

207
530



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**OPTIMIZACION DEL PROCESO DE
PRODUCCION DE HARINA DE BARBASCO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A
CARLOS ENRIQUE DIAZ OTAÑEZ

MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN	i
INTRODUCCION	ii
I. ANTECEDENTES	1
PROCESAMIENTO DEL RIZOMA DE BARBASCO	9
<i>Descripción del Proceso Tradicional</i>	9
- Recepción	9
- Molienda	11
- Fermentación	11
- Secado	13
- Envasado	14
<i>Demanda Nacional</i>	16
<i>Consumo Doméstico</i>	16
<i>Oferta</i>	19
<i>Producción Nacional de Harina de Barbasco</i>	19
<i>Precio</i>	22
II. OBJETIVOS	25
<i>Objetivo General</i>	25
<i>Objetivos Particulares</i>	25

	Página
III. MATERIAL Y METODOS	26
Fase Laboratorio	26
Fase Piloto	30
Fase Industrial	31
IV. RESULTADOS	33
Fase Laboratorio	33
Fase Piloto	36
Fase Industrial	39
DISCUSION	47
CONCLUSIONES	55
ANEXOS	
LITERATURA	

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.

Página.

FIGURA No.1.	<i>Distribución Geográfica del Barbasco dentro del Territorio Mexicano.</i>	3
FIGURA No.2.	<i>Proceso tradicional para la obtención de Harina de Barbasco.</i>	15
TABLA No.1.	<i>Relación de diferentes especies de Dioscoraceas en cuanto al país y número cromosómico.</i>	5
TABLA No.2.	<i>Consumo Nacional Aparente.</i>	18
TABLA No.3.	<i>Precio por kilogramo de Harina de Barbasco y valor de las Ventas.</i>	23
TABLA No.4.	<i>Resultados Analíticos de la Prueba I, de Fermentación a Nivel Laboratorio.</i>	40
TABLA No.5.	<i>Lecturas registradas en las Tinajas de Fermentación a Escala Laboratorio.</i>	41
TABLA No.6.	<i>Resultados de Análisis de las Pruebas del Experimento II, a Nivel Laboratorio.</i>	42
TABLA No.7.	<i>Registro de Temperaturas de las Tinajas del Experimento II, a Nivel Laboratorio.</i>	43
TABLA No.8.	<i>Resultados Analíticos de muestras tomadas de la Fermentación efectuada en el Beneficio de "La Guadalupe".</i>	44

TABLA No. 9. Registro de Temperaturas promedio por cada una de las Tinas de Fermentación del Beneficio "La Guadalupe". 45

TABLA No. 10. Resultados Analíticos de muestras de Harina de Barbasco obtenidas de las Fermentaciones efectuadas en la Unión "Primitivo R. Valencia". 46

RESUMEN.

El presente estudio pretende dar una visión general del Barbasco (Dioscorea composita), el cual es un importante recurso vegetal encontrado en las regiones cálido-húmedas del país, y es utilizado como materia prima por la Industria Farmacéutica, debido a su contenido de Diosgenina.

El trabajo realizado consistió en la optimización del proceso de obtención de Harina de Barbasco mediante la acción de diversas variables físicas aplicadas en 3 diferentes fases: Laboratorio, Piloto e Industrial.

Los resultados obtenidos de las pruebas aplicadas, indican que durante el proceso de obtención de harina de Barbasco.- el tiempo de 5 días y la adición de agua durante la molienda en proporción de 20%, influyen positivamente para conseguir una satisfactoria extracción de la Diosgenina a partir de dicha harina; más sin embargo, algunas de las variables aplicadas se mostraron indiferentes, mientras que otras resultaron negativas a los objetivos perseguidos.

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

Entre los recursos que el hombre ha utilizado para satisfacer sus necesidades más apremiantes como son la alimentación y la salud, se encuentran gran variedad de especies vegetales. En tre Estas destaca la Dioscorea composita Hemsl. conocida comúnmente como barbasco, el cual constituye una fuente importante de diosgenina, substancia que a su vez es materia prima para la síntesis de más de 200 productos farmacéuticos que se aplican principalmente en tratamientos contra deficiencias y alteraciones en la producción de hormonas masculinas y femeninas; contra algunos tipos de cáncer femenino y en los tumores prostáticos. También se emplea en el tratamiento de padecimientos relacionados con el embarazo y para la elaboración de anticonceptivos.

Tanto el barbasco como la diosgenina mexicana, tienen un significado importante dentro del marco de la economía nacional, ya que la explotación del vegetal, produce una derrama económica considerable para los campesinos barbasqueros y los esteroides intermedios producidos a partir de diosgenina generan entradas de divisas al país por concepto de exportación.

Sin embargo, la Industria Mexicana de Hormonas Esteroides, - después de más de 40 años, continua en un estado incipiente - de integración, que no ha rebasado la etapa de proveedora de

materia prima, ya que aún y cuando se sintetizan algunas hormonas esteroideas, el mayor porcentaje de la producción de precursores se exporta, importándose los intermedios, avanzados e inclusive, los productos finales.

Para incrementar la producción de barbasco, mejorar la calidad de la harina de barbasco y abatir costos en su abastecimiento, es preciso mejorar y aplicar nuevas técnicas en los respectivos beneficios, así como transformar esta planta silvestre a un cultivo agrícola de alto rendimiento. Simultáneamente con el establecimiento del cultivo doméstico, se deben implantar programas de capacitación para el campesino, lo que ayudará en gran medida a conservar este recurso natural para asegurar su proliferación y desarrollo.

I. ANTECEDENTES.

1.1 Descripción del Recurso.

El posible origen del nombre BARBASCO, se remonta a la llegada de los españoles al Continente Americano, quienes al ver que los indígenas utilizaban la planta para intoxicar a los peces a fin de capturarlos fácilmente, la relacionaron con una planta muy conocida en España de nombre científico Verbascum thapsus, la cual era usada entre otra de sus aplicaciones con el mismo fin, (Gómez Pompa. 1980). Aquí el término Barbasco comprende diferentes especies de plantas del género Dioscorea, género con aproximadamente 600 especies que se localizan en forma silvestre por las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

En América se encuentran alrededor de 250 especies, destacando México con 70-80 de ellas, de las cuales todas son nativas excepto D. alata y D. bulbifera, introducidas en América con fines alimenticios; sólo las tres a que en seguida se hace referencia son consideradas de importancia comercial, debido a la presencia de sustancias relacionadas con la producción de Esteroides.

Dioscorea composita Hemsl, conocido comúnmente como "Barbasco Rosado", se distribuye en territorio mexicano, en la región que une los Estados de Veracruz, Puebla, Oaxaca, - Tabasco y Chiapas, (González y Mañón, 1980)

Dioscorea floribunda Mart et Gal, llamado "Barbasco Amarillo", crece en los Estados de México, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Campeche, Chiapas, Guerrero y Quintana Roo.
Op. cit.

Dioscorea spiculiflora Hemsl, "Barbasco Blanco", con sus dos variedades: chiapasana y spiculiflora presenta una distribución geográfica que comprende los Estados de Yucatán, Campeche, Tabasco y Quintana Roo, op. cit., encontrándose hasta Guatemala y Nicaragua.

La distribución geográfica del Barbasco dentro del territorio mexicano (Figura No.1), ha venido a menos, debido entre otros factores a que las áreas donde este crecía en forma silvestre, han sido destinadas para fines agrícolas, forestales, ganaderos y en menor medida como zonas urbanas, Anónimo (1982 b.)

La planta del barbasco está formada por tres partes fundamentales: el tallo, que contiene las partes vegetativas, rizoma y sistema radicular. No obstante que el rizoma es una modificación subterránea del tallo, o más técnicamente considerado, es una formación donde el hipocótilo se hincha formando un punto de vegetación propia a partir del cual crece y se ramifica en todas direcciones. Este órgano de almacenamiento, que puede vivir por años o bien morir anualmente, es el que se aprovecha para la obtención de la Diosgenina.

La familia Dioscoreaceae, está formada por un grupo de plantas de tipo monocotiledóneo, que se caracterizan por ser bejucos trepadores con rizoma grande generalmente tuberoso; hojas anchas frecuentemente acorazonadas; flores pequeñas en racimos y poco vistosas; generalmente unisexuales, muy rara vez hermafro

LOCALIZACION DE LAS PRINCIPALES ZONAS BARGASQUERAS DEL PAIS.

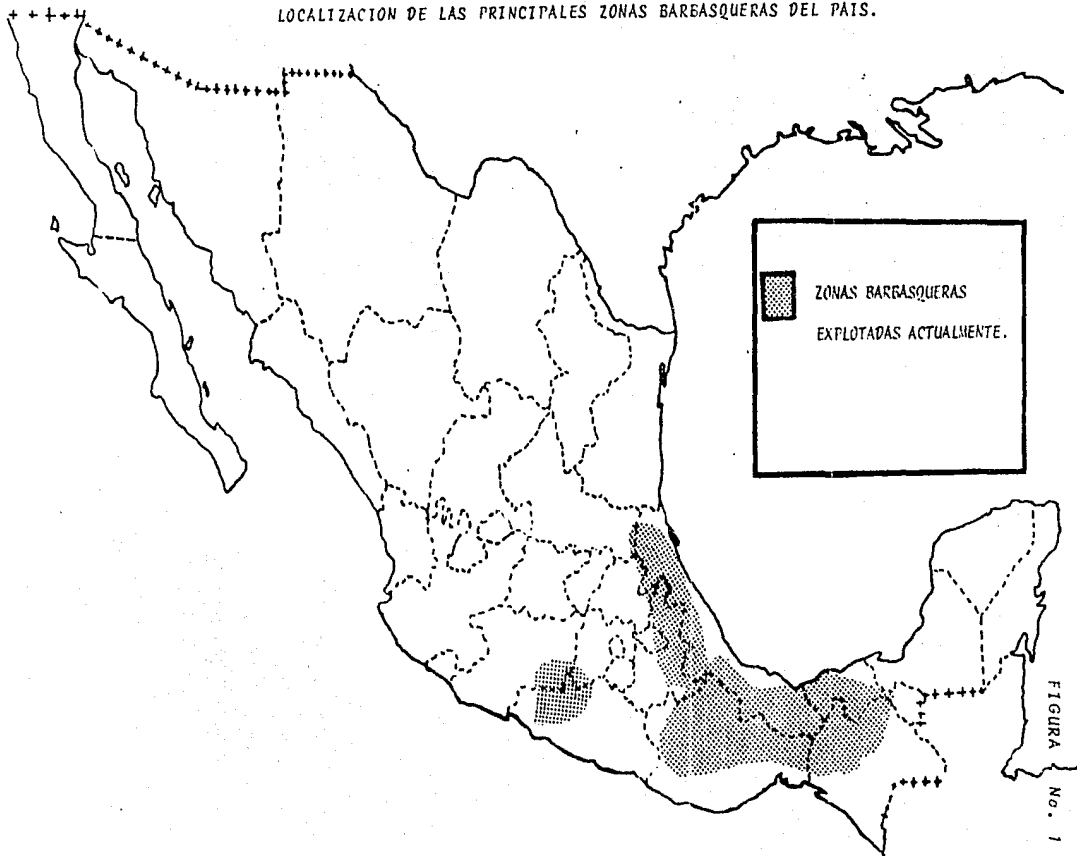


FIGURA No. 1

ditas; el ovario es ínfero y el fruto una baya (Gilg, & Schürmoff, 1958). La maduración de la semilla dura alrededor de seis meses.

