALISIS BROMATOLOGICO - Métodos	48
VI) RESULTADOS	61
VII) CONCLUSIONES	63
VIII) REFERENCIAS	65

I.-

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es conocer la composición química desde el punto de vista nutricional de las diferentes partes de la *Dioscorea composita*: hojas, rizomas y tubérculos. Así también de los residuos industriales después de la extracción de las saponinas empleadas en la industria de hormonas sintéticas; debido a que estos residuos representan un volumen grande de material orgánico que podría resultar según su composición, adecuado para alimentación animal.

II. -

INTRODUCCION

El barbasco en nuestro país es un material vegetal de gran importancia por el aprovechamiento que de él se hace para la extracción de sapogeninas esteroideas que contiene y que son la materia prima para la obtención de hormonas esteroideas sintéticas.

La industria farmacéutica ocupa sólo una pequeña parte de la planta, ya que, únicamente se aprovecha el rizoma, de sechándose parte del tubérculo y la porción aérea de la planta: tallos y hojas. Además como consecuencia del proceso de extracción se obtiene desecho del rizoma después de procesado. Por lo que al aumentar el volumen de la producción derivada de esta planta, proporcionalmente también se aumenta el volumen de sus desperdicios.

Es importante realizar un estudio Bromatológico que abra nuevos horizontes para el aprovechamiento de lo que hoy es un desperdicio, y de acuerdo a los elementos nutricionales

que contengan las partes de la planta a estudio, y la posibilidad de su aprovechamiento por parte de sus supuestos consumidores, se efectúe la elaboración de alimentos ya sea para el hombre o para el ganado.

Con esto, al mismo tiempo que se resuelvan problemas de alimentación, se disminuirán los costos en industria ya que hasta ahora tiene que pagar el precio total de la planta aprovechando sólo parte de ella.

III.-

GENERALIDADES

A) HISTORIA Y GEOGRAFIA.

Con el nombre genérico de barbasco, se conocen en el comercio rizomas de plantas muy diversas, y entre ellas es tán las especies: *Dioscorea rotundata* Poir., *Dioscorea cayenensis* Lam., *Dioscorea dumetorum* Pax., *Dioscorea hispida* Dennst., *Dioscorea alata* L., *Dioscorea opposita* Thumb., *Dioscorea japonica* Thumb., y *Dioscorea trifida* L., y otras especies de menor importancia.

El genero de *Dioscorea* es grandísimo, y se encuentra distribuido en la mayoría de las partes del mundo que van desde las regiones tropicales, con temperaturas altas, a las regiones templadas. Sin embargo casi todas las *Diosco*-*rea*s tropicales no presentan valor económico.

^{Es} También es digno de mencionar que las especies de *D.* - *opposita*, y *D. japonica* son plantas que presentan cierta importancia como alimento las cuales crecen en las regiones templadas de China y Japón. Estas especies, no

obstante, parecen ser de descendencia tropical derivados de la misma sección Enantiophyllum como muchas de la mayoría de las Dioscoreas tropicales que son comestibles.

III — Las pocas referencias históricas nos dicen que la Dioscorea fué cultivada hacia dos mil años a.c. en el sureste de Asia, y según estudios hechos por Chevolier (1) y Burkill (2) en la era del hombre paleotítico en el oeste del Africa, se encontraron que ya existían algunas variedades de Dioscorea y algunas de ellas podían ser aceptadas como alimento.

III — Algunos miembros de las Dioscoreas son mencionados como ingredientes de suministros médicos en los antiguos documentos médicos de China (antes de 2,000 a.c.). En tiempos pasados durante los largos viajes de los marineros y debido a su imposibilidad de ingerir vegetales verdes ó frutas frescas, consumían las Dioscoreas, y por ende sus propiedades antiescorbúticas. Además las Dioscoreas eran usadas como complemento alimenticio junto con la yuca en algunas familias, debido a su bajo precio, su facilidad para prepararla y a su gran contenido de carbohidratos. En el oeste de Africa se produce con

III — siderablemente más de la mitad de Dioscorea que en el mundo entero por lo que ha tomado un especial interés debido a su significado social y cultural que implica esta cosecha; sin embargo, actualmente la producción de Dioscorea como alimento se ha visto disminuída en el mundo entero, debido a su competencia con la cosecha de cereales.

B) BOTANICA Y TAXONOMIA.

I — El género Dioscorea fué clasificado por Linnaeus (3), y comprende la mayor parte de la familia Dioscoreaceae que contiene cerca de 600 especies. Las Dioscoreas son predominantemente plantas tropicales y se encuentran distribuidas en casi toda el área tropical excepto en las zonas áridas. Una pequeña cantidad de especies habitan las partes calientes de las zonas templadas, pero éstas son comparativamente las de más poca importancia económica.

Las Dioscoreas son angiospermas ó plantas floreadas, monocotiledoneas y algunas dicotiledoneas, las semejanzas que presentan nos hace pensar que están relacionadas con su ancestro Liliales.

El siguiente diagnóstico taxanómico realizado en 1951 por Burkill (4) menciona las características esenciales de la naturaleza de las plantas pertenecientes a esta familia:

Rizomas.- producen brotes anuales, con enroscamientos específicos, excepto en las especies enanas.

II Ninguno de los rizomas de las Dioscoreas es utilizado como alimento. El tubérculo, es más efectivo como órgano de almacenamiento que un rizoma, desde el punto de vista de la planta misma y además posee mayor valor nutritivo.

Tubérculo.- se renuevan anualmente, y consisten principalmente en un tejido portador de almidones, cubierta por una corteza, mientras que por el centro de los tubérculos corren muchos conductos vasculares.

Casi toda la sección *Emamtiophyllum* de las Dioscoreas, incluyen la mayoría de las principales Dioscoreas usadas como alimento, producen un solo tubérculo en una estación, ó cuando

mucho dos ó tres; y con estas especies es esencial usar como medio de propagación los tubérculos cortados.

Hojas.- pecioladas, usualmente alternadas, también simples, palmadas, lobuladas ó compuestas.

Bulbos.- muchas especies de Dioscorea producen bulbos en las axilas de las hojas y crecen anualmente.

Flores.- todos los miembros del género Dioscorea son dioicas, generalmente pequeñas, verdosas y obscuras, pero por lo común son fuertemente aromáticas y entomophilous. Las flores nacen en las axilas de las hojas, dispuestas en racimo-espiga, con un ovario de tres cavidades, seis estambres y un perianto de seis hendiduras que hace las veces de caliz. Sus flores masculinas y femeninas normalmente nacen en plantas separadas (dioicas).

Fruto.- Capsulares, usualmente membranosos con semillas aladas y con albúmen carnoso o cartilaginoso.

Semillas.- usualmente aladas y en pocas especies de Diocorea sin alas, endospermo duro, embrión en una bolsa marginal.

Tallos.- los tallos son renovados anualmente. Tanto el tallo como las raíces, se desarrollan de rizoma o el rizomatous "cabeza" final del tubérculo al comenzar el periodo de crecimiento, y mueren por ataque de plagas de insectos y roedores en su vida latente. Entre la dioscoreas de mayor importancia como plantas alimenticias tenemos - aquellas de la sección de Enantiophyllum por ejemplo *D. alata*, *D. cayenensis*, *D. opposita*, *D. japonica* y *D. rotundata* en las cuales gira su tallo hacia la derecha; ya que son enredaderas, y por lo tanto incapaces de soportar su propio peso.

