



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

OBTENCION DE UN EXTRACTO Y SECADO POR
ASPERSION DE TAMARINDO NATURAL; SU
APLICACION EN DIVERSOS PRODUCTOS
ALIMENTICIOS.

TESIS MANCOMUNADA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO
BIOLOGO

P R E S E N T A N
LUIS JAVIER GAYTAN ORTEGA
EZEQUIEL HERNANDEZ TOLEDO

1 9 8 5



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.

INDICE

	PAGINA
CAPITULO I.- ANTECEDENTES -----	1
CAPITULO II.- OBJETIVO -----	3
CAPITULO III.- GENERALIDADES -----	5
CAPITULO IV.- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ESTADISTICA DE LA -- PRODUCCION; USOS -----	10
CAPITULO V.- PRODUCCION:	
A) Extracción y proceso enzimático -----	21
B) Concentración -----	27
C) Secado por Aspersión -----	29
D) Estudio Experimental -----	33
CAPITULO VI.- CALCULO DEL EQUIPO -----	46
CAPITULO VII.- EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO -----	56
CAPITULO VIII.- ANALISIS QUIMICOS Y CONTROL DE CALIDAD -----	69
A) Calidad Organoléptica y/o Sensorial -----	71
B) Calidad Fisicoquímica y/o Nutritiva -----	72
C) Calidad Sanitaria y/o Microbiológica -----	76
D) Calidad de Conservación -----	87
CAPITULO IX.- APLICACIONES -----	90
CAPITULO X.- CONCLUSIONES -----	110
CAPITULO XI.- BIBLIOGRAFIA -----	112

1. - ANTECEDENTES.

De las necesidades del hombre, la alimentación es lo más importante para el sustento de la vida. Esto es, sin duda, uno de los problemas más agudos existentes en el mundo y para su solución lo más razonable es — aprovechar al máximo los recursos naturales de cada región.

Conforme aumenta la urbanización del mundo y la población se incrementa, la necesidad de eficiencia en la producción y conservación de alimentos es cada vez más crítica. El caso de México es uno de los más claros ya que, aún cuando sus recursos técnicos son modestos, cuenta con muchas materias primas en cantidades considerables: un ejemplo lo constituye el tamarindo.

El aprovechamiento y explotación de ésta fuente vegetal, si se efectúa de la manera apropiada, tiene posibilidades de crear una importante fuente de ingresos para el país. Esto es factible, considerando que la materia prima se puede obtener en muchos estados de la República, cuya amplia dispersión comprende los estados de Guerrero, Tabasco, Chiapas, Colima y Veracruz como principales productores, además de cultivarse en Oaxaca, San Luis Potosí, Michoacán, Sinaloa, Jalisco, Yucatán, Nayarit, Hidalgo, Territorio de Baja California, Campeche, Quintana Roo, Puebla, Morelos, Tamaulipas, Durango y México.

De aquí se deduce que el desarrollo de alimentos a partir de ésta -

materia prima se facilita grandemente debido a su amplia distribución.

Ahora bien, aún cuando se sabe que el valor biológico del tamarindo no es muy importante, con excepción de los azúcares y proteínas que contiene (ref. Núm. 5a.), resulta sumamente interesante el recuperar los compuestos químicos y aromáticos de éste material para concentrar, con el objeto de aplicarlos posteriormente en la fabricación de otros productos; es decir, en principio los concentrados elaborados se utilizarán como aditivos (sabores, aromas) naturales conservando, dentro de lo posible, su valor biológico.

Así pues, el desarrollo de éstos productos presenta buenas perspectivas en el mercado nacional, ya que la materia prima existe en gran abundancia en el país y, por lo tanto, es económicamente accesible.

Otra razón por la cual las posibilidades de aceptación y desarrollo de los productos enunciados aumentan es que el equipo y maquinaria para su producción son factibles de obtener en México, lo cual, obviamente, resulta ventajoso; además, su producción a nivel industrial crearía nuevas fuentes de trabajo, lo que beneficiaría directamente a diversos sectores de la población.