La Dioscorea composita o Barbasco rosado, presenta un tallo gla
bro, cilíndrico y semileñoso. Las hojas son alternas, anchamen
te ovadas y lámina coriacea, siendo cordadas en la base y agu
das en el ápice, algunas veces obtusas y otras veces apiculadas
alcanzando desde 13 hasta 25 cm. de longitud por 10 a 17 cm. de
ancho; sus nervios son prominentes en ambas superficies y en nú
mero de siete a nueve; los pecioloos son robustos de ocho a 11 -
cm. de longitud; las flores son sésiles de una a tres aglomera
das; los estambres son fértiles centrales y en número de seis;
la inflorescencia femenina es alargada y puede ser simple o com
puesta; el rizoma es grande alcanzando incluso hasta 100 kg. de
peso, siendo subtuberoso e hipógeo (Matuda, 1953) y de formas
muy irregulares. El color externo es café, mientras que el in
terno puede ser: amarillo, rosado o blanco. La relación de se
xos que se ha encontrado, es de una femenina por cinco masculi
nas, Telles, O. (1985)

Estas plantas silvestres son tetraploides y mantienen un sistema
de reproducción por cruces abiertos; desde el punto de vista ge
nético existe poca información de las diferentes especies de la
familia de las Dioscoreaceas. Para Martín, F., (1963) todas -
las especies del Nuevo Mundo tienen el número cromosómico en -

base a nueve, a diferencia de las de Asia cuya base es sobre 9-10 ó ambos. Las especies más sencillas suelen ser las que tienen 18 ó 20 cromosomas. La presencia de números grandes de cromosomas es un factor de estabilidad de la especie y actúa para reducir la susceptibilidad a la Selección Natural.

La relación de diferentes especies estudiadas de Dioscorea en cuanto al país de origen y sus números cromosómicos, se muestran en la Tabla No. 1., Martín, F. y S. Ortíz, (1963), Martín, F. y S. Ortíz, (1966).

T A B L A No. 1

<u>ESPECIE</u>	<u>ORIGEN</u>	<u>NO. CROMOSOMICO (2n)</u>
<u>D. composita</u>	México	36,54
<u>D. floribunda</u>	Guatemala	36,54,72
<u>D. spiculiflora</u> var. <u>chiapasana</u>	México	36
<u>D. friedrichsthali</u>	Costa Rica	36
<u>D. polygonoides</u>	Costa Rica	36,54
<u>D. bulbifera</u>	África	36,40,54,60,80,96,100
<u>D. cayenensis</u>	África	36,54,60,63,100
<u>D. alata</u>	Asia	20,30,40,50,60,70,80
<u>D. quaternata</u>	U.S.A.	36,54

El barbasco se clasifica al igual que 600 especies más del mismo género que se conocen en el mundo, de la siguiente manera: Gómez-Pompa (1968).

Reino:	Vegetal
División:	Embriofita Sifonógamas Fanerógamas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Liliifloras
Familia:	Dioscoreaceae
Género:	Dioscorea
Especie:	<u>Dioscorea sp.</u>

Dentro del género Dioscorea, la más importante por la cantidad de Saponinas que presenta es la Dioscorea composita. Otras especies además de la antes mencionada que presentan esta característica, son las siguientes:

<u>SP.</u>	<u>LUGAR DE ORIGEN</u>	<u>PORCENTAJE MAXIMO ESTIMADO</u>
<u>D. composita</u>	México	13%
<u>D. floribunda</u>	América Central	10%
<u>D. deltooides</u>	India	8%
<u>D. sylvatica</u>	África del Sur	6%
<u>D. spiculiflora</u>	México	5%
<u>D. prageri</u>	India	4%
<u>D. friedrichsthlii</u>	Costa Rica	4%
<u>D. belizensis</u>	Honduras	3%

Sin incluir algunas especies de China y el Lejano Oriente, de las cuales no hay datos disponibles, Martín, F. y S. Ortiz. Op, cit.

Correlacionando los factores ambientales y atmosféricos, tales como: Clima, suelo, topología, geología, vegetación primaria y secundaria, siendo esta última el mejor indicador de los cambios ambientales, se encontró que la distribución del barbasco está dentro de las zonas cálido-húmedas, no sólo de México, si no de todo el mundo.

Los estudios ecológicos que se han realizado (Anónimo, 1982 a), demuestran que la mayor producción de barbasco ocurre en los -acahuales viejos, que son fases seriales secundarias de 20 a 25 años de edad de los tipos de vegetación original, donde las condiciones son propicias para el desarrollo de una planta con rizomas perennes, gulas anuales y heliófilas. El habitat de este recurso está dentro de los bosques tropicales, en asociaciones arbustivas donde la luz no sea un factor limitante, en selvas -altas perennifolias que se caracterizan por ser extraordinariamente densas y por sus árboles altos que alcanzan a menudo hasta los 30 metros, encontrándose también bejucos y plantas epífitas que permanecen verdes todo el año, así como en sabanas y selva de Terminalia amazonia, donde esta especie es la dominante, Anónimo (1982 c.)

En cuanto a preferencias edáficas, las dioscoreáceas no son muy exigentes, ya que se pueden desarrollar en una amplia variedad de suelo; sin embargo, tienen prioridad por aquellos que tengan una textura ligera para una eficiente aireación y buen -

drenaje, ya que el rizoma es muy susceptible al exceso de humedad y puede morir (Martín, F. 1970): Los suelos son por lo general, alcalinos con elevadas cantidades de carbonato de calcio que llegan a formar rocas, el pH varía entre seis y siete. Hernández, R. (1984).

Entre las formaciones geológicas, en las que se localizan las Dioscoreas, están las calizas cársticas ubicadas en las vertientes de la Sierra Madre Oriental y su prolongación meridional, formaciones pertenecientes al Albiano Cenomaniaco. (Carta Geológica de México, (1976).

En la región de Tuxtepec, existe producción de barbasco en suelos de aluviones derivados de las Sierras situadas al Oeste, donde los elastos incluyen con frecuencia a calizas y otros fragmentos líticos; siendo así los suelos de origen mixto, predominando en este sector, vertisoles, cambisoles y fluvisoles.

La altitud a la que se encuentra el barbasco, es sumamente amplia, ya que va desde prácticamente el nivel del mar cinco m.s.n.m., hasta aproximadamente 2,600 m.s.n.m., ubicándose la altura óptima a los 975 m.s.n.m.

El rango hídrico de precipitación anual de estas zonas productoras de barbasco, va desde 1,100 hasta 4,921 mm., siendo la media hídrica óptima 3,020 mm.

PROCESAMIENTO DEL RIZOMA DE BARBASCO.

El procesamiento que sigue el barbasco desde que es verde el rizoma hasta quedar transformado en harina, se realiza en Beneficios, es decir, lugares que se encuentran localizados en las áreas aledañas a los de recolecta y arranque del barbasco a efecto de que la venta del mismo se realice con la mayor premura y mínimo esfuerzo. Se procura que el proceso sea rápido, con el fin de evitar la degradación de la calidad originada por putrefacción del camote.

Los pasos que se siguen en el procesamiento tradicional para el beneficio del barbasco, son los siguientes:

DESCRIPCION DEL PROCESO TRADICIONAL.

Recepción.

Las personas que se encargan de localizar y sacar el rizoma de barbasco son llamadas "arrancadores" y quienes recogen el producto que éstos han acumulado en varios días, se les conoce como "recolectores".

Tanto los recolectores como algunos arrancadores llevan el producto que han acumulado al Beneficio, donde es recibido y pesado inmediatamente a fin de llevar un registro de la cantidad de kilos que se procesan, así como para efecto del pago por el producto entregado.

La entrega de barbasco en el Beneficio, se realiza en trozos - fraccionados de 5 a 10 cm. contenidos en arpillas y/o costales de polipropileno con capacidad de aproximadamente 40 kg., así como en costales de henequén con una capacidad mayor que lleguen a pesar hasta 70 kg., sobre todo cuando está mojado. Esta operación se efectúa regularmente por vía terrestre, aunque - algunas veces, cuando es posible, también se aprovechan los - ríos para realizar dicha actividad, haciendo del Beneficio un lugar de acceso doble que facilita la entrega del producto.

Una vez pesado el producto se vierte al suelo, por lo general cerca del molino; se hace una pequeña inspección algunas veces, cuidando que no presente materiales ajenos, tales como: rizomas de otras especies vegetales, guijarros, exceso de lodo, ramas, entre otros, que en cuyo caso se extraen hasta donde es posible, a efecto de que el proceso se efectúe con la menor cantidad de impurezas.

En la mayoría de los centros del Beneficio, no se realiza ni la más mínima inspección del producto siendo procesado como - viene en las arpillas o costales, provocando que la calidad de la harina disminuya, debido principalmente al alto contenido - de impurezas, originando también el deterioro del equipo de - trabajo.

Molienda.