C) GENEROS USADOS COMO ALIMENTO

LAS SIGUIENTES ESPECIES DEL GENERO DIOSCOREA Y
GENEROS RELACIONADOS, SON USADOS COMO ALIMEN
TO (5):

<u>G E N E R O</u>	<u>LUGAR</u>
D. abyssinica Hochst (Enantiophyllum)	Urganda
D. aculeata L. = D. esculenta (Lour) Burk	
D. adenocarpa Mart. (Dematostemon)	
D. alata L. (Enantiophyllum)	Asia
D. analalavensis Jum. et Perr. (Brachyandia)	
D. antaly	
D. atropurpurea Roxb. = D. alata L.	
D. batatas Decne. = D. opposita Thunb.	
D. brasiliensis Willd. = D. trifida L.	
D. bulbifera L. (Opsophyton)	Asia, Africa
D. cayenensis Lam. (Enantiophyllum) =	Oeste de Africa
D. colocasifolia Dalz. non Pax.	
D. daemona Roxb. = D. hispida Dennst.	
D. dawei de Wild = D. schimperiana Hochst.	
D. dodecaneura Vell. (Lasiogyne)	Sur y Centro América
D. elephantipes (L'Her.)Engl.(Testudinaria)	Sur de Africa

Page 44

G E N E R O	LUGAR
D. <i>esculenta</i> (Lour.) Burk. (Combilium)	Africa, Indochina, los Trópicos
D. <i>fasciculata</i> Roxb. = D. <i>esculenta</i> (Lour.) Burk.	
D. <i>fulvida</i> Stapf. = D. <i>schimperiana</i> Hochst.	
D. <i>glabra</i> Roxb. (Enantiophyllum)	
D. <i>hamiltonii</i> Hook. (Enantiophyllum)	Sureste de Asia
D. <i>hastata</i> Miége (Enantiophyllum)	Oeste de Africa
D. <i>hastifolia</i> Nees. (Enantiophyllum)	Oeste de Australia
D. <i>hispida</i> Dennst. (Lasiophyton)	
D. <i>hoffa</i> Cordemoy = D. <i>bulbifera</i> L. (forma Madagascana)	
D. <i>japonica</i> Thumb. (Enantiophyllum)	Japón, China, Europa
D. <i>kamoonensis</i> Kunth. (Lasiophyton)	Siam, centro y sur de China
D. <i>lanata</i> Balfour. = D. <i>schimperiana</i> Hochst.	
D. <i>latifolia</i> Benth. (Opsophyton)	
D. <i>laurifolia</i> Wall. (Enantiophyllum)	Malaya
D. <i>lecardi</i> de Wild. (Enantiophyllum)	Oeste de Africa
D. <i>liebrechtsiana</i> de Wild. (Enantiophyllum)	Africa Tropical
D. <i>luzonensis</i> Schauer. (Enantiophyllum)	
D. <i>minutiflora</i> Engl. (Enantiophyllum)	Africa Tropical
D. <i>nummularia</i> Lam. (Enantiophyllum)	
D. <i>opposita</i> Thumb. (Enantiophyllum)	China, Japón, Europa

G E N E R O	LUGAR
D. oppositifolia Campbell. = D. bulbifera L.	
D. orbiculata Hook. (Enantiophyllum)	Malaya
D. ovinala Baker. (Pachycapsa)	Madagascar
D. pentaphylla L. (Lasiophyton)	
D. piperifolia Humb. et Bonpl. (Centrostemon)	Brasil
D. piscatorum Prain et Burk. (Paramenocarpa)	Malaya
D. polyclades Hook. (Enantiophyllum)	Malaya
D. praehensilis Benth. (Enantiophyllum)	
D. prainiana Knuth. (Enantiophyllum)	
D. preussii Pax. (Macrocarpaca)	
D. purpurea Roxb. = D. alata L.	
D. pynaertii de Wild. (Enantiophyllum)	Africa
D. quartiniana A. Rich. (Lasiophyton)	Africa
D. rotundata Poir. (Enantiophyllum)	Guinea
D. sansibarensis Pax. (Macrourea)	Africa
D. sansiberica Engl. = D. sansiberensis Pax.	
D. sativa Beatson. = D. alata L.	
D. sativa Thumb. = D. bulbifera L.	
D. shimperiana Hochst. (Asterotricha)	Este y Centro de Africa.
D. smilacifolia de Wild. (Enantiophyllum)	
D. soso Jum. et Perr. (Brachyandra)	

<u>GENERO</u>	<u>LUGAR</u>
<i>D. sylvestris</i> de Wild. = <i>D. bulbifera</i> L.	
<i>D. trifida</i> L. (<i>Macrogynodium</i>)	
<i>D. trifoliata</i> Grisebach. (<i>Trifoliatae</i>)	Norte y Sur América
<i>D. triphylla</i> L. = <i>D. hispida</i> Dennst.	
<i>D. zanzibarensis</i> = <i>D. sansibarensis</i> Pax.	
<i>Helmia bulbifera</i> Kunth = <i>D. bulbifera</i> L.	
<i>Onchus esculentus</i> Lour. = <i>D. esculenta</i> (Lour.) Burk.	
<i>Rojania cordata</i> L.	Caribe
<i>Tamus communis</i> L.	Europa
<i>Testudinaria elephantipes</i> (L'Her.) Lindl. =	
<i>D. elephantipes</i> (L'Her.) Eckl.	

D) ECONOMIA AGRICOLA.

El cultivo de una cosecha para alimento es básicamente un proceso que explota la interacción de la energía y la luz solar, con el bióxido de carbono de la atmósfera, el agua y los nutrientes del suelo; por medio de los procesos metabólicos, para la producción de las cosechas de plantas alimenticias que consume el hombre.

IV — En la zona tropical se obtienen Dioscoreas de una menor calidad a las cosechas de zonas templadas, a pesar de que en las regiones tropicales reciben una mayor cantidad de energía solar.

IV — La Dioscorea cuando es trillada contiene una gran porción de agua, en unas dos terceras o tres cuartas partes de su peso total, de tal manera que el rendimiento del verdadero material alimenticio será de solamente una cuarta ó una tercera parte del peso total obtenido en el trillado. También se debe tomar en consideración que la pérdida de peso durante el pelado del tubérculo es muy alto, por lo tanto reduce la cantidad utilizable de alimento que se produce en la cosecha.

Además, cuando se considera la Dioscorea para producir alimento humano debe de tomarse en cuenta que una proporción notable de la cosecha deberá ser reservada como material de propagación o sea semilla.

E) FACTORES DE CULTIVO EN LA PRODUCCION.

La producción de material utilizable de la cosecha de la planta, puede ser obtenido dependiendo de un gran número de factores, los cuales pueden variar independientemente. Entre los factores más importantes se encuentran:

- 1.- La producción potencial básica de las especies y variedad que es generalmente controlada.
- 2.- La calidad del material usado para la propagación (se usa de preferencia la semilla).
- 3.- La cantidad de material plantado por unidad de área de siembra.
- 4.- La calidad del suelo, la cual puede ser modificada por fertilizantes y otros tratamientos.
- 5.- La suficiencia y regularidad de la suplementación de agua.

- 6.- El grado de insolación.
- 7.- Competencia del yerbajo y la cosecha, por el agua y nutrientes minerales.
- 8.- Ataque de insectos y enfermedades, vgr. chinches, nemátodos, hongos, virus. Esto sucede en áreas que son principalmente pantanosas.

F) ECONOMIA DE LA PRODUCCION.

Poco se sabe acerca de los costos, eficiencia y de la ganancia del cultivo de la Dioscorea. La Dioscorea tiene a su vez relativamente poca capacidad de asimilación cuando se compara con otras cosechas de plantas tropicales. En el oeste de Africa donde la Dioscorea se cosecha como fuente de dinero de pequeños granjeros (que cultivan de doce a veinte acres), la labor utilizada se aproxima a las dos terceras partes del total de los costos de la producción, debido a la cantidad de acres y labor requerida, que se utiliza para producir un material comestible actualmente seco en un grado considerable. Pueden existir nuevas formas de producción con alto contenido de proteína, si prueban ser aceptables para ser consumidas, siendo así una contribución substancial de proteína en la nutrición.

Página 44 Libro
V
G) RELATIVA IMPORTANCIA EN LAS MEJORES ESPECIES.

Entre las variadas especies de Dioscorea que son de gran interés desde el punto de vista botánico y económico las de mayor importancia como fuente de alimento son:

- D. alata L. (sección Enantiophyllum)
- D. cayensis Lam. (Sección Enantiophyllum)
- D. rotundata Poir. (Sección Enantiophyllum)
- D. japonica Thumb. (Sección Enantiophyllum)
- D. esculenta (Lour.) Burk (Sección Combilium)
- D. bulbifera L. (Sección Opsaphyton.)
- D. trifida L. (Sección Macagynodium)
- D. dumetorum (Kunth) Pax. (Sección Lasiophyton)
- D. hispida Dennst (Sección Lasiophyton)

VI
Las tres primeras son especies muy similares de Enantiophyllum y son las más importantes económicamente. En el oeste de Africa han crecido casi en su totalidad, excluyendo D. esculenta, D. bulbifera y D. trifida. Con el tiempo D. dumetorum y otras especies de menor importancia, reciben una pequeña atención en cultivación. En el sureste de Asia y áreas de Australia y Oceanía, D. alata es la especie que se cultiva con preponderancia; sin embargo las tres especies, crecen extensamente, al igual que en el área del Caribe donde tienen

un área considerable de cultivo desplazando las especies indígenas Americanas.