11. - OBJETIVO.

El rápido crecimiento demográfico en México y el mundo entero, ha provocado grandes necesidades de producir y preservar alimentos nutricionalmente adecuados para sustentar a ese número tan extraordinario de habitantes. Esta necesidad ha obligado a su vez, a un crecimiento acelerado de la industria alimentaria; sin embargo, la misma tecnificación de ésta industria ha provocado que algunas de las características organolépticas de los productos tratados se pierdan durante el procesamiento, por lo que el uso de los aditivos alimenticios ha adquirido resonante importancia.

El objetivo de la presente tesis es precisamente el desarrollar todo un proceso de recuperación de los compuestos aromáticos que dan el sabor característico de tamarindo a partir del fruto natural, y teniendo éstos en forma concentrada, ya sea como líquido (extracto concentrado) o como sólido (polvo secado por aspersión), aplicarlos a diversos productos alimenticios.

Una razón por la cual se puede justificar éste estudio e investigación es el hecho de que en la industria de los aromas, en general, ha resultado sumamente difícil el reproducir o fabricar un sabor que reúna, aunque sólo sea en parte, las características del fruto natural; es decir, aún cuando hay un buen número de saborizantes artificiales de tama

nada ninguno logra reunir la "fidelidad" y "redondez" deseadas para este fruto; en el presente trabajo se tratará de lograr esto.

III. - GENERALIDADES.

-Aspectos Generales.- El género *Tamarindus* de Linneo comprende plantas de la familia de las Leguminosas, subfamilia de las Cesalpinoideas y tribu de las Tamarindeas o de las Amherstieas.

La única especie, *Tamarindus Indica*, es probablemente originaria de Africa tropical y se ha extendido por todos los países tropicales como planta cultivada (ref.'s. Núm. 3,4,5,6 y 7).

-Descripción.- Es un árbol vigoroso de copa compacta redondeada y con altura hasta de 25 metros, de porte parecido al roble, con un circuito de hasta 8 metros y el tronco, a menudo rugoso, tiene madera dura, amarillenta, de grano muy fino, duramen poco extenso, purpurino; no se apollilla.

Los árboles son de crecimiento lento, presentan follaje extendido con hojas alternas paripinadas, estípulas pequeñas, caducas; las inflorescencias se encuentran en pequeños racimos terminales colgantes de 5 a 10 cm. de longitud, las flores amarillas, zigomórficas, con dibujos rojizos, brácteas y bracteíllas avadoblongas, coloridas, caedizas. La parte que se usa es el fruto maduro parcialmente desecado al que se le ha quitado la parte externa y frágil.

-Frutos.- Los frutos son vainas oblongas o lineales-oblongas, comprimidas o aplastadas con hinchamiento en las partes ocupadas por las semi-

llas; tienen en una extremidad un pedúnculo como de 3 cm. de largo y terminan en la otra extremidad por una punta roma; generalmente tienen de 9 a 10 cm. de largo por 15 a 20 mm. de ancho.

La superficie externa es áspera de color café pardo; en su sección transversal, que es de forma oval se distingue un epicarpio delgado y frágil, un mesocarpio esponjoso lleno de una pulpa morena y surcado por haces fibro-vasculares que se ramifican en diferentes sentidos; un endocarpio papiráceo rodea los lóculos en cada uno de los cuales hay una semilla comprimida y bastante dura, cuadrangular de ángulos redondeados, lisos y de color pardo-canelo.

La pulpa de la fruta posee sabor dulce y agradablemente ácido, y olor característico; la pulpa está lista cuando el fruto ha madurado, conociéndose ésto por la fragilidad del pericarpio.

-Clima.- El tamarindo prospera mejor en lugares con clima cálido, semiseco, con invierno y primavera secos, sin estación invernal definida, aunque puede prosperar también en climas cálido y húmedo, sin estación seca bien definida y sin estación invernal.