Una vez que el barbasco ha sido colocado cerca del molino, acción que se realiza con bieldos en lugar de palas, con el objeto de eliminar principalmente el exceso de tierras antes de ser triturado; en algunas zonas donde se benefician los rizomas de barbasco, éstos se vierten directamente del costal o arpilla - que lo contenga a la tolva alimentadora del molino. Para facilitar el proceso de la molienda en algunos beneficios agregan agua simultáneamente con el barbasco, adición que no es constante y varía en función de la disponibilidad de la misma, así como del criterio del encargado del proceso. La cantidad de agua agregada durante el proceso oscila entre 10 y 20%, en relación directa del peso de barbasco molido, mientras que en los otros no la agregan por la carencia de ésta, o simplemente por considerarla innecesaria.

El proceso de molienda se realiza en poco tiempo, si se cuenta con el personal necesario (mínimo cuatro personas con una correcta rotación), logrando moler cuatro o más toneladas de barbasco en una hora de trabajo continuo, dependiendo de la capacidad de molienda del molino.

Fermentación.

Una vez que el rizoma de barbasco sale del molino convertido en una masa color café claro-rojizo, es depositada por medio de -

carretillas en tinas de madera de dimensiones variables, (aproximadamente de dos por dos y por tres metros de altura), con el objeto de que se realice la fermentación.

La fermentación se lleva a cabo por microorganismos que se forman en el barbasco, los cuales están encargados de realizar el proceso de degradación de los hidratos de carbono, tales como Celulosa y Almidón, componentes principales del barbasco y durante el cual hay desprendimiento de energía en forma de calor.

Dentro de las operaciones de beneficios a las que se somete el barbasco, el proceso fermentativo es el menos conocido, debido principalmente a que la literatura consigna pocos artículos al respecto y éstos por lo regular resultan un tanto contradictorios. Así lo demuestra un reporte de investigación de SYNTEX, (fechado con 7 de Octubre de 1955), en donde el Dr. Octavio Mancera, después de realizar varias pruebas, manifiesta que al quinto día de fermentación puede ser extraído el máximo contenido de Diosgenina de la planta, sin embargo, agrega que los experimentos deben confirmarse. Mancera, O. (1955).

Seis años más tarde en un artículo publicado en el Journal de Agricultura de la Universidad de Puerto Rico (Roark, B. y S. Cruzado, 1961), se señala que el peso de la diosgenina en los tubérculos frescos de barbasco no cambia durante el período fermentativo; aunque el porcentaje de diosgenina extraído

aumenta durante el proceso, este incremento no depende de un cambio de la cantidad de diosgenina presente, sino del peso seco de los sólidos totales, el cual disminuye, concluyendo con los datos experimentales que la fermentación no influye en el contenido total presente en los tubérculos de Dioscorea.

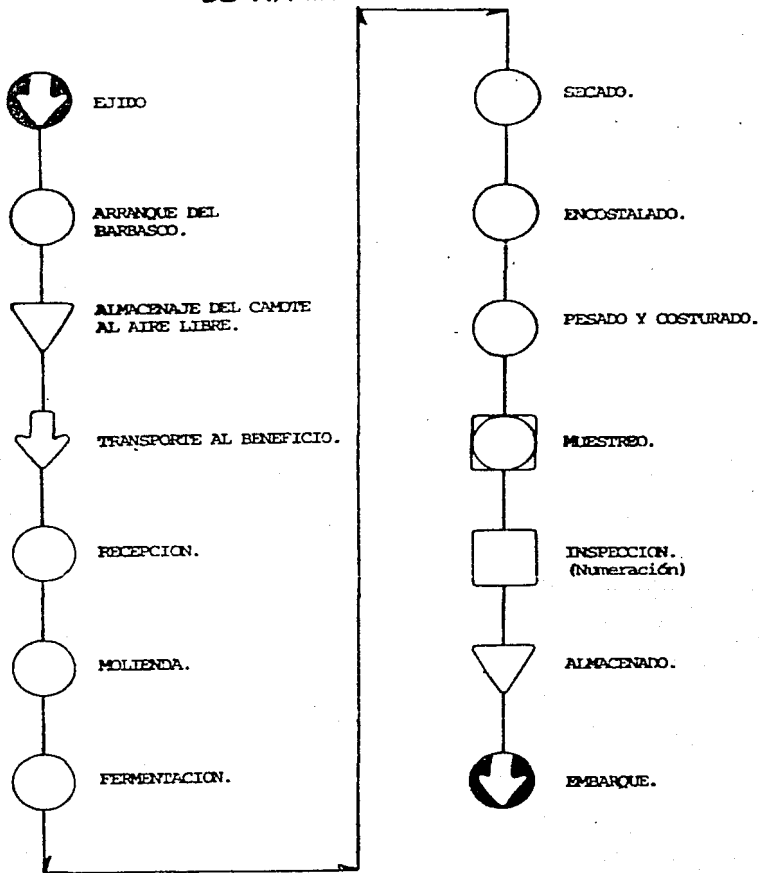
Para el año de 1984, la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México, realizó un trabajo con la finalidad de determinar y aislar los organismos que participan en el proceso de fermentación de la masa de barbascos, llegando a identificar cuatro hongos filamentosos y una levadura; tres de los hongos pertenecen al género Aspergillus, mientras que el cuarto su clasificación no está definida con exactitud; por sus características se cree que corresponde a los géneros Rizhopus o Mucor. La levadura fue determinada como Torulopsis candida. (García, G. y G. López, 1984 y González, F. y F. Cuenca, 1984).

Secado.

Una vez realizada la fermentación, la masa es extraída de las tinas mediante palas y carretillas para ser extendida en toda la planilla de secado, formando una capa con un espesor uniforme de cinco a diez cm. aproximadamente.

Los rayos solares se encargan de evaporar el exceso de agua que contiene la masa, ayudados por una remoción continua que

FIG. No.2 PROCESO TRADICIONAL PARA LA OBTENCION DE HARINA DE BARBASCO.



DEMANDA NACIONAL.

De acuerdo a la estratificación del mercado de la harina de barbasco, ésta se orienta en particular a la industria de hormonas esteroides.

La demanda nacional de la harina de barbasco en el país, está constituida básicamente por el consumo doméstico, ya que las importaciones de este producto en particular están prohibidas, de tal manera que el consumo nacional aparente, únicamente lo conforma la demanda que realizan las empresas consumidoras de harina de barbasco mexicano.

CONSUMO DOMESTICO.

La industria de la harina de barbasco, se encuentra entre las industrias nacionales con una antigüedad de más de 40 años. El auge del mercado de barbasco, se inició en la década de los 50's y continuó hasta mediados de los 70's, cuando se encontraron otros productos sustitutos del barbasco elaborados sintéticamente. A partir de esta fecha, el consumo de harina de barbasco ha resultado muy irregular, debido más a problemas políticos que de abastecimiento. Así, al analizar las cifras de la demanda de los últimos 10 años (1975-1984), puede observarse que pasaron de 6,720 toneladas a 1,538 toneladas, esto se debió entre otros factores a la creación de la Empresa Parae total Productos Químicos Vegetales Mexicanos, S.A. de C.V.,

con la finalidad de regular la producción de harina de barbasco y de todo tipo de productos vegetales susceptibles de aprovecharse para la obtención de fármacos, buscando un equilibrio entre los requerimientos de la Industria Esteroidal establecida en el país y la explotación del recurso, (Anónimo, 1977).

Esto trajo como consecuencia una disminución en la demanda, - debido principalmente a las medidas que trató de imponer esta empresa a las transnacionales en el periodo señalado, tales como incremento en el precio de la harina que en 1975 fue de \$20.00 por kilogramo para enero de 1976, aumentó hasta \$70.00 kilogramo y además solicitó a las transnacionales que dedicaran el 20% de su capacidad instalada para maquilar productos a Proquivemex; estas medidas ocasionaron serios problemas en la comercialización de la harina de barbasco, ya que los objetivos de ambas partes eran muy diferentes tanto en grado como en clase, debido a que los de Proquivemex eran de naturaleza social y nacional, es decir mejorar el bienestar de los campesinos y proteger los recursos naturales del país; en tanto - los de las empresas lo eran privados y globales. Las consecuencias de este problema repercutieron desfavorablemente para la empresa en el periodo 1978-1980, al producirse una disminución significativa en la demanda debido principalmente a que las empresas adquirieron con oportunidad la materia prima suficiente.

Ahora bien, durante el período 1980-1984, la demanda fue del orden de 18 a 20 mil toneladas de harina de barbasco resultando 7% inferior al período 1975-1979, esto se debió entre otros factores a la salida del mercado de las empresas: Esteromex - (1983) y Daisa (1984), dejando de participar en el consumo de harina, (Anónimo Op.cit.).

La localización de las zonas productoras de harina de barbasco se concentra principalmente en los Estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Edo. de México, Guerrero, Michoacán y Puebla. Es importante señalar que la producción de harina satisface en su totalidad a la industria de esteroides que la emplea como materia prima. En la Tabla No.2, se registra el consumo nacional aparente durante el período 1975-1984.

TABLA No.2 CONSUMO NACIONAL APARENTE 1975 - 1984.

ANO	PRODUCCION (ton.)	PRECIO (\$ KG)	C.N.A. (ton.)	EXISTENCIA ARRASTRE (ton.)	EXISTENCIA INICIAL (ton.)	PRODUCCION TOTAL (ton.)
1975	11,420	26.00	6,720	4,700	- o -	11,420
1976	4,093	15.87	955	7,838	4,700	8,793
1977	8,131	55.00	6,095	9,274	7,838	15,969
1978	1,918	64.68	2,576	8,616	9,274	11,192
1979	- o -	71.29	3,500	5,116	8,616	8,616
1980	623	26.25	1,538	4,201	5,116	5,739
1981	2,990	23.79	2,135	5,253	4,201	7,191
1982	3,658	58.60	3,944	5,131	5,253	8,911
1983	6,309	121.36	5,802	6,374	5,131	11,440
1984	5,040	232.50	5,040	6,374	6,374	11,414

OFERTA.

La actividad barbasquera en México ha estado supeditada a situaciones altamente fluctuantes de la oferta y la demanda nacional de harina de barbasco. Así, se tiene que al presentarse una oscilación en los precios tanto del rizoma como de la harina, el consumidor potencial analiza las perspectivas que se le presentan empleando otros productos sustitutos y de estimarlo conveniente, se inclinará por aquellos que considere más remunerativos dadas las condiciones del mercado, por lo que la producción barbasquera es en cierta forma inestable y depende en gran parte de las políticas gubernamentales y de la competencia de los productos sustitutos.

PRODUCCION NACIONAL DE HARINA DE BARBASCO.