En la región Oceano-Asiática pueden ser observadas como las especies predominantes, y se produce un poco menos de la cuarta parte de la cosecha de Dioscorea en el mundo. Una cantidad considerable de la cosecha, la compone *D. esculenta*, *D. bulbífera* y otras especies de menor importancia.

El Oeste de África es el lugar de mayor crecimiento de Dioscorea en el mundo, cultivando: *D. alata*, *D. rotundata* y - - *D. cayenensis*.

Desde un punto de vista global, puede afirmarse que *D. rotundata* constituye la cosecha de alimento más amplia, íntima, e imparcialmente seguida por *D. alata* y *D. cayenensis*, aunque estas dos son consideradas inferiores en el oeste de África, por lo que con el tiempo no se ha llevado a cabo una gran distribución mundial de *D. alata*.

Algunas formas no tóxicas de *D. dumetorum* son cultivadas en el Oeste de África y este de Nigeria.

VI
— En Asia se cultiva *D. hispida* en sus formas no tóxicas.

D. opposita y *D. japonica* se cultivan en China, Japón y Europa.

— *D. trifida* en Ceylán, afuera de la región del Caribe.

H) CONSUMO Y USO COMO ALIMENTO.

VII
La producción actual agrícola de *Dioscorea*, en un área particular, no está en relación con la cantidad que actualmente se dispone como alimento para la población de la comarca. Por eso se toman en cuenta dos factores para explicar esta discrepancia.

El primero, es la pérdida por almacenamiento, ya que las *dioscoreas* son almacenadas por largos períodos (de una recolecta a otra suelen ser de 6 meses), también se toma en cuenta los ataques que sufre por insectos, roedores y pérdidas por respiración de los tubérculos en estado latente durante su almacenamiento; esas pérdidas pueden ser del 10% en 3 meses, al 20% en 5 meses. Cuando hay rotación de tubérculos comúnmente se doblan las cifras o sea se -

VII
pierde 20% en 3 meses.

Segundo, no todas las partes del tubérculo se consumen, como por ejemplo: al pelar el tubérculo antes de ser usado como alimento se pierde del 10 al 15% de peso.

En el trópico especialmente en Europa y Norteamérica la Dioscorea es comparada comunmente con la papa, y realmente es disponible para ser utilizada como alimento más extensamente por los grupos de bajos recursos económicos, debido a su bajo costo.

VIII
En la antigüedad, en las áreas rurales, particularmente la zona de Dioscorea ocupa una posición fija y considerable, debido a su importante fijación de almidón. Entre más rápido aumentan los elementos de la población urbana, la Dioscorea tiende a ser más cara si se le compara en especial con otros alimentos carbohidratados. En el oeste de Africa es considerada como "alimento de los ricos". A la par, en las remotas áreas rurales del oeste de Africa, también es un importante simbolo de nivel social.

I) REFERENCIAS DE CONSUMO.

Como se había indicado con anterioridad, el lugar donde la Dioscorea es preferida sobre otros alimentos como maíz, yuca, arroz, es en el oeste de Africa, según datos recolectados en las estadísticas que originalmente se publicaron - por Johnston (6), a pesar de que el arroz es por supuesto superior en valor nutritivo a la Dioscorea, está lejos de competir con ésta.

La Dioscorea puede ser preparada para su consumo por metodos tradicionales, sin ningún esfuerzo, en casa, ya sea como el pan o como el arroz.

J) METODOS DE PREPARACION PARA ALIMENTO.

Los tubérculos de la Dioscorea deben ser cocidos en cualesquiera de las formas convencionales, tal como las adoptadas con otras raíces ó cosechas de tubérculos por todo el mundo, tales como: hervidas, asadas ó fritas.

La Dioscorea hervida es usualmente preparada pelando los tubérculos, removiendos las porciones dañadas ó podridas y

la cabeza final, la que es comunmente dura e insípida. Se corta en piezas de una medida conveniente y se hierve hasta que esté blanda. Usualmente en el caso de los tubérculos largos de las Dioscoreas de la sección *Enantiophyllum*, la ebullición necesita ser de preferencia más prolongada de lo que se necesita para otros tubérculos como las papas y los ca motes.

Otra forma de consumo es: algunas piezas de Dioscorea pueden ser fritas con cualesquier aceite de cocina (en el oeste de Africa usualmente se usa el aceite de palma), de la misma ma nera que son preparadas las hojuelas de papa, pero se obtienen mejores resultados, si anteriormente fueron hervidas y se sos tienen fuera del agua usada para hervir, antes de freirlas.

Otra de las formas de consumir la Dioscorea es una forma de potage y para obtener ésto, se mezcla la Dioscorea hervida y cortada, con aceite, carne ó pescado y especias.

También se pueden hacer croquetas y pasteles.

La Dioscorea se utiliza poco como alimento para animal; sin embargo en algunas pequeñas áreas rurales y familias donde

tienen caballos y cabras se les alimenta con ésta. El pelado y desechos usados en casa son usualmente de hecho dados como alimento al ganado.

1.- DESINTOXICACION DE LA DIOSCOREA SILVESTRE.

VIII
La mayoría de las especies de Dioscoreas silvestres referidas con anterioridad que han sido utilizadas como alimento durante escacés sufren de una severa desventaja, que es el contenido de tóxicos en menor o mayor grado.

Los alcaloides dioscorina se liberan en agua, en algunos casos los tubérculos crudos son remojados, en otros casos son rebanados, cocinados y triturados ó macerados antes de remojados. Algunas veces se hacen pasar por una corriente de agua caliente o fría pero en todos los casos la extracción de alcaloide es con agua.

Prueba contra la desintoxicación.- Consiste en administrar una pieza de la Dioscorea preparada a gallinas y observar su efecto.

IV
K) COMPOSICION QUIMICA. -

Los tubérculos de todas las Dioscoreas, presentan valor económico como porción comestible, ya que contienen reservas alimenticias de la planta, principalmente en la forma de almidón. En algunos casos como en la D. bulbifera, los tubérculos aéreos ó bulbillos que se forman en las axilas de las hojas, son la parte usada como alimento. Organolépticamente ambos tipos de tubérculos son similares, aunque las partes aéreas son usualmente más pequeñas.

En el caso de algunas de las Dioscoreas pertenecientes a la sección Enantiophyllum, en especial a D. cayenensis y D. rotundata, cuyo extremo o cabeza final del tubérculo es usualmente duro, maderable e insípido, es comunmente removido cuando se preparan las Dioscoreas, sin embargo esta porción no es parte del tubérculo del todo, sino más bien es un rizoma degenerado. Todas las Dioscoreas comestibles son especies en las que el tubérculo crece anualmente. Aquéllas en la que es perenne solamente se consume la parte más joven del tubérculo. La porción del tubérculo normal que es utilizable como alimento es naturalmente muy variable, ya que varía entre especies y aún entre variedades.

IX —
Desde el punto de vista nutricional, las Dioscoreas comestibles son al igual que otras raíces o cosechas de tubérculos, esencialmente almidones o alimentos carbohidratados y con alto contenido de agua. Su función principal en la dieta alimenticia es su aportación de calorías, aunque también es fuente de ciertas vitaminas.

El contenido de carbohidratos consiste principalmente de almidón, con pequeñas cantidades de azúcares, usualmente menos del 1%. Proteína (N total x 6.25) es baja, alrededor del 2%. Fibra cruda y cenizas varían indistintamente, pero generalmente son similares en todos los tubérculos. Los nutrientes casi en su totalidad se ven afectados con la edad de la planta y el uso de fertilizantes, como se observó en *D. rotundata* (7).

En las partes finales de la planta o colas se encontró que tienen un contenido de humedad aproximado al 15%, mayor que el valor mínimo dentro del tubérculo, lo que ocurre en la cabeza final, o en algunas ocasiones cerca de la cuarta parte a lo largo del tubérculo de la cabeza. Estas normas de distribución se presentan como independientes de la humedad total en el tubérculo.

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD.

IX — *Clasificación de H*
Varía entre una especie y otra, y aún entre la misma especie.

Además presentan considerables diferencias entre una y otra parte individual del tubérculo, de tal manera que las diferencias de humedad obviamente afectan en gran cantidad el valor nutritivo del peso dado de la Dioscorea y el contenido de materia seca del material en estudio. Esto debe de tomarse en consideración en todo trabajo dietético.

El contenido de humedad, varía durante el crecimiento o desarrollo de la planta y durante el período de latencia. Según análisis efectuados por Clemente (8), un número de variedades fué analizado 2 meses después y 2 meses antes de su madurez, y se encontró que durante éste período tiende a descender el contenido de humedad.

Durante el almacenamiento de los tubérculos en estado latente, solamente se presenta una leve disminución del contenido de humedad. La pérdida de agua de los tubérculos en estado latente por transpiración, procede ligeramente un poco más rápida, que la destrucción de la materia húmeda por respiración.

IV
2.- ALMIDON.

Los almidones de las Dioscoreas consisten principalmente de amilopectinas o sea almidón ramificado. Los granos individuales de almidón de las diferentes especies varían notablemente en cuanto a medida y forma.

De acuerdo con Seidermann (9), pueden ser clasificados en cuatro grupos a continuación:

- 1.- Almidón conteniendo muchos gránulos bastante largos, óvalos o forma de huevo, alargadamente redondeados y algunas veces con un lado aplanado. vgr. *D. alata*, - *D. rotundata*, *D. opposita*.
- 2.- Almidón conteniendo muchos gránulos bastante largos, de forma triangular redonda, algunas veces alargados, raramente de forma trapezoidal. vgr. *D. bulbifera*, *D. cayenensis*.
- 3.- Todos los gránulos pequeños, redondos y poliédricos, algunas veces complejos, como un ensamblado de muchos gránulos pequeños. vgr. *D. esculenta*, *D. hispida*, *D. dumetorum*.

4.- Todos los gránulos pequeños de forma redonda, comunemente unidos junto a una o más superficies. vgr. *D. digitata*, *D. sinuata*, *D. belizensis*. Estos almidones son muy similares a los almidones de la yuca y del camote.

Las viscosidades que presentan los granos de almidón son relativamente bajas menos en *D. rotundata*.

Los almidones crudos de diversos tubérculos de *Dioscorea* fueron hidrolizados *en vitro* con α -amilasa para estudiar su digestividad, y se vió que era de aproximadamente 150 mg. de azúcar reducida producida de 1 g . de almidón en 24 hrs. (10).

3.- AZUCARES.

~~IX~~ El contenido de carbohidratos en el tubérculo de *Dioscorea batatas* es alto en la parte mediana ó interior y menor en la parte baja del final. El contenido de carbohidratos y agua varía entre 11 y 25% y entre 67 y 85% respectivamente, dependiendo de las condiciones de crecimiento (11).

Por los métodos del solvente externo, hidrólisis, cromatografía en papel y electroforesis se ha demostrado que en la pulpa de las

especies de Dioscoreas se encuentran presentes glucosa, sacarosa y oligosacáridos junto con un contenido de polímeros de almidón, conteniendo también trazas de galactosa y ácido urónico y una glicogalactana. Tal parece que los monosacáridos y disacáridos son intermediarios de la ruptura metabólica del principal componente, almidón (12).

El contenido de azúcar es menor de 1% y en algunos casos un poco mayor, cerca del 2%.

Bernier (13) reportó la presencia de cantidades iguales de glucosa y galactosa en el mucílago del tubérculo de las especies del oeste de Africa y del grupo de Enantiophyllum.

Cuando los tubérculos de Dioscorea son mantenidos en almacenamiento y pasado el tiempo normal de plantados, desarrollan un sabor dulce anormal debido a la acumulación de los azúcares en los tejidos.

4.- PROTEINAS Y AMINOACIDOS.

La proteína total en 38 Dioscoreas cultivadas y determinadas por

el método de Kjeldahl y su composición de aminoácidos determinados por hidrólisis a altas temperaturas y cromatografía de gases han sido reportados. (14)

IX
Se pudo observar que las proteínas de casi todas las especies en el tubérculo varía del 1 y 2% y en cuatro de las especies fueron en Lisina, mientras que proteínas de todas las especies fueron deficientes en metionina y especialmente cisteína.

Las raíces y tubérculos tropicales de algunas dioscoreas contienen de 0.1 a 1.1 g. de triptofano/100g. de proteína. (16)

Las hojas del tubérculo contienen una cantidad no mayor de 30g. de proteínas/ 100g. de materia seca, estas proteínas son ricas en lisina. (17).

Por consiguiente para obtener dietas balanceadas que contengan - estos tubérculos y hojas requieren de una suplementación proteica de otras fuentes.

T A B L A I

COMPOSICION DE LAS PROTEINAS DE LAS DIOSCOREAS

g / 100 g. proteína.

<u>ACIDO</u>	<u>VARIEDAD KREngle</u>	<u>VARIEDAD N'ZA</u>
Aspargina	10.5	20.0
Glutamina	13.3	21.0
Arginina	9.9	15.3
Leucina	6.4	5.6
Serina	4.7	7.8
Glisina	3.3	6.2
Lisina	4.4	6.1
Alanina	4.1	5.1
Prolina	4.2	4.1
Fenilalanina	4.7	3.9
Valina	4.1	3.7
Treonina	3.4	4.3
Iso-leucina	3.7	2.9
Tirosina	3.0	2.4
Histidina	1.9	2.3
Metionina	1.8	1.0
Cisteína	1.1	-
Triptofano	1.0	-

5.- MINERALES.

IX
Varía entre las diferentes especies y variedades de Dioscoreas, pero en general contienen cantidades substanciales de materia mineral, sin llegar a ser nocivas.

La raíz y las hojas de D. composita denotan la presencia de: Cloruros, sulfatos, carbonatos, sodio, potasio, hierro, calcio y magnesio. (18)

6.- VITAMINAS.

De los constituyentes de menor cantidad de los tubérculos de las Dioscoreas, y entre los más importantes se encuentran esencialmente las vitaminas. La Vitamina C., se le encuentra en cantidades suficientes para hacer mejores contribuciones a la nutrición humana en áreas donde la Dioscorea es extensamente consumida. En el tubérculo se encontró que las mayores concentraciones de ácido ascórbico ocurren cerca de la cabeza final y también justo debajo de la cubierta de ésta.

El contenido de ac. ascórbico de los rizomas de diversas especies de Dioscoreas mexicanas oscila entre 96 y 123.5mg. por kg. de substancia seca. (19)

El tubérculo contiene 5mg./100g de vitamina C reducida y la pérdida de vitamina C durante el secado es muy baja. (20)

En estudios realizados en *D. alata* y *D. trifida*, se observó que se pierde rápidamente la vitamina C durante su almacenamiento, o sea se reduce más de la mitad el valor inicial en el curso de pocas semanas (18).

Otros autores han observado que la retención de vitamina C durante la cocción de la dioscorea es buena.

RETENCION DE ACIDO ASCORBICO DURANTE LA COCCION DE LA DIOSCOREA (21)	
	VITAMINA C REMANENTE
Hervir (sin pelar)	95%
Freir (en aceite de palma)	93%
Tostado o batido	85%
Hervir (después de pelar)	65%

Las Dioscoreas tienen además 20 UI de vitamina A/ 100g y 0.1 mg de tiamina/ 100g, 0.03 mg. de riboflavina/100g, 0.4 mg de nicotinamida/100g.

D. cayensis probablemente debe su color amarillo a carotenos,
D. composita contiene flavinas en sus hojas y raíz (18).

— No se encuentran otro tipo de vitaminas en cantidades significativas.

7.- CONSTITUYENTES EN MENORES CANTIDADES.

Muchas especies, especialmente las silvestres, las que son raramente usadas para alimento son mejores en sabor, pero sin embargo, tienen un efecto astringente cuando son comidas.

Los tubérculos de muchas variedades de Dioscoreas contienen grandes cantidades de mucílago. La composición de éste, aún no se ha determinado y no hay información real disponible de su incidencia en diferentes variedades. La presencia del mucílago proporciona cualidades al cocimiento de los tubérculos.

Las hojas y raíz de la D. composita contienen resinas, esencias, taninos, ac. succínico, málico, tartárico, saponinas, oxalato de calcio. Hay ausencia de ácido cianhídrico. (18).

8.- G R A S A.

Las hojas y raíz de la D. composita presentan: 8.56% de materia soluble en eter de petróleo con un punto de fusión de 40-41°C. 2.20% de materia soluble en eter sulfúrico. 11.83% de materia soluble en alcohol absoluto. (18)

XL L) VALOR NUTRICIONAL DE LAS DIOSCOREAS.