Dada la distribución geográfica de las zonas barbasqueras en el país, la Industria de Hormonas Esteroides cuenta durante la mayor parte del año con el abastecimiento suficiente y oportuno de esta materia prima. Sin embargo, las áreas que anualmente se explotan y por consecuencia los volúmenes de extracción obtenidos, están condicionados entre otros factores al agotamiento paulatino del recurso, ya que las áreas de explotación están cada vez más alejadas de los centros de beneficio y además muchas de estas zonas que anteriormente eran abastecedoras de materia prima, han sido destinadas a la agricultura y ganadería principalmente. Por último, un factor que es determinante, la

situación y perspectivas del Mercado tanto Nacional como Internacional de productos esteroides.

La actividad barbasquera nacional se caracteriza principalmente por ser completamente diferente de un año a otro. Si se analiza la producción en el período comprendido de 1975 a 1984, se observa que efectivamente ha experimentado una serie de cambios en su trayectoria. En la Tabla No. 2, se puede apreciar que la producción en 1975 fue de 11,420 toneladas, siendo ésta la más alta del período analizado, disminuyendo drásticamente en los años siguientes, a tal grado que en 1979 no se registró producción alguna, debido a problemas de índole básicamente político como se mencionó anteriormente.

Es conveniente hacer notar que la disminución de la producción de harina de barbasco observada desde 1976 hasta 1980, involucró la reducción de una importante fuente de ocupación para miles de trabajadores del campo.

Las cifras globales de la producción de harina de barbasco para el período de 1981-1984 fue de 17,997 toneladas, resultando inferior en 8,208 toneladas en relación al período antes analizado. Lo anterior fue consecuencia de la disminución en la demanda por las empresas compradoras de esta materia prima y al desarrollo tecnológico para la síntesis de esteroides a partir de otras fuentes alternativas.

Antes de la creación de Proquivemex, la harina de barbasco fue comercializada sin ningún control estricto por parte del Gobierno Federal, pero a partir de 1975, fecha de aparición de la empresa antes mencionada, la participación del Estado ha sido determinante en la colocación de la harina de barbasco en el mercado.

Los volúmenes de harina comercializadas antes de 1975, correspondieron a una sobreexplotación del rizoma a precios reducidos, que permitieron ganancias elevadas para las empresas transnacionales que las insumían. Ya con la participación de Proquivemex, de acuerdo con los objetivos para los que fue creada (mayores beneficios para los campesinos y conservación del rizoma), el precio de la harina se elevó sustancialmente y se redujeron los volúmenes de producción ante la disminución de la demanda; por contar con sustitutos económicamente más rentables y por el agotamiento paulatino de recurso, entre otros factores.

Todo lo anterior, trajo como consecuencia que la harina de barbasco se comercializara por abajo del costo de producción y que el Gobierno Federal a través de Proquivemex, tuviera que subsidiar hasta 1982, el diferencial de precio entre el que están dispuestos a pagar las empresas privadas y el que resulta del costo de producción manifestado por las Uniones Ejidales que son las que producen la harina de barbasco.

Esta situación conlleva a que Proquivemex actúe como interme_ diario en la comercialización, sin que obtenga por ello ningu na utilidad e inclusive, sea el canal de subsidios otorgados por el Gobierno Federal.

PRECIO.

La función de Proquivemex, es comprar el barbasco en verde a - los campesinos, a través de las Uniones de Ejidos de Produc_ ción y Comercialización Agropecuaria, así como de la Unión Na_ cional de Productores y Recolectores de Barbasco y Sustitutos C.N.C. (en la que participan además comunidades y pequeños pro_ pietarios), celebrando contratos anuales de asociación en par_ ticipación con esta empresa, a efecto de obtener mejoras para sus agremiados. El producto es posteriormente vendido a las - Compañías Transnacionales a un precio fijado en relación a la calidad de la harina de barbasco; de esta manera las transna_ cionales a partir de 1975, no están en contacto directo con - los campesinos, sino que todos los negocios se realizan por - medio de la Empresa Estatal.

Por otra parte, Proquivemex se creó en respuesta tanto a la de_ clinante participación del barbasco en la producción Mundial - de Hormonas Esteroides, como a la presión interna que resulta_ ba de la explotación del campesino por estas industrias.

A principios de 1976, Proquivemex aumenta el precio de la --

harina de barbasco un 346.5% en relación al año inmediato anterior, al pasar de \$15.87 a \$55.00, lo que motivó a las Empresas transnacionales al enfrentarse al nuevo precio, no comprar la materia prima, ya que la mayoría de estas compañías habían acumulado cantidad suficiente de harina para poder negociar en forma ventajosa el precio de la harina; originando además que las exportaciones mexicanas de esteroides descendieran drásticamente, creando así presiones económicas que les permitieran tener ventaja en cuanto al precio de harina de barbasco que se debería de fijar para los siguientes años. Las consecuencias de este problema, repercutieron desfavorablemente para la empresa de 1978-1980, al producirse una disminución significativa en las compras durante esos años.

TABLA No.3. PRECIO POR KILOGRAMO DE HARINA DE BARBASCO Y VALOR DE LAS VENTAS.
(1975 - 1984)

<u>ANO</u>	<u>PRECIO*</u> <u>(\$ 1 KG.)</u>	<u>VALOR DE VENTAS*</u> <u>(MILLONES DE PESOS)</u>
1975	26.00	221.5
1976	15.87	62
1977	55.00	368
1978	64.68	167
1979	71.29	105
1980	26.25	11
1981	23.79	82
1982	58.60	241
1983	121.36	715
1984	232.50	1,160

NOTA: *) Valor Promedio.

FUENTE: Elaborada con datos proporcionados por PROQUIVEMEX.

Es a partir de 1981 cuando el precio por kilogramo de la harina de barbasco empieza a aumentar regularmente, ya que para ese año fue de \$23.79 mientras que el valor promedio ascendió - hasta \$232.50 en el año 1984, lo que significa un considerable 977.3% de incremento en tan sólo 4 años.

En la Tabla No.3, se puede observar el valor de las ventas de harina de barbasco en millones de pesos desde 1975, donde se aprecia una semejanza con las variaciones que ha presentado el precio de la harina de barbasco, teniendo en 1980 el menor valor con tan sólo 11 millones de pesos, mientras que en 1984 la cantidad se elevó hasta 1,160 millones de pesos, manteniéndose un incremento regular y sostenido durante estos cuatro años.

Es importante hacer notar, que a partir de 1983 hasta 1984, el precio de la harina de barbasco se renegociaba trimestralmente con base en los incrementos que dictamina la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, así como el Índice Nacional de Precios del Consumidor del Banco de México.

II. OBJETIVOS.

II.1 Objetivo General.

Analizar el proceso de producción de la harina de barbasco para contribuir a su mejoramiento desde su localización, identificación y tratamiento, hasta su presentación final como harina de barbasco.

II.2 Objetivos Particulares.

- II.2.1 Efectuar el análisis de la problemática que ha presentado la Industria de Hormonas Esteroides, con la finalidad de contar con elementos de juicio que permitan determinar el compromiso a futuro de la Harina de Barbasco.
- II.2.2 Establecer las distintas alternativas que existan para producir Harina de Barbasco, a fin de efectuar un análisis de las mismas, tomando aquellas que sean las más adecuadas a los requerimientos de calidad exigidos por la Industria.
- II.2.3 Analizar las muestras de Harina de Barbasco obtenidas de las pruebas realizadas a nivel laboratorio, nivel piloto y escala industrial.
- II.2.4 Seleccionar una metodología para la obtención de Harina de Barbasco, que cumpla con las especificaciones exigidas por la industria, en cuanto a su contenido de Diosgenina, Penogenina y Cenizas.

III. MATERIAL Y METODO.

La realización de este trabajo, comprendió una fase de laboratorio en la que se desarrollaron dos experimentos y otra de campo que incluyó una fase piloto y otra industrial.

Fase de Laboratorio.

Experimento I. Se trabajó con 20 kilogramos de barbasco amarillo (Dioscorea floribunda) procedente de la región de Jocoleche, Estado de México.

Este material se dividió en dos partes a las que se denominó Muestra 1 y Muestra 2, respectivamente.

El material correspondiente a la Muestra 1, fue rebanado y sometido al proceso de secado utilizando tres métodos diferentes: Estufa, planilla e invernadero, y analizando cromatográficamente para determinar su contenido de diosgenina y penogenina y determinando además el porcentaje de cenizas y material volátil o humedad.

Para la Muestra 2, el rizoma de barbasco utilizado se molió en un molino de mayo y se dividió en seis porciones, cuatro - de 2.0 kgs, una de 3.0 y otra de 5.0 kg. Cada una de ellas se

colocó en una tina de plástico de 23 x 23 x 12 cm. y se dejaron fermentar durante tres días, registrando la temperatura cada cuatro horas.

Una vez transcurrido el tiempo de fermentación establecido, se procedió a analizarlas por el método que se describe a continuación.

El método de análisis de las muestras de harina de barbasco para cuantificar el porcentaje de Diosgenina y Penogenina, se basa en el Método Rosanzki modificado (Rosanzki., 1972), el cual se realiza en dos fases: Hidrólisis, Extracción y Cromatografía de Gases y consiste en que una vez obtenida la muestra, parte de ésta se muele en un pequeño molino manual y se homogeneiza perfectamente para extraer 1,200 mg., los cuales se colocan en un matraz de vidrio para hidrólisis tipo 2440, que contiene 15 ml. de colesterol disuelto en xileno como estándar interno en relación de 2 mg. por ml. y 15 ml. de ácido clorhídrico 3N. Esta mezcla se somete a agitación sobre la mantilla de agitación y calentamiento a 90°C durante cuatro horas, con el fin de que se rompa la molécula de Dioscina liberándose la Diosgenina.

Durante el tiempo de hidrolizado la muestra es enfriada por medio de un refrigerante que recircula el líquido (agua), para evitar que se evapore, este enfriamiento se prolonga de 10 a -

15 minutos después de que terminó la hidrólisis, dejándose -
otros 15 minutos fuera del refrigerante.

Posteriormente, la mezcla es centrifugada a 2,500 r.p.m. en -
tubos de ensayo adecuados durante 10 minutos, a fin de separar
absolutamente la fase superior de xileno de la fase acuosa.