Como se mencionó anteriormente las Dioscoreas juegan un papel importante en las dietas de muchas regiones tropicales, especialmente el oeste de Africa. Según estudios hechos sobre población, estadísticas de agricultura y consumo directo, indican que el consumo de Dioscorea es comunmente del orden de 0.05-1 kg por cabeza/día. En muchos casos la cantidad tomada puede ser considerada más alta.

Como otras raíces y cosechas de tubérculos las Dioscoreas son usualmente utilizadas como fuente de producción de almidones o alimentos carbohidratados, que suplen las calorías en las dietas, siendo ésta su principal regla dietética.

El total de las cantidades iguales de constituyentes menores, tomadas, deben de ser suficientemente altas para darnos contribu

ciones apreciables en la nutrición del consumidor. Estas contribuciones anotadas en la tabla no.2 están expresadas en valores absolutos, también en porcentajes de las cantidades que deben tomarse diariamente, recomendada por la Asociación Médica Inglesa (British) para hombres adultos de trabajo medio.

Esta tabla indica que en adición a su valor calórico, las Dioscoreas cuando son consumidas como un alimento también son fuentes altamente significativas de fierro, tiamina y especialmente vitamina C con sus propiedades antiescarbúticas y en menor, pero también útiles, fuente de proteína, calcio, riboflavina y ácido nicotínico.

En particular debe notarse que la Dioscorea posee un valor nutricional más bajo que la papa pero superior al de la yuca.

M) ALMACENAMIENTO.

Una gran proporción de la cosecha de Dioscorea tiene que ser almacenada, debido a que no se consume inmediatamente después de ser recolectada, siendo este almacenamiento algunas veces hasta de una recolecta a la siguiente.

T A B L A 2.

VALOR NUTRICIONAL DE 1 Kg. DE DIOSCOREA DIARIO. (22)

	Composición supuesta	Cantidad Consumida	
		Total	Porcentaje de la cantidad recomendada por BMA (*)
Calorías	(**) 1 cal/g	1,000 cal	33 (***)
Proteínas	2%	20g	23
Calcio	15mg/100g	150mg	19
Fierro	1mg/100g	10mg	84
Vitamina A	Trazas	Trazas	Trazas
Tiamina	0.1mg/100g	1mg	84
Riboflavina	0.03mg/100g	0.3mg	17
Acido nicotínico	0.4 mg/100g	4mg	33
Vitamina C	5mg/100 g	50mg	más de lo recomendado
Vitamina D	?	Trazas	Trazas

(*) BRITISH MEDICAL ASSOCIATION.

(**) Corresponde al 75% de contenido de humedad; en la práctica el contenido de humedad es usual y probablemente ligeramente - más bajo, y el valor calorífico 1.1 - 1.2 cal/g.

(***) Tomando en consideración un requerimiento de 3,000. En los trópicos, es posiblemente alto.

Los tubérculos son almacenados en su condición natural al igual que las papas u otras cosechas de raíces y en el oeste de Africa se almacenan algunas veces como harina.

Las Dioscóreas no necesitan protegerse del frío durante su almacenamiento.

Durante el almacenamiento se producen pérdida del 10 al 15% del peso en los tres primeros meses, y después de los seis meses la pérdida debe ser mayor del 30% o aproximada del 50%. Esta disminución de peso no se debe únicamente a la pérdida de agua, sino que intervienen otros factores como lo son:

- 1) Proceso físico, incluye solamente daños mecánicos tales como ruptura, trituración o abollamiento.
- 2) Proceso autolítico.- cambios químicos o bioquímicos en el producto debido a la interacción entre las partes del material o entre éstas y la atmósfera u otros elementos inorgánicos involucrados.
- 3) Ataque de insectos y artrópodos dando una destrucción total o parcial.

- 4) Ataque microbiológico (hongos y bacterias).
- 5) Ataque de roedores.

A temperatura menor de almacenamiento la pérdida por respiración es menor, por lo que se aconseja una temperatura cerca de 15°C, en la cual, el proceso de daño por congelación puede ocurrir, pero el rango del proceso metabólico y las pérdidas de almacenamiento son reducidas satisfactoriamente.

N) PROCESADO.

Harina de Dioscorea.- Este producto es manufacturado en grandes cantidades en el oeste de Africa y es virtualmente el único producto procesado de la Dioscorea.

Para preparar la harina, los tubérculos de la Dioscorea se deben mondar y rebanar con un espesor de 1cm. aproximadamente, las rebanadas son secadas al sol hasta que el contenido de humedad se reduce notablemente. En algunos casos las rebanadas son hervidas ó parcialmente hervidas antes de secarse al sol, dandonos un producto más agradable al paladar además de reblandecer los tejidos considerablemente.

La harina de Dioscorea se hace usualmente de tubérculos de Dioscorea de calidad inferior o que poseen formas peculiares ó de aquellos que han sido bastante dañados durante la cosecha o atacados por insectos o roedores.

XI
Proceso Industrial.- La industrialización de la Dioscorea no ha sido muy extensa, debido a que solamente se ha usado con fines farmacéuticos para la producción de esteroides y cantidades limitadas para la producción de almidón.

Se ha reportado (Clemente (23) que algunas formas de D. - alata de color púrpura-carne han sido incorporadas a mezclas de helados impartiendo un color y sabor agradable.

En Australia la fermentación de la Dioscorea ha sido usada como fuente de alcohol industrial. Un informe reciente ha sugerido que aparte de obtener la fermentación total para producir alcohol industrial, el licor hidrolizado de la Dioscorea puede ser usado ventajosamente bajo las condiciones del oeste de Africa, como un aditivo para el mosto de fermentación, así como algunos de los componentes de tal licor con alto contenido en saponinas, infiriendo estabilidad a la espuma de la cerveza producida.

Otra posibilidad de industrialización de la Dioscorea es la producción a escala industrial de un tipo de harina de Dioscorea, que se reconstituye con la simple adición de agua caliente "Producto Instantaneo" (24).

En Corea se efectuaron ciertos experimentos para desarrollar alimentos hechos con D. batata, éste consiste en hacer vino de Dioscorea-arroz, el cual resultó ser superior al vino de arroz en cuanto a color, sabor y concentración alcohólica pero sin embargo pierde algo de valor debido a su acidez. Otro experimento hecho con diferentes fuentes: Dioscorea, soya-trigo, Dioscorea-soya, dieron como resultado que los productos de Dioscorea y Dioscorea-soya fueron inferiores a las otras en color, sabor y componentes nutricionales.

Unas pastas de Dioscorea, Dioscorea-arroz, Dioscorea-soya y soya, hechas bajo las mismas condiciones dieron como resultado que las pastas de Dioscorea y aquellas otras que fueron mezcladas con Dioscoreas fueron inferiores a la pasta de soya, pero sin embargo pueden ser posiblemente utilizadas en la industria alimenticia con buenos resultados. (25)

XVI O) CONSTITUYENTES TOXICOS Y FARMACOLOGICAMENTE
ACTIVOS.

Varios miembros del género Dioscorea protegen sus succulentos y carnosos tubérculos de los ataques de animales salvajes por uno o más de 3 sistemas diferentes.

Los tubérculos de muchas especies son altamente tóxicos - para el hombre y para los animales, por lo que son usados ~~deliberadamente por el hombre~~ como fuentes de venenos para cazar, pescar, o propósitos criminales. Su identificación química es comunmente difícil por lo que se necesitan pruebas biológicas para su identificación. (26)

Estos tóxicos pueden ser alcaloides, taninos y saponinas.

Los alcaloides de Dioscoreas pueden ser usados para fines terapéuticos y solamente tres de ellos han podido ser identificados: la presencia de Dioscorina en D. hispida, la cual provoca parálisis en el sistema nervioso central al consumirse en grandes dosis. Los otros dos alcaloides parecen ser productos de la reducción de Dioscorina en los tubérculos de D. sansiberensis.

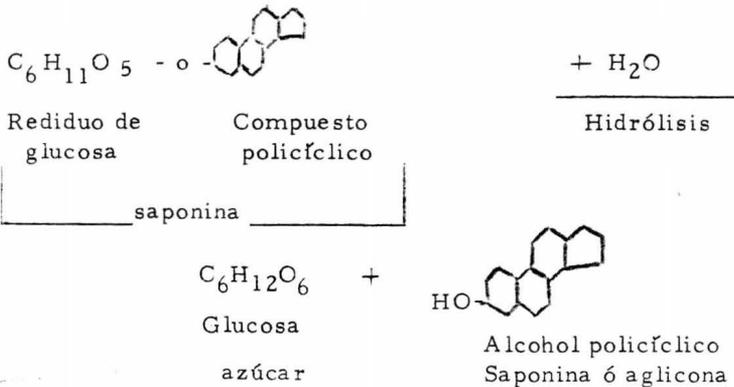
Taninos.- La presencia de taninos se encuentra en pocas especies y en cantidades económicamente útiles. Estos son usados en Indo-China para la pesca.

liberata
A

Saponinas y Sapogeninas.- Al parecer es el más importante de las tres clases de compuestos encontrados.