Para proceder al análisis cromatográfico, se pasa la fase el -
quida mediante una pipeta a un vial y se inyecta por duplica -
do en el cromatógrafo, el cual es previamente calibrado con un
estándar de referencia que contiene diosgenina y penogenina -
cuya pureza es conocida para determinar el porcentaje real de
diosgenina y penogenina que presenta la muestra.

Los cromatógrafos en los que se realizaron los análisis corres -
pondientes a cromatografía de gases fueron un Hewlett Packard
Modelo 5830 y un Perkin Elmer Sigma-300.

Cuando los valores obtenidos presentan entre sí una diferencia
mayor $\pm 2\%$, se inyecta una tercera muestra con el objeto de con -
tar con otro parámetro de referencia, con el cual se calcula -
nuevamente la relación $\pm 2\%$.

Cuando el valor de la tercera muestra está dentro del margen -
de error indicado anteriormente en relación con alguna, las -
dos primeras se inyectan nuevamente; de esta manera, se -

comprueban los resultados. Si en el valor obtenido no se reduce la desviación del +2% de error, se repetirá el análisis - desde la hidrólisis.

El cromatógrafo de gases a través de los cromatogramas, (Anexo I), representa automáticamente los porcentajes del solvente - en su primer pico, el segundo corresponde al colesterol que - sirvió de estándar interno, mientras que el tercero corresponde a la diosgenina y el cuarto a la penogenina, la cual comercialmente resulta ser una impureza de la diosgenina.

Para efectuar la determinación del porcentaje de cenizas que contiene la muestra húmeda, se pesan de tres a cuatro gramos de muestra molida y se colocan en un crisol de peso conocido, el cual se somete a un precalentado en la estufa a 400°C, durante una hora y luego en la mufla durante tres horas a - 600°C. Al cabo de las cuatro horas, se enfría un poco y se coloca en un desecador durante una hora y media o dos, para - continuar enfriando hasta llegar a la temperatura que contiene el desecador, la cual oscila entre 20 y 30° C.

A continuación se saca el crisol (del desecador), se pesa la muestra calcinada, se resta el peso del recipiente, se multiplica por 100 y se divide entre el peso de la muestra húmeda, obteniéndose el valor porcentual de las cenizas. El valor se anota en hojas de registro. (Ver Anexo II)

Para calcular el material volátil o porcentaje de humedad, se realiza la misma operación que en la determinación de las cenizas, únicamente que en lugar de crisol se utilizan charolas de aluminio y la temperatura de secado dentro de la estufa es de 100°C, la cual es mantenida durante cuatro horas, anotándose los resultados en la hoja de registro (Ver anexo III).

Experimento II. Se llevó a cabo empleando 15 kg. de barbasco amarillo (Dioscorea floribunda) procedente de Amatepec, Edo. de México. Este material fue molido y dividido en seis muestras de diferente volumen cada una y por lo tanto con diferente altura de apilamiento. Las muestras uno, dos, tres y cuatro, se molieron en seco y a las muestras cinco y seis se les agregó 25 y 78 ml. de agua respectivamente. Se dejaron fermentar durante períodos diferentes y se procedió al análisis de cada una de ellas mediante el mismo método.

Fase Piloto.

En esta fase del trabajo, se seleccionó el Beneficio de "La Guadalupe", perteneciente a la Unión de Ejidos Agropecuarios "Arroyo Negro y Anexas", perteneciente a la zona barbasquera II, Acayucan, Ver., que por la calidad del vegetal que recibe, por su capacidad de producción y su ubicación resultó adecuada para el desarrollo de las actividades programadas.

El trabajo realizado en esta etapa, incluyó los siguientes pasos:

- Recepción del barbasco, selección y limpieza. Seleccionando el rosado y el blanco y trabajándolos por separado.
- Una vez obtenidos 2,700 Kq. de barbasco rosado (Dioscorea composita), Este se molió agregándole 20% de agua durante esta operación y posteriormente se dividió en tres muestras.
- Una de ellas se dejó en reposo, la segunda y la tercera fueron removidas diariamente con la diferencia de que a esta última se le agregaba agua durante la remoción.
- En relación al barbasco blanco, se procesaron 550 Kq. de los cuales se dividieron en dos muestras; una vez realizada esta operación se procedió a la molienda; a una muestra se le agregó agua durante el proceso y a la otra se le molió en seco. Ambas se sometieron al proceso de remoción.

Tanto del barbasco rosado como del blanco, se tomaron pequeñas muestras a los días: uno, tres, cinco y siete de fermentación, para determinar los contenidos de diosgenina, penogenina y cenizas. Asimismo, diariamente se registraron las temperaturas de cada muestra para las capas superiores, media e inferior.

Fase Industrial.

Esta etapa se desarrolló en el Beneficio "Catemaco" pertenece a la Unión de Ejidos "Primitivo R. Valencia", ubicado

en Catemaco, Ver., y consistió en los siguientes pasos :

- Recepción del barbasco rosado (Dioscorea composita). Inspección y limpieza de 50 toneladas.
- El material se molió adicionándole un 20% de agua en relación al peso. De este material se tomaron dos muestras, - una de 30 toneladas (A) y otra de 20 toneladas (B).
- De la muestra de 30 toneladas, se tomó una submuestra de - una tonelada (C).

Las tres muestras se dejaron fermentar durante cinco días; a las muestras A y C, se les sometió a remoción total cada 48 - horas y a la muestra B no se le practicó remoción alguna.

Una vez terminado el periodo de fermentación, se procedió al secado en planillas y posteriormente se envasó en costales de 40 Kg. aproximadamente cada uno.

Cada costal fue muestreado introduciéndole un muestreador tubular de 5 cm. de diámetro por 80 cm. de longitud para realizar el correspondiente análisis de diosgenina, penogenina y cenizas.

RESULTADOS.

Fase Laboratorio.

Los resultados obtenidos de los análisis cromatográficos, correspondientes a la Muestra No.1 de la fase de laboratorio (Tabla No.4), demuestran que los valores de diosgenina están muy relacionados, ya que sólo existe una diferencia de 0.55 de punto entre el mayor que fue de 2.7% y el menor que fue de 2.22%. Los valores de penogenina expresan muy poca diferencia entre ellos, llegando incluso a coincidir dos de ellos en 0.24% y el tercero alcanzando 0.43%.

Al determinar el porcentaje de humedad de la misma muestra, se observó que los valores están en función del método de secado utilizando por lo que va desde 1.4% cuando se utilizó la estufa hasta 5.8% cuando se secó en la planilla, pasando por 4.1% al ser secado en invernadero.

El contenido de cenizas no presenta mucha variación entre los tres valores de la muestra uno, registrando una diferencia de 3.7 entre el valor máximo (11.1%) y el mínimo.

Los resultados de las cinco tinas del material de la muestra número dos, que fue molido y sometido a tres días de fermentación, presentaron el mismo valor en todas las tinas en lo que respecta a diosgenina, penogenina y cenizas con 4.18%, 1.19% y 9.8% respectivamente, encontrando sólo pequeñas variaciones -

en el porcentaje de humedad, el cual fue de 5.6%.

Las temperaturas (Tabla No.5), registradas durante los tres - días de fermentación, se mantuvieron muy semejantes en todas las tinas durante los días que duró el proceso. Así, para el primer día los valores promedio de cada tina se mantuvieron - en el rango de 20.67°C a 22.67°C.

Durante el segundo, aunque las temperaturas incrementaron el - rango no varió mucho, siendo de 23.17°C a 25.32°C. El valor promedio para las 6 tinas al tercer día fue de 24.5°C.

Los resultados analíticos correspondientes al Experimento II, (Tabla No.6), demuestran que el valor de diosgenina más alto correspondió a la Muestra No.6 con 4.2%, mientras que el más bajo fue para la muestra No.1, con 3.33%.

Los valores de la penogenina expresados en la misma tabla, de muestran que el resultado mayor 1.74% presentó la muestra con siete días de fermentación y el menor 0.85% la número 5, con cinco días de proceso.

El pH fue tomado en todas las muestras y durante todos los - días que duró la fermentación, manteniéndose en los últimos - días en el rango ácido de 4 a 5, anotándose el valor promedio para cada muestra en la Tabla No.6.

En los valores correspondientes a las cenizas, se observa que la variación entre ellos fue de sólo 2.3% con una desviación estándar de 0.7.

En la Tabla No.7, se presentan los valores de las temperaturas registradas para las tinas dos, tres, cuatro, cinco y seis durante los primeros tres días de fermentación, los cuales alcanzaron 19°C como máxima y 14°C como temperatura mínima, también se observó en los valores promedio que la temperatura se elevó en todas las muestras conforme transcurría el día.

Fase Piloto.

Analizando los resultados correspondientes a las pruebas de fermentación efectuadas en el Beneficio "La Guadalupe", Tabla No. 8, se desprende que en la Tina No. 1, el barbasco rosado alcanzó su valor más alto en diosgenina al séptimo día con 3.06%, mientras la penogenina registró sus mayores valores al sexto y séptimo días con 1.06% y 1.05% respectivamente.

Las cenizas se comportaron de manera muy semejante entre sí, promediando 20.2% con tan sólo dos de desviación estándar.

En la Tabla No. 1, los valores que presentó la diosgenina fueron superiores en comparación con los de la Tina No. 1, encontrando los mayores a los seis y siete días con 1.21 y 1.27%.

Al igual que en la Tina No. 1, las cenizas que presentó la masa de la Tina No. 2, oscilan sobre 21% desviándose únicamente 0.94 de este valor promedio.

Los valores de diosgenina de la Tina No. 3, fueron los más altos entre las tinas de barbasco rosado, además presentaron un rango de tan sólo 0.5 puntos, obteniendo el valor más alto nuevamente al séptimo día con 3.87%, mientras que la penogenina presentó incrementos proporcionales a los días de fermentación a los que fue sometida la muestra.

En lo que se refiere a los valores de las cenizas para la

misma Tina No.3, promediaron 22% con una desviación estándar de 2.69 ; lo que significa que dichos valores oscilaron alrededor de la media.

De los 550 kg. de barbasco blanco que se dividieron en dos - muestras, se tienen datos de diosgenina, penogenina, cenizas y humedad de los tiempos cero, tres, cinco y siete para la primera muestra, y del quinto, sexto, séptimo y octavo días para la segunda.

De los resultados obtenidos de la primera muestra, se desprende que los valores de diosgenina promediaron 2.59% y los de penogenina fueron mucho más elevados en relación a los de barbasco rosado, registrando 1.01% como el más bajo al tiempo cero y 1.55% como el mayor al tiempo tres.

Al observar los valores que presentó esta tina en contenido de cenizas, se distingue que fue el más bajo de todo el experimento promediando tan sólo 12.7% y con una desviación de 0.77.

De la tina número dos de barbasco blanco, se tienen los datos de diosgenina, penogenina, cenizas y humedad, desde el quinto hasta el octavo día de fermentación, encontrando al séptimo - día el mejor porcentaje de diosgenina, así como el mayor en - penogenina y cenizas con 3.93%, 1.62% y 17% respectivamente.

El valor más bajo correspondió a la muestra con cinco días de fermentación, el cual fue aumentando progresivamente hasta el séptimo día para decaer al octavo, tanto en diosgenina como en penogenina.

El contenido de cenizas que presentó esta tina fue de 16.5%, con una desviación estándar de sólo 0.32, lo que demuestra la centralidad de los valores obtenidos.

La humedad o material volátil de todas las muestras de la fase piloto, presentó ligeras variaciones siendo el valor más alto de 15.9% y el más bajo de tan sólo 0.1%, haciendo un promedio de los 31 valores, se obtuvo un valor de 7.16% con una desviación de 3.5.

El método de secado fue en la mayoría de los casos en planilla durante dos días, sólo las muestras que presentaban demasiada humedad antes de ser analizadas fueron sometidas a un secado previo en la estufa del laboratorio.

Las temperaturas registradas (Tina No. 9) para las cinco tinas durante los días que duró la fermentación, y para los tres niveles que presentó la masa a excepción de la tina tres, en la cual por estar seminundada no se diferenciaban capas, demuestran que en promedio la temperatura osciló entre 28°C y 40°C, manteniéndose la tina número tres a 29°C.

Durante los tres primeros días de fermentación, se observó que la temperatura de la capa superior fue la mayor, descendiendo ésta al ir pasando a las capas inferiores. Para el cuarto y quinto días, la temperatura de la capa intermedia fue mayor a la de la capa superior, sucediendo esto en las cuatro tinas como se puede observar en la Tabla No.9.

En consecuencia, la capa inferior resultó siempre ser la más fría de las tres, sin embargo, ninguna de las tinas registró diferencias mayores a cinco grados centígrados entre capa y capa para el mismo día.

Fase Industrial.

De los resultados obtenidos en las pruebas de fermentación a escala industrial (Tabla No.10), se desprende que los valores de diosgenina para las Tinas: A, B y C, se comportaron irregularmente, ya que el mayor valor de la masa de la Tina A, 3.85%, se obtuvo a los cinco días, el de la tina B, 4.89% a los tres primeros días y para la masa de la tina C, el mayor porcentaje 4.42% se encontró después de los cinco días.

Los valores de penogenina además de ser bajos, alrededor de 0.4% fueron muy regulares para todas las tinas. A diferencia de la penogenina, las cenizas fueron muy altas promediando 28.78% con una ligera desviación estándar de 2.5.

TABLA No. 4. RESULTADOS ANALITICOS DE LA PRUEBA I DE FERMENTACION A NIVEL LABORATORIO.

<u>CLAVE</u>	<u>KG. BARBASCO</u>	<u>MOLIDO</u>	<u>ADICION DE AGUA</u>	<u>DIAS DE FERMENTACION.</u>	<u>SECADO</u>	<u>H. (%)</u>	<u>D. (%)</u>	<u>P. (%)</u>	<u>C. (%)</u>
1	1.0	No	No	0	Estufa.	1.4	2.24	0.24	11.1
2	1.5	No	No	0	Planilla.	5.8	2.77	0.43	10.6
3	1.0	No	No	0	Invernadero.	4.1	2.22	0.24	7.4
4	2.0	Si	No	3	Evaporación normal.	4.1	2.22	0.24	7.4
5	2.0	Si	5%	3	Planilla.	3.6	4.18	1.19	9.8
6	2.0	Si	No	3	Evaporación normal.	3.6	4.18	1.19	9.8
7	3.0	Si	No	3	Evaporación normal.	3.6	4.18	1.19	9.8
8	5.0	Si	No	3	Evaporación normal.	3.6	4.18	1.19	9.8
9	2.0	Si	No	3	Planilla.	4.9	4.37	1.24	9.8

H. = Humedad.

D. = Diosgenina.

P. = Penogenina.

C. = Cenizas.

TABLA No. 5. TEMPERATURAS REGISTRADAS EN LAS TINAS DE FERMENTACION A ESCALA DE LABORATORIO.

TIEMPO DIAS	TEMPERATURA .°C					
	TINA 1	TINA 2	TINA 3	TINA 4	TINA 5	TINA 6
1	22	21	23	21	21	21
	22	20	20	20	22	21
	24	21	21	21.5	22.5	22
<i>Temperatura promedio:</i>	22.67	20.67	21.33	20.83	21.83	21.33
2	26	24	24	24.5	25	25.0
	25	23	23	23.5	24	23.8
	24.7	22.5	22.5	23	24	23.5
<i>Temperatura promedio:</i>	25.23	23.17	23.17	23.67	24.33	24.10
3	24	24	23.5	24	23.5	23.9
	24.5	25	25	25	25	24.8
	25	25	24.5	24.5	25	24.8
<i>Temperatura promedio:</i>	24.83	24.67	24.33	24.5	24.5	24.5

NOTA: Las lecturas de temperaturas se efectuaron cada cuatro horas, durante 72 horas.

TABLA No. 6. RESULTADOS DE ANALISIS CROMATOGRAFICOS DE LAS PRUEBAS DEL EXPERIMENTO II, A NIVEL LABORATORIO.

CLAVE	MOLIENDA (ml. H ₂ O)	DIAS DE FERMEN TACION	ALTURA APILA MIENTO (cm.)	P.H	HUMEDAD (%)	DIOSG. (%)	PENOG. (%)	CENIZAS (%)
1	Seco.	0	4.0	4.5	1.5	3.33	1.71	7.8
2	Seco.	3	4.0	4.5	1.9	3.95	1.10	9.5
3	Seco.	4	4.0	4.4	2.8	4.05	1.10	9.2
4	Seco.	7	3.0	4.2	1.0	3.54	1.74	8.6
5	25	5	1.5	4.2	1.4	3.91	0.85	10.1
6	78	5	7.0	4.2	1.5	4.21	1.24	8.8

NOTA: La cantidad de barbasco molido en todas las tinas fue de 2.5 kg.

TABLA No.7. REGISTRO DE TEMPERATURAS DE LAS TINAS DEL EXPERIMENTO II, A NIVEL LABORATORIO.

TINA	DIA	H O R A			PROMEDIO		
		8:00 (°C)	12:00 (°C)	16:00 (°C)	8:00 (°C)	12:00 (°C)	16:00 (°C)
2	1º	18.0	17.5	17.0			
	2º	14.0	15.0	17.0	16.3	16.3	17.0
	3º	17.0	--	--			
3	1º	16.0	19.5	19.0			
	2º	16.0	16.5	19.0	16.2	18.3	19.0
	3º	16.5	--	--			
4	1º	16.0	18.0	19.0			
	2º	--	16.5	18.5	17.5	17.3	18.8
	3º	19.0	--	--			
5	1º	17.0	18.0	17.5			
	2º	--	17.0	19.0	17.3	17.5	18.3
	3º	17.5	--	--			
6	1º	17.0	19.0	18.5			
	2º	--	18.0	19.0	17.3	18.5	18.8
	3º	17.5	--	--			

NOTA: Los tres valores de temperatura de cada hora se refieren al 1er., 2do. y 3er. días de fermentación.

TABLA No. 8. RESULTADOS ANALITICOS DE MUESTRAS TOMADAS DE LA FERMENTACION EFECTUADA EN EL BENEFICIO DE LA GUADALUPE.

NO. DE CLAVE	DIOSG. (%)	PENOG. (%)	CENIZAS (%)	HUMEDAD (%)
LG- x 1T-3	3.51	0.88	18.2	7.7
LG- x 2T-3	3.59	0.96	20.6	5.1
LG- x 3T-3	3.49	1.01	20.3	7.2
LG- x 4T-3	3.64	1.14	21.9	5.6
LG- x 5T-3	3.15	0.92	21.2	1.5
LG- x 6T-3	3.32	1.12	25.5	0.1
LG- x 7T-3	3.61	1.36	26.3	1.04
LG- x 0T-2	2.65	0.70	21.2	14.0
LG- x 1T-2	2.53	0.76	22.2	15.9
LG- x 2T-2	3.37	0.95	19.3	7.1
LG- x 3T-2	3.48	0.98	19.8	5.4
LG- x 4T-2	3.38	1.12	21.4	8.0
LG- x 5T-2	3.47	1.19	22.0	5.4
LG- x 6T-2	3.61	1.27	21.5	7.3
LG- x 7T-2	3.53	1.21	20.9	8.2
LG- x 0T-1	2.21	0.59	18.3	7.5
LG- x 1T-1	2.79	0.77	19.8	6.9
LG- x 2T-1	2.89	0.91	18.6	6.2
LG- x 3T-1	2.62	0.82	23.3	10.8
LG- x 4T-1	2.76	0.85	23.6	9.6
LG- x 5T-1	3.03	0.92	18.9	6.8
LG- x 6T-1	3.00	1.06	18.9	6.8
LG- x 7T-1	3.06	1.05	20.5	4.8
LG- x 5T-2-B	3.30	1.26	16.6	8.9
LG- x 6T-2-B	3.46	1.39	16.4	7.0
LG- x 7T-2-B	3.67	1.51	17.0	1.4
LG- x 8T-2-B	3.49	1.46	16.1	6.9
LG- x 0T-1-B	2.16	1.01	12.1	9.7
LG- x 3T-1-B	2.65	1.55	12.5	6.8
LG- x 5T-1-B	2.82	1.44	12.4	13.8
LG- x 7T-1-B	2.74	1.43	14.1	8.2

NOTA: LG = La Guadalupe
x = Tiempo (días)
T = Tína
B = Barbasco blanco.

TABLA No. 9 REGISTRO DE TEMPERATURAS PROMEDIO POR CAPA DE LAS TINAS DE FERMENTACION DEL BENEFICIO: LA GUADALUPE.