B

Una saponina es esencialmente un glucósido consistente en un azúcar residual (una o más unidades de glucosa, galactosa, etc.) unidos por un oxígeno con un compuesto complejo multi anillo - que usualmente contiene 27 ó 31 átomos de carbono. Con una hidrólisis ácida o enzimas, las ligaduras glucosídicas se rompen y la saponina se fracciona en dos componentes: un azúcar libre y un compuesto hidroxilo correspondiente a una sustancia policíclica llamada también aglicona ó sapogenina, las cuales tienen la propiedad de formar espuma en el agua por lo que se le ha usado en algunas ocasiones como detergentes, extinguidores de fuego, venenos para peces o agentes hemolíticos.



Los + impetus son C

Debido a su poder de acción hemolítico, las saponinas son altamente tóxicas si son inyectadas directamente en las venas, pero son generalmente inactivos cuando se consumen por vía oral, debido a la hidrólisis en el sistema digestivo o posiblemente a la no absorción en el intestino.

*Walter D
José N. ...*

E

La naturaleza de la porción de azúcar en las variadas saponinas naturales no han sido determinadas en todos sus casos, pero la Diosgenina se presenta comunmente en combinación, como Dioscina ($C_{45}H_{72}O_{16}$), que con la hidrolisis, da lugar a una glucosa ($C_6H_{12}O_6$) y dos unidades de ramnosas ($C_6H_{12}O_5$) y la sapogenina ($C_{27}H_{42}O_3$)

P) RELACIONES SAPOGENINA HORMONA.

La corteza adrenal secreta una familia de compuestos intimamente relacionados con las sapogeninas esteroides: los corticosteroides, de los cuales pueden citarse como típicos: la cortisona, cortisol y -aldosterona. Estas y otras hormonas poseen una estructura básicamente similar a la de la sapogenina, por lo que se han sintetizado a partir de la sapogenina para administrarlas medicamente al paciente para suplir sus deficiencias.

La Dioscorea composita contiene una cantidad aproximada de 0-13% de Diosgenina en el tubérculo seco, la cual puede ser variable. (27)

IV.-

PARTE EXPERIMENTAL

El trabajo experimental consistió en el Análisis Bromatológico de las hojas, rizomas y tubérculos de la Dioscorea composita recolectada en Chiapas, así como también de los residuos industriales y del rizoma fermentado.

Este trabajo se dividió en las siguientes partes:

- 1.- Recolección del material de estudio.
- 2.- Análisis Bromatológico de las diferentes partes a estudio de la D. composita.
- 3.- Prueba presuntiva de alcaloides.

- 1.- Recolección del material de estudio.

El material fué proporcionado por la compañía Steromex.

- 2.- Análisis Bromatológico de las diferentes partes de D. composita.

Este análisis llamado también análisis aproximado del alimento consta de las siguientes determinaciones:

- A. Humedad
- B. Cenizas

- C. Proteína cruda
- D. Grasa cruda
- E. Fibra cruda
- F. Carbohidratos asimilables (por diferencia)

3.- Prueba presuntiva de alcaloides.

Esta determinación cualitativa se efectuó utilizando el reactivo de Dragendorff en un extracto alcohólico.

Considerando que el alcaloide de Dioscorina - -
($C_{13}H_{19}O_2N$) aparece en algunas ocasiones y es soluble en agua salada (28) se utiliza también para extraer lo una solución salina al 1%.

PREPARACION DE LA MATERIA POR ANALIZAR.

Para poder llevar acabo este análisis se tuvo que realizar la siguiente preparación:

Preparación del rizoma fermentado.- El rizoma de la planta se dejó húmedo y molido durante 24 horas al aire, de manera que se obtuviese una fermentación aeróbica a una temperatura

de 25°C. La fermentación se frenó secándose al sol la muestra.

El residuo industrial del barbasco, consiste en los rizomas de -
varias especies de Dioscorea, fermentadas e hidrolizadas para
la obtención de sus sapogeninas.

Las hojas, rizoma y tubérculo de la D. composita fueron seca-
das y molidas para facilitar su estudio.

El tubérculo de D. composita tuvo una humedad inicial de 78.48%.
Debido a que tendía a enmohecerse fácilmente se tuvo que secar y
por lo tanto obtener sus resultados del análisis bromatológico en
base a su peso seco.

Las hojas analizadas tuvieron diferentes crecimiento, por lo que
fueron separadas en dos grupos:

- | | |
|-----------|-----------------------------|
| Grupo (a) | Hojas de mayor crecimiento |
| Grupo (b) | Hojas de menor crecimiento. |

V.-

ANALISIS BROMATOLOGICO.

METODOS

El análisis bromatológico se realizó conforme a los métodos señalados en el A.O.A.C. (29).

Humedad:

Fundamento:

La humedad se obtiene por diferencia de peso al someter la muestra a una temperatura alta, liberando el contenido de agua.

Material:

Estufa de vacío

Pesafiltro

Balanza analítica

Desecador

Técnica:

Se ponen a secar los pesafiltros a una temperatura de 60°C en una estufa de vacío hasta peso constante, durante más o menos una hora.

En el pesafiltro puesto a peso constante, se pesan aproximadamente 5g. de muestra, molida y homogénea. Se lleva a una estufa de vacío a 60-62°C de temperatura por cinco horas. Al término de las cinco horas, se colocan los pesafiltros en un desecador, se dejan enfriar a temperatura ambiente y después se pesan tan rápido como sea posible.

Cálculos

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(A - B) 100}{C}$$

A = Peso del pesafiltro más muestra húmeda

B = Peso del pesafiltro más muestra seca

C = Peso de la muestra.

Cenizas.

Fundamento:

La muestra es incinerada para destruir toda la materia orgánica, y se debe evitar elevar la temperatura por arriba de 550°C, para que no se volatilicen los cloruros.

Material:

Balanza analítica

Mechero Bunsen

Crisoles de porcelana

Desecador

Mufla

Técnica:

Pesar aproximadamente de 3 a 5 g. de muestra de los crisoles de porcelana. Los crisoles con la muestra se ponen en un tripié con triángulo de porcelana, calentando poco a poco con un mechero, para lograr la carbonización completa de la muestra, luego

se lleva a la mufla a una temperatura de 550°C, por dos horas a más hasta que se obtengan cenizas blancas o grises homogéneas.

Se dejan enfriar los crisoles y se colocan en un desecador. A continuación se pesan los crisoles y se colocan en un desecador. A continuación se pesan los crisoles y la diferencia entre el peso del crisol vacío y el peso final (con las cenizas) indica contenido de cenizas.

Se calcula el peso de las cenizas como porciento en relación a la muestra.

Cálculos

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(P-R) 100}{M}$$

P = Peso del crisol más muestra calcinada

R = Peso del crisol

M = Peso de la muestra

Proteína Cruda

Fundamento:

Método de Kjeldahl. - La mezcla digestiva (H_2SO_4 ; H_3PO_4 y $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) oxida la materia orgánica convirtiendo el nitrógeno a sulfato ácido de amonio (NH_4HSO_4), que corresponde a la Digestión, mien

tras que en la destilación, lo que se trata es de liberar el amoníaco de dicha sal, con una solución concentrada de hidróxido de sodio, recibiendo en ácido bórico, con el que forma el borato de amonio, el cual se titula con una solución valorada de ácido clorhídrico. De esta forma se obtiene el porcentaje de nitrógeno de la muestra, la cual al multiplicarla por el factor de 6.25 se convierte en porcentaje de Proteína Cruda.

Material:

Balanza analítica

Digestor y Destilador de Micro-Kjeldahl

Matraces Kjeldahl de 30 y 100 ml.

Piedras para ebullición (lavadas)

Oxido de mercurio

Solución de HCl 0.01 N

Solución de NaOH al 60%

Solución de ácido bórico *

Mezcla digestiva *

(*) Solución de ácido bórico con indicadores: Pesar 10g. de ácido bórico y colocarlos en un matraz de 2000 ml.; se adiciona agua destilada hasta disolverlo, a continuación se agregan 70 ml. de

indicador A (100 mg. de fenoftaleína aforados a 100 ml. con alcohol etílico) y 20 ml. de indicador B (33 mg. de verde de bromocresol y 66 mg. de rojo de metilo aforados a 100 ml. con alcohol etílico). Se ajusta el color a un tono café rojizo con ácido o base según se requiera, se afora a 2,000 ml.

(**) Mezcla digestiva: Se mezclan durante aproximadamente 30 minutos los siguientes reactivos en la siguiente porción: 3g. de $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 300 ml. de H_2SO_4 (conc.) y, 100 ml. de H_3PO_4 .

Técnica:

Pesar de 15-30 mg. de muestra y colocarlos en un matraz de - Micro-Kjeldahl, se agregan 3 mg. de óxido de mercurio, 1-2 ml. de mezcla digestiva y 2 piedras para ebullición. Se coloca el matraz en el digestor, y se calienta hasta que la digestión sea completa, aproximadamente una hora.

Una vez efectuada la digestión se deja enfriar el matraz y se procede a la destilación, para la cual se agrega al matraz agua destilada (aproximadamente 10 ml.) y a continuación se vacía por la copa de adición al microdestilador, enjuagando ésta y el matraz con 1-2 ml. de agua destilada varias veces. Después se añade al aparato de destilación por medio de la copa de adición, lenta pero

en forma contínua, 5 ml. de NaOH al 60% se inicia el calentamiento. El destilado se recibe en un matraz Erlenmeyer que contenga 10 ml. de la solución de ácido bórico. Se continúa la destilación hasta completar un volumen de 50 ml. aproximadamente. Al irse recibiendo el nitrógeno amoniacal sobre el ácido bórico, el indicador que éste contiene vira del café rojizo al verde esmeralda. Finalmente el complejo nitrogenado formado se titula con el HCl 0.01 N, hasta el vire del indicador, del verde esmeralda a rosa claro.

C culos:

$$\% N_2 = \frac{(P-B) \times N \times \text{Meq} \times 100}{M}$$

$$\% \text{ de Proteína cruda} = \% N_2 \times 6.25$$

P = ml. del problema

B = ml. del blanco

Meq = miliequivalente del nitrógeno

N = Normalidad de la solución de HCl

M = Peso de la muestra

Grasa Cruda :

Fundamento:

El éter anhidro al calentarse se volatiliza y al hacer contacto con

una superficie fría se condensa , pasando a través de la muestra y acarreando consigo las sustancias solubles en el éter .

Este proceso es repetido en forma contnua hasta que no queden residuos de lo extraíble . El éter es destilado y colectado en otro recipiente y el material soluble en éter queda como residuo .

Material:

Aparato Goldfish

Estufa de vacío

Eter etílico anhídrido

Dedales de celulosa

Técnica:

Se colocan los vasos de borde esmerilado en una estufa de vacío a 60-62°C durante dos horas hasta obtener peso constante . Se transfieren los vasos a un desecador dejándose enfriar antes de pesarlos .

Pesar aproximadamente 2g. de muestra seca , la cual se coloca en el cartucho de celulosa , y éste a su vez en el extractor de Goldfish . Se colocan de 30-35 ml. de éter anhidro en el vaso esmerilado puesto a peso constante , el cual se inserta perfectamente al condensador con un anillo de rosca , para evitar cualquier escape de éter .

A continuación se hace funcionar el aparato durante 4 o 5 horas (hasta que se observa que ya no se extrae grasa).

A los vasos con la grasa cruda se les evapora el éter y se llenan a la estufa de vacío a una temperatura de 60-62°C por dos horas y después se mantiene en el desecador hasta que se enfríen a la temperatura ambiente.

Después se pesan los vasos y se calcula el peso de la grasa cruda obteniéndose ésta por diferencia y expresándose como porcentaje de la muestra seca.

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{(I - F)}{M} \times 100$$

I = Peso del vaso con grasa

F = Peso constante del vaso

M = Peso de la muestra

Fibra cruda

Fundamento:

La muestra es hidrolizada con una solución ácida y después con una solución alcalina y como se usa una muestra desengrasada, el residuo de dicha hidrólisis serán los carbohidratos no degradables en dichas condiciones de hidrólisis.

Material

Parrilla eléctrica con agitador magnético	Mufla
Matraces Erlenmeyer de 500 y 1000 ml.	Solución de H_2SO_4 al 1.25%
Matraz Kitasato	Solución de NaOH al 1.25%
Embudo Buchner	Asbesto preparado - (Digerido y Calcinado)
Paño de lino o filtro No. 40	
Estufa de vacío	Alcohol etílico

Técnica:

Se pesan de 2-3g. de muestra desengrasada, la cual se coloca en un matraz Erlenmeyer de 1000 ml., se le adicionan 0.5 g. de asbesto. A continuación se le agregan 200 ml. de la solución de ácido que esté hirviendo, y la ebullición se mantiene por espacio de 30 minutos. Inmediatamente después de este tiempo, se vacía el contenido del matraz sobre un paño de lino, ajustando a un filtro de succión.

Se lava el residuo con agua destilada hirviendo hasta eliminar el ácido. Una vez terminado el lavado, se transfiere el residuo al matraz y se le adicionan 200 ml. de la solución de NaOH hirviendo y se mantiene la ebullición 30 minutos, después de lo cual se vuelve a filtrar y lavar como antes se indica.

Después de neutralizado el residuo, se lava con 25 ml. de alcohol etílico al 95%. Pasar la muestra a un crisol previamente puesto a peso constante, el cual se seca a 60-62° C, durante dos horas en vacío. A continuación se pesa.

Después de pesado, la muestra se coloca en la mufla para calcinar el residuo, lo cual se logra a una temperatura de 900°C; al cabo de 3 horas se saca, se enfría y se pesa.

Cálculos:

$$\% \text{ de fibra cruda} = \frac{(A-B)}{M} \times 100$$

A = Peso del crisol después de secado

B = Peso del crisol después de calcinado

M = Peso de la muestra

Carbohidratos asimilables (por diferencia)

Esta determinación es absolutamente teórica, ya que para obtener este dato se procede de la forma siguiente: Se suman los porcentajes de Humedad, Cenizas, Grasa Cruda, Proteína Cruda y Fibra Cruda y se le restan a 100, reportándose la diferencia como el 1% de carbohidratos asimilables en la muestra.

Prueba presuntiva de alcaloides con el reactivo de Dragendorff (9).

Fundamento:

Esta identificación de alcaloides se lleva a cabo en los siguientes pasos:

1. La extracción de los alcaloides con alcohol en un medio alcalino.
2. La formación de las sales de los mismos, mediante la adición de un ácido.
3. La precipitación de algunos de ellos con el reactivo de Dragendorff.

Esta reacción puede ser causada por proteínas, purinas, betaínas, cumarinas y algunos polifenoles. Como la ausencia de precipitado es indicativa de que no hay alcaloides, se usa esta determinación como prueba presuntiva de su presencia.

- Material:

Tubos de ensaye

Embudos

Vasos de precipitado de 40 ml.

Pipetas graduadas de 1 ml.

Goteros.

- Reactivos:

Alcohol de 96^o,

Amoníaco,

Acido acético al 5%

Solución salina al 1%

Preparación del reactivo de Dragendorff. Se disuelven 8.0g. de Nitrato de Bismuto Pentahidratado ($\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) en 20 ml. de HNO_3 (dens. 1.18) y 27.2g. de KI en 50 ml. de agua. Se mezclan las dos soluciones y se dejan reposar 24 horas. Se decanta la solución y se afora con agua a 100 ml.

Técnica No. 1:

Se colocan 2g. de muestra en polvo, en un tubo de ensayo y se agrega alcohol de 96° hasta tapar la muestra, se agregan unas gotas de amoníaco, se tapa el tubo y se deja un día en reposo.

Filtrar en un embudo, con algodón, recibiendo el filtrado en un vaso de precipitado. Evaporar a baño María. Sobre el residuo seco agregar 0.5 ml. de ácido acético al 5% y remover con un agitador. Se toma una gota de la solución así obtenida sobre un cuadro de papel filtro Whatman No. 1 y colocar una gota de Reactivo de Dragendorff.

La formación de un precipitado de color rojo ladrillo señala la posible presencia de alcaloides.