T E M P E R A T U R A S ° C																									
TINA	No. 1					No. 2					No. 3					No. 4					No. 5				
Días de Fermentación	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º	1º	2º	3º	4º	5º
Capa Superior	33	37	40	30	39	31	39	37	36	33	Capa única temperatura promedio durante el periodo de fermentación.	35	36	40	40	38	28	28	34	33	33				
Capa Intermedia	30	37	35	41	39	30	39	39	37	40		35	36	43	41	40	28	28	35	35	34				
Capa Inferior	28	34	34	37	36	28	36	37	33	38		29° C	35	36	39	38	36	28	28	32	31	31			

DONDE :

- TINA No. 1 - Barbasco rosado, molienda con adición de agua y sin remoción.
- TINA No. 2 - Barbasco rosado, molienda con adición de agua y con remoción diaria.
- TINA No. 3 - Barbasco rosado, masa seminundada y con remoción diaria.
- TINA No. 4 - Barbasco blanco, molienda con adición de agua y remoción diaria.
- TINA No. 5 - Barbasco blanco, molienda en seco y sin remoción.

TABLA No. 10. RESULTADOS ANALITICOS DE MUESTRAS DE HARINA - DE BARBASCÓ, OBTENIDOS DE LAS FERMENTACIONES EFECTUADAS EN LA UNION: PRIMITIVO R. VALENCIA.

<u>TINA</u>	<u>TIEMPO (días)</u>	<u>DIOSG. (%)</u>	<u>PENOG. (%)</u>	<u>CENIZAS (%)</u>	<u>M. VOLATIL (%)</u>
A	3	3.79	0.46	32.7	5.4
	5-6	4.04	0.51	28.7	6.4
B	3	4.89	0.46	26.1	4.4
	5	4.41	0.20	25.3	8.4
	6	4.47	0.37	26.5	11.9
	0	2.77	0.21	28.0	2.6
C	3	3.70	0.32	32.1	6.8
	5	3.48	0.51	30.5	7.9
	10-11	4.42	0.43	30.3	8.0

TINA A. 30 toneladas.

TINA B. 1 tonelada (testigo).

TINA C. 20 toneladas.

D I S C U S I O N .

El objetivo principal de la prueba No. 1, a nivel laboratorio, - que consistió en saber si la fermentación servía para facilitar la extracción de mayores contenidos de diosgenina existentes en los rizomas, se cumplió al observar que el barbasco que fue an lizado inmediatamente después de picado, presentó valores de diosgenina menores de 2.8%, mientras que la masa de las tinas - que fueron molidas y sometidas a tres días de fermentación - (72 horas), presentaron valores mucho mayores. Asimismo, se ob serva que el método de secado que resultó ser el más adecuado - fue en la estufa, sin embargo, la masa de varias tinas que se se caron en la planilla por medios naturales, es decir a la intem perie expuesta a los rayos solares resultaron ser aceptables, pues los valores de humedad de las muestras secas que se obtu vieron fueron menores al 8%, lo cual se considera adecuado, ya que se encuentra abajo del límite permitido.

La cantidad de rizomas utilizada en cada una de las tinas de la cuatro a la nueve fue muy poca, por lo que se considera que las temperaturas registradas en el experimento correspondieron a la temperatura que imperó en el ambiente durante esos días.

Estas temperaturas fueron prácticamente constantes; es decir, - no sufrieron variación en ninguna de las tinas durante el tiempo que duraron las pruebas, motivo por el cual resulta prematu- ro en este caso, relacionar las temperaturas con los valores - obtenidos tanto en diosgenina como de penogenina.

En relación a la Tina No.4, que se le adicionó agua no se observó algún cambio significativo, debido tal vez a que el volumen que ocupó la muestra dentro de la tina fue mínimo, lo único que varió fue el tiempo de secado.

El segundo experimento realizado a nivel laboratorio, en el cual se utilizó barbasco fresco, fue con la finalidad de conjuntar diferentes variables para determinar su influencia y comportamiento durante el proceso de producción de harina de barbasco.

El tiempo empleado en la fermentación que mejores resultados presentó al ser analizadas las muestras, fue entre cuatro y cinco días, presentando la totalidad de los resultados un comportamiento gaussiano; es decir, el contenido de diosgenina se incrementó del 1er. al sexto día, ya que al séptimo día de someter la masa al proceso fermentativo, el porcentaje de diosgenina extraído comenzó a descender paulatinamente pero no con la misma velocidad con la que se incrementó.

El valor del pH no presentó influencia en los rendimientos ni de diosgenina ni de penogenina, ya que éste varió muy poco durante el transcurso del proceso, tendiendo cada día más hacia la acidificación (pH=5), sin embargo, fue tan lento que apenas se apreció. Además no se encontró ninguna relación entre el valor del pH y los valores de diosgenina y penogenina que se obtuvieron en este experimento.

Es importante señalar, que en todas las tinas se procesaron 2.5 kg. de rizoma de barbasco verde, sin embargo, la altura de apilamiento varió debido a la distribución de la masa dentro de las tinas variando siempre en aquellas a las que se les agregó agua durante la operación de molienda, pero esta variable tampoco afectó los resultados de las muestras, ya que al igual que en el experimento No.1, la cantidad procesada de barbasco que se utilizó fue poca, por lo que no se puede establecer una relación confiable entre las variables que se manejaron y los resultados obtenidos principalmente de diosgenina.

El valor más elevado que se obtuvo en esta prueba correspondió a la tina que se le agregaron 78 ml. de agua durante la molienda, sin embargo, existe muy poca diferencia con aquellos que se molieron en seco, o con menor cantidad de líquido como para elaborar una conclusión bien fundamentada.

Si existe diferencia entre las muestras que fueron fermentadas en seco y con adición de agua, resultando el tiempo óptimo en el 3er. día para las que fueron molidas en seco y de siete para las que les adicionó agua.

Las temperaturas registradas en esta prueba, presentan nuevamente el problema que se mencionó anteriormente y es que la cantidad de barbasco procesada no fue suficiente, razón por la que impidió, de alguna forma, generar la temperatura óptima de fermentación.

Al revisar los resultados del experimento a nivel piloto, se puede observar que los mejores rendimientos de diosgenina se obtuvieron después de cinco días de fermentación, prolongándose hasta los siete días, tiempo en el cual éste empieza a decaer paulatinamente. En lo que respecta a la penogenina, el comportamiento que se presentó para cada una de las tinas es muy regular, ya que va en aumento día a día.

Otra observación, la cual es muy oportuno hacer notar, se basa en el hecho de que todas las referencias que hacen mención a las calidades de las diferentes especies del barbasco, ubican al barbasco rosado (Dioscorea composita) muy por encima del blanco (D. floribunda), a pesar de lo anterior en esta prueba, una tina que contenía únicamente barbasco blanco presentó en promedio el valor más alto de diosgenina, resultando mayor aún que las tres tinas que contenían barbasco rosado. Sin embargo, la otra tina que tenía barbasco blanco no registró valores satisfactorios de diosgenina, alcanzando tan sólo 2.59% en promedio, valor con el cual ocupó el último sitio dentro de las cinco tinas en comparación. Esto dificulta el hecho de elaborar una conclusión más confiable en lo que respecta a calidades de las diversas especies del género Dioscorea.

En la Tina No. 1, la cual se puede considerar como tina control ya que se procedió de manera tradicional, se obtuvieron valores que fluctuaron alrededor de 3.5% de diosgenina y 1.05% de penogenina.

En la Tina No.2, se efectuó la remoción del barbasco con el objeto de mantener uniforme la humedad de la masa, así como la relación de oxígeno, se observó que los valores de diosgenina en comparación con la Tina No.1, disminuyeron en promedio 13.1%, - mateniéndose el valor en contenido de penogenina.

La Tina No.3, presentó los valores más bajos de diosgenina y los más altos de penogenina para las tinas con barbasco rosado, seguramente a consecuencia de que se le agregó agua diariamente, impidiendo de esta manera que se realizara la fermentación adecuadamente tanto por el arrastre continuo de bacterias y hongos, como por el abatimiento de la temperatura a la que era objeto cada día; por lo que este procedimiento de ningún modo favorece para mejorar la calidad de la harina durante el procesamiento del rizoma de barbasco.

La Tina No.4, presentó valores de alrededor del 3.8% de diosgenina y 1.4% en penogenina, valores satisfactorios si se considera que corresponden a barbasco blanco en comparación con los valores que presentó la Tina No.5, los cuales oscilan en 2.59% para diosgenina y 1.35% para penogenina; al parecer, la diferencia consistió en la adición de agua, ya que al barbasco de la Tina No.4, se le agregaron aproximadamente 40 lt. durante la molienda, no así a la masa de la Tina No.5. En ambas tinas se practicó la remoción diaria de la masa durante el tiempo que duró la fermentación.

Al revisar cuidadosamente los valores que se registraron de las temperaturas de cada una de las tinas (Tabla No. 9) y relacionar los con los valores de diosgenina y penogenina (Tabla No. 8), que presentaron las mismas tinas, se puede apreciar que la Tina No. 3, la cual permaneció semiinundada durante la prueba, presentó los valores más bajos tanto de temperatura como de diosgenina y de penogenina, encontrando que existe para esta prueba en particular, una relación directa entre temperatura y calidad, ya que la Tina No. 4, que presentó la mejor calidad en promedio de las cinco, también fue la que manifestó mayor temperatura, la cual en promedio fue de 37.8°C , conservándose en todas las tinas esta relación.

Hay que mencionar que la temperatura más alta que se registró en promedio fue de 40°C , para la tina que mejor calidad presentó, esto indica que 40°C es una temperatura apropiada para que se realice una buena fermentación de la masa de barbasco, pero no se puede decir cual es la temperatura ideal, ya que en esta prueba se desconoce el comportamiento de la masa con temperaturas mayores a la mencionada anteriormente, lo que también se deduce es que a menor temperatura durante el proceso de fermentación la calidad se ve disminuida.

Asimismo, se aprecia notablemente la gran diferencia que hay en cuanto a la temperatura de fermentación entre esta prueba y la realizada a nivel laboratorio. Esto muy probablemente a consecuencia de los diferentes volúmenes de masa que se manejaron en

los experimentos, ya que cuando se usaron más de 200 Kg. la temperatura aumentó al doble, con lo cual se comprueba que las bajas temperaturas registradas en los experimentos anteriores, se deben a la cantidad de material utilizado.

En lo que respecta al porcentaje de cenizas, se observa que las dos tinas de barbasco blanco fueron las que en promedio presentaron los valores más bajos (16.5% y 12.7%), esto fue debido a que la cantidad procesada fue menor que la contenida en las tinas de barbasco rosado, y por consiguiente el cuidado que se tuvo en la limpieza, inspección y selección del rizoma, fue más minucioso. El porcentaje que presentaron las tres tinas con barbasco rosado, a pesar de ser inferior al 25% permitido comercialmente, resulta ser muy alto considerando todos los cuidados que se tuvieron previos a la molienda, debido probablemente a que el agua agregada durante la molienda presentó gran cantidad de minerales disueltos, los cuales quedaron adheridos a la masa, lo que provocó que se incrementara el contenido de cenizas. Observándose que los contenidos de cenizas de la tina con barbasco blanco molidos en seco fueron los más bajos, verifica lo dicho anteriormente.

Con los resultados que se obtuvieron de los análisis de las muestras de harina de barbasco de la prueba a nivel industrial

realizada en el Beneficio: Catemaco, Ver. [Tabla No.10], se desprende que la remoción que se efectuó en la masa de las tinas "A" y "C", no justifica en calidad, el desgaste físico y el tiempo aplicado para cambiar de tina, grandes volúmenes de masa de barbasco.

En la misma tabla, se puede apreciar también los bajos porcentajes de penogenina que se obtuvieron en el experimento, pero esto no resultó como consecuencia del procedimiento realizado, sí no más bien, es una característica típica que presenta el barbasco de esta región del Estado de Veracruz.

Los porcentajes que presentaron las cenizas para esta prueba, estuvieron por encima del porcentaje aceptado comercialmente, sin embargo, se confirma que el hecho de que a "mayor volumen mayor cantidad de cenizas", debido a la gran dificultad que existe al tratar de revisar cuidadosamente 50 toneladas de rizomas de barbasco, lo cual es ya una cantidad considerable.

C O N C L U S I O N E S

Las conclusiones que se desprenden del trabajo realizado, pueden ser tomadas en consideración si se desea reproducir las condiciones de experimentación para el proceso de la Harina de Barbasco; sin embargo, los resultados pueden variar, toda vez que el recurso que nos ocupa es un vegetal silvestre que está expuesto a diferentes factores, entre los que, por su importancia, pueden citarse: el clima y la vegetación asociada.

1. Del estudio de mercado realizado, se puede observar que la Harina de Barbasco está sujeta a las variaciones de la oferta y la demanda, lo cual origina grandes especulaciones en el comercio de esta materia prima.
2. Con los datos obtenidos en la realización de las pruebas a nivel laboratorio, se desprende que de todas las variables utilizadas únicamente tuvieron aplicación en las siguientes fases, la temperatura, la remoción, la adición de agua y el tiempo de fermentación, por considerarse con mayor influencia dentro del proceso de producción de Harina de Barbasco.

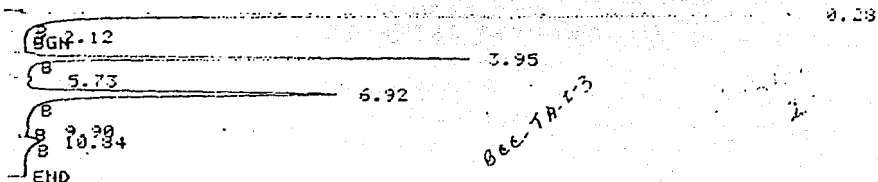
3. Los valores de diosgenina más altos a nivel laboratorio, fueron los obtenidos de las muestras sometidas al proceso de fermentación durante cuatro y cinco días con adición de agua durante la molienda y por espacio de tres días en ausencia del líquido. Por lo que se concluye, que la fermentación efectivamente favorece para obtener mejores rendimientos y siendo el periodo de tres a cinco días el que resulta óptimo.
4. De los resultados a nivel piloto obtenidos con las variables seleccionadas de la fase laboratorio, se observó que los mejores rendimientos de diosgenina se obtuvieron después de cinco días de fermentación, prolongándose hasta los siete días, tiempo en el cual éste empieza a decaer lentamente, por lo que se confirma que el tiempo es un factor muy importante.
5. De las dos especies utilizadas en los experimentos a nivel piloto, se observó que el barbasco rosado (D. composita), presentó mejores resultados de diosgenina que el barbasco blanco (D. floribunda), además se puede apreciar que el hecho de inundar completamente la masa de barbasco durante la fermentación no aumenta la calidad de la harina.

6. Los valores que se obtuvieron de los análisis de las muestras de harina de barbasco a nivel piloto e industrial, demostraron que la remoción efectuada en la masa durante la fermentación no afecta la calidad de la harina de barbasco, a pesar de los esfuerzos que se requieren para realizar dicha actividad.

7. Las metas perseguidas en este trabajo, tuvieron un desarrollo y una evolución paulatina, gracias a lo cual se consiguió concluir satisfactoriamente los objetivos planteados. El objetivo de optimizar el proceso del beneficio del barbasco, fue con la intención de aplicarlo a nivel industrial permitiendo mayores ventajas económicas a los productores de harina de barbasco. Sin embargo, se recomienda continuar con cualquier investigación que garantice un beneficio, tanto al recurso vegetal como al producto que de éste se obtiene.

Entre los múltiples temas capaces de involucrar toda una investigación, podemos citar el aprovechamiento de las partes aéreas, la reproducción inducida en su habitat, el cultivo en condiciones más naturales, ampliación de nuevas zonas de explotación barbasquera y "veda" de zonas sobreexplotadas.

INST 1 METH 16 FILE 84
 RUN 13
 SENSITIVITIES 250 20



INST 1 METH 16 FILE 84
 RUN 13 20 : 51.2 8 / 28 / 84
 SENSITIVITIES 250 20

TIME	AREA	BC	RRT	RF	C	NAME
3.95	16.5299		1.000	1.000	4.0000	COLESTEROL:
6.92	21.9328		1.751	0.719	3.3160	DIOSGENINA:
10.84	1.0907		2.744	1.557	0.4110	PENOGENINA:

CRONATOGRAMA.-

Los cuatro picos que se muestran representan, en orden descendente: porcentaje de solvente, coleste - rol, diosgenina y penogenina.

032

L I T E R A T U R A .

- ANONIMO, 1982 a. *Comisión sobre la Ecología de las Dioscoreas. Contribución al Estudio Ecológico de las Zonas Cálidas-Húmedas de México.* (2), Inst. Nat. de Inv. For.
- ANONIMO, 1982 b. *Comisión sobre la Ecología de las Dioscoreas. Contribución al Estudio Ecológico de las Zonas Cálidas-Húmedas de México.* (3). Inst. Nat. de Inv. For.
- ANONIMO, 1977 c. *Comisión sobre la Ecología de las Dioscoreas. Contribución al Estudio Ecológico de las Zonas Cálidas-Húmedas de México.* (4). Inst. Nat. de Inv. For.
- ANONIMO, 1977. *Diagnóstico y Perspectivas Técnico-Económica y Financiera de Proquivemex, S.A. de C.V. 1a. Etapa Diagnóstico del Abastecimiento de Materia Prima y Producción de Harina de Barbasco. Tomo I, II y III.*
- ANONIMO, 1976. *Carta Geológica de la República Mexicana. Escala 1:2000 000 editada por el Instituto de Geología, -- U.N.A.M.*
- GARCIA, G. Y G. LOPEZ, 1984. *Determinaciones de las Condiciones de fermentación en el Beneficio primario de Barbasco en las plantaciones de San Pedro Limón, Municipio de Tlatlaya y Santo Tomás de los Plátanos en el Estado de México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma del Estado de México. 72 p.*
- GEREFFI, G., 1981. *Los Oligopolios Internacionales, el Estado y el Desarrollo Industrial en México: El caso de la Industria de Hormonas Esteroides. Dinámica de la Empresa Mexicana. Princenton. University Press. N.J.*

- GILG, E. y N. SCHURHOFF, 1958. Botánica aplicada a la Farmacia. 3a. Ed. Editorial Nacional. 484 p.
- GOMEZ-POMPA, A., 1980. *Notas sobre el posible origen del nombre Barbasco*. Inédito.
- GOMEZ-POMPA, A, et. al. 1968. Biología, Unidad, Diversidad y -- Continuidad de los Seres Vivos. Ed. CECSA, México -- 942 p.
- GONZALEZ, L., y L. MANON, 1980. *Estudios Ecológicos sobre el -- Barbasco. Reunión para el análisis y reorientación de investigaciones sobre el barbascos*. Pub. Esp. No. 21.
- GONZALEZ, F., y F. CUENCA, 1984. *Modificaciones de las Condiciones de fermentación en el beneficio del Barbasco de San Pedro Limón, Municipio de Tlatlaya, Edo. de México*. Tesis Profesional. Univ. Aut. del Edo. de México. 63p.
- HERNANDEZ, R., 1984. *El Barbasco y sus aplicaciones*. Información Científica y Tecnológica. Vol. 6, Marzo.: 45-46.
- MANCERA, O., 1955. *Reporte de Investigación*. SYNTEX. Inédito.
- MARTIN, F., 1970. *Potencialidades para mejorar los ñames que contienen sapogeninas*. In: *Un discurso para el Simposium Internacional sobre Dioscoreas*. Cd. de México. Octubre 14, 15 y 16 Mayagüez, Puerto Rico.
- MARTIN, F., and S. ORTIZ, 1963. *Chromosomes numbers and behavior in some Dioscorea species*. Inter. Jour of Cytology. Vol. 28. No. 1: 96-101.

MARTIN, F., and S. ORTIZ, 1966. Chromosomes numbers and behavior in some Dioscorea species. Inter. Jour of Cytology. Vol. 31, No.1: 105-107.

MATUDA, E., 1953. Las Dioscoreas de México. Ann. Inst. Biol. Mex., XXIV, 2.

ROARK, B., AND S.H. CRUZADO, 1961. The effect of Fermentacion - on the Diosgenin content of Dioscorea tubers: Jour Agric. Univ. Puerto Rico 45 (2): 121-122.

ROZANSKI, A., 1972. A. Simplified Method of Extraction of - Diosgenin from Dioscorea Tubers and its Determination by - Gas-liquid Chromatography. Analyst, Vol. 97: 968-972.

TELLEZ, O. Comunicación personal.