Técnica No. 2:

Se colocan 2g. de muestra en polvo, en un tubo de ensayo y se agrega una solución salina al 1% hasta tapar la muestra, se agregan unas gotas de amoníaco, se tapa el tubo y se deja un día en reposo.

Filtrar en un embudo, con algodón, recibiendo el filtrado en un vaso de precipitado. Evaporar a baño María. Sobre el residuo seco agregar 0.5 ml. de ácido acético al 5% y remover con un agitador. Se toma una gota de la solución así obtenida sobre un cuadro de papel filtro Whatman No. 1 y colocar una gota de reactivo de Dragendorff.

La formación de un precipitado de color rojo ladrillo señala la posible presencia de alcaloides.

VI.-

R E S U L T A D O S .

Los resultados del análisis Bromatológico se encuentran en el cuadro núm. 1. Estos resultados se reportan en base seca.

Como se puede observar el contenido de Carbohidratos es alto principalmente en el tubérculo y en el rizoma fermentado. El contenido de proteína, también es de tomarse en consideración en las hojas de mayor y menor crecimiento y en el rizoma fermentado.

El cuadro nos muestra, el alto contenido de la fibra cruda, sobresaliendo el residuo industrial de barbasco de varios anotados. El contenido de grasa en todas las partes analizadas es bajo.

La proporción de cenizas es muy variable en todas las partes, siendo la más alta el residuo industrial.

Prueba presuntiva de alcaloides.- Como se señala en la parte experimental todas las partes analizadas fueron sometidas a la prueba cualitativa de alcaloides, usando diferentes medios de extracción del alcaloide.

Los resultados obtenidos, en ambos casos de extracción en todas las partes analizadas fueron negativos.

CUADRO 1

RESULTADO DEL ANALISIS BROMATOLOGICO.

No.	MUESTRA	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)	PROTEINAS (%)	GRASA CRUDA (%)	FIBRA CRUDA (%)	CARBOHI- DRATOS (%)
1	Residuo Industrial de Barbasco Hidrolizado	2.82	33.14	8.12	0.14	58.60	0
2	Tubérculo D.composita	12.07	3.98	9.95	1.59	23.96	60.52
3	Rizoma D.composita	8.35	4.88	7.23	1.45	73.17	13.27
4	Rizoma D.Composita Fermentada	8.95	7.82	14.97	6.63	14.05	56.53
5	a) Hoja D.Composita con mayor credimiento	8.22	14.57	18.28	6.35	47.71	13.09
6	b) Hoja D.Composita con menor crecimiento	6.61	14.82	16.66	4.24	45.50	18.78

VII.-

CONCLUSIONES

- 1.- El residuo industrial de Barbasco Hidrolizado puede ser considerado como fuente de minerales, debido a su gran contenido de cenizas. Para este efecto, se aconsejaría un estudio más detallado de sus componentes minerales.
- 2.- Las hojas estudiadas tienen un alto contenido de proteínas, lo que indica su posible uso potencial como alimento humano o animal, después de hacer estudios farmacológicos más completos.
- 3.- En algunas de las partes del Barbasco existe un alto contenido de fibra cruda, lo que limitaría su uso como alimento humano, pero podría ser utilizado como alimento animal. Entre estas se encuentra principalmente el rizoma y el residuo industrial de Barbasco Hidrolizado.
- 4.- El rizoma fermentado y el tubérculo presentan un elevado contenido de carbohidratos asimilables.
- 5.- El tubérculo presenta una gran similitud con la papa y el camote en cuanto a su composición química, podría ser

de fácil aceptación para la población presentándola en las formas habituales para su consumo alimenticio.

- 6.- Como conclusión final de este trabajo, es que estos desechos industriales del Barbasco, ofrecen un enorme campo de nuevos alimentos que es necesario estudiar de una manera sistemática, para que puedan ser explotados por la tecnología moderna y por consiguiente se obtendrán alimentos de menor costo y además se bajará por lo tanto el costo final de las hormonas.

VIII.-

REFERENCIAS

- (1) Chevolier (1936). "Contribution á l'etude de quelques espèces africaines de genre *Dioscorea*", Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 2^e Ser., 8(6), 520-51.
- (2) Burkill (1939), "Notes on the genus *Dioscorea* in the Belgian - Congo", Bull. Jard. bot. Etat Brux., 15(4), 345-92.
- (3) Linnaeus, C. (1737), *Genera Plantarum*, Wisshoss Leyden.
- (4) Burkill (1951), "Dioscoreaceae", *Flora Malesiana*, Ser. 1, 4³, 293-335.
- (5) D.G. Coursey, "Yams", Ed. Longmans, London 1967, 46-63. ✓
- (6) Johnston, B.F. (1958), "The staple food economies of Western Tropical Africa", Stanford U.P. California.
- (7) S.E. Rokop, "Dioscorea rotundata. Cambios en el contenido de nutrientes con la edad". *Exp.Agr.* 1972, 8(2), 107-15, (Eng).
- (8) Clemente H.S. (1918). "A study of *Dioscorea* with starch determination and cooking tests", *Philipp. Agriculturalist and Forester* 6 (8), 230-46.
- (9) Seidemann (1964). "Mikroskopische Untersuchung Verschiedener *Dioscorea* Stärken", *Stärke*, 16 (8), 246-53.
- (10) Salatiel Motta, "Almidón hidrólisis con α -amilasa". *Ind. Aliment. Agr.* 1969, 86 (1), 9-13 (Francia).
- (11) Yutaka Tsukano, "Carbohidratos en d.batatas". *Yamagata Daigaku Kiyo Kogaku.* 1959, 3 (1), 263-71.
- (12) C.R. Addinall, "Azucares y Polisacáridos de *Dioscoreas*", *Arquevos de Biología e Tec. Curitiba Brasil*, 1973, 16(2), 135-9, Port.
- (13) D.G. Coursey, "Yams", Ed. Longmans. London 1967, 163.

- (14) J. Thomas, "Contenido Proteico y balance de a. -a. en Dioscoreas", J. agr. Univ. P.R. 1973, 57(1), 78-83 (Eng.).
- (15) Holló, J. (1964). " L'utilisation industrielle de l'igname", Paper presented to the 1er. Congrès Internationale des Industries Agricoles et Alimentaires des zones tropicales et Sub-tropicales, - abidjan, 1964.
- (16) Splittstoesser, Walter E., Martin, Franklin W. (Univ. Illinois, Urbana, III), "Contenido de triptofano en raíces tropicales y tubérculos." Hort. Science 1975, 10 (1), 23-4 (Eng.)
- (17) J. Dufrenoy, "Proteínas de las hojas, valor nutricional de ". Ann. Nutr. Aliment 1970, 24 (6), 137-53 (Francia).
- (18) Pérez Rivera Esther, "Análisis de las hojas y raíz de Barbasco," Tesis. México 1946.
- (19) Chávez V. Ma. Socorro, "Contenido de ac. ascórbico en especies de Dioscoreas Mexicanas." Tesis.- México 1952.
- (20) Teiiti Narasaki, "Acido Ascórbico en D.batatas (Efecto de secado sobre), Nipon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 12 (4), 143-9 (1965) Japan.
- (21) D.G. Coursey, "Yams" Ed. Longmans, London 1967, pag.167.
- (22) D.G. Coursey, "Yams", Ed. Longmans, London 1967,p.169.
- (23) Clemente, L. S. (1918). "A Study of Dioscorea with Starch - - determinations and cooking tests", Philipp. Agriculturalist and Forester, 6 (8), 230-46.
- (24) D.G. Coursey, "Yams", Ed. Longmans, London 1967. 193-4.
- (25) Choi, Kook-Chi, Ham, Seung-Si, "Productos alimenticios y vino de Dioscoreas", Kangwon Taehak Yongu Nonmunjip 1973, 7, - - 59-64 (Korean).
- (26) W.C. Tokie, "Constituyentes Tóxicos de Dioscoreas", Bullentin de la Societe' de Pathologie Exotique 1964, 57(1), 44.7 (Paris).
- (27) Marker, R.E., Wagner, R.B., Vishafer, P.R., Wittbecker, E.L., Goldsmith, D.P.J. and Ruof, C.H. (1943). "Sterols CLVII Sapogenins LXIX Insolation and structures of 13 new - steroidal sapogenins", New souces for known sapogenins", J. Amer. Chem. Soc., 65, 1199-209.
- (28) DG. Coursey, "Yams", Ed. Longmans, London 1967-148.
- (29) Official Methods of Analysis. 11^a. edición, Washington U.S.A. 1970.