-Suelos.- El tamarindo se desarrolla bien en terrenos profundos con buen drenaje, de textura migajón-arcillo-arenoso y pH de 6.5 a 7.5; puede, sin embargo, vegetar en suelos relativamente pobres y crecer en terrenos calcáneos siempre y cuando se dé una buena fertilización y se cuente con agua para riegos en períodos secos.

-Propagación.- Se propaga generalmente por semillas; ésta puede transportarse, sin dificultad, pues retiene su vitalidad por muchos meses si se le mantiene seca.

La semilla debe someterse a una desinfección antes de su estratificación, la cual consiste en depositar capas alternas de semilla y arena fina en un lugar ~~sombreado~~, manteniendo la humedad necesaria hasta el inicio de la germinación, la que se manifiesta cuando la semilla se ha hinchado y empieza a emerger la radícula, en ese estado se pasan al vivo.

En algunas ocasiones, el tamarindo se propaga por injerto, lo cual se hace generalmente para asegurar las características del árbol y la calidad de sus frutos y demás productos.

-Poda.- Es necesario dar podas durante los primeros años, a fin de que el árbol tenga un buen fuste. En árboles en producción la poda se restringe a la eliminación de ramas secas y mal orientadas, procurando que tengan una buena aereación y luz.

-Fertilización.- Aunque es un frutal sumamente rústico, responde bastante bien a la fertilización. Es de recomendarse efectuar un análisis del suelo para determinar las formulaciones propias; sin embargo, en forma general, durante los primeros años debe aplicarse nitrógeno a razón de 50 grs. por árbol, aumentando ésta cantidad anualmente hasta llegar a 3.5 - 4.0 kgs. por árbol. El fósforo se aplica en dosis de 30 a 40 grs.-

por planta hasta llegar a 2 kgs., esto ocurre al 8o. o 10o. año. Las deficiencias de elementos menores pueden cubrirse con aspersiones foliares.

-Cultivo.- Este se restringe a la eliminación de malezas; los rastrojos deben ser superficiales.

-Plagas y Enfermedades.- Es un frutal en que no se presentan problemas fitosanitarios serios. En México se ha localizado un barrenador de la vaina cuyo ataque no es muy frecuente, así como antracnosis y hongos causantes de manchas en las hojas y secadera de las ramas (*Roselinia* sp).

Durante el almacenamiento los frutos pueden ser atacados por algunos insectos y hongos que en ocasiones pueden constituirse en problemas serios.

-Época de maduración.- Puede variar según el tipo de clima pero en una forma general puede considerarse el período comprendido entre los meses de abril, mayo y junio.

-Cosecha.- Se efectúa cuando el fruto se encuentra en su madurez fisiológica (sazón) y se hace desgranando los frutos a mano y después de ello se aselean, y se almacenan en lugares secos y aireados.

-Vida económica del tamarindo.- Es una de las especies que tienen mayor vida económica, algo más de 50 años, si son árboles francos; en el caso de árboles injertados la vida económica es menor.

-Composición química.- A continuación se enlistan los componentes que constituyen la porción comestible del tamarindo, tomando como base 100 -
grs. de dicha porción (ref's. Núm. 1 y 8):

1.- Humedad -----	20,5 %
2.- Proteínas -----	3,1 %
3.- Grasas -----	0,4 %
4.- Carbohidratos -----	70,8 %
5.- Fibra cruda -----	3,0 %
6.- Cenizas -----	2,1 %
7.- Calcio -----	139,0 mg.
8.- Sodio -----	6,0 mg.
9.- Potasio -----	1,058,0 mg.
10.- Hierro -----	4,6 mg.
11.- Tiamina -----	1,4 mg.
12.- Riboflavina -----	0,2 mg.
13.- Niacina -----	3,1 mg.
14.- Ácido Áscórbico -----	8,0 mg.
15.- Fósforo -----	135,0 mg.
16.- Acidez Exp. como ácido tartárico -----	10,0 %

Los valores indicados anteriormente han sido determinados en promedio de frutos que se encontraban en un estado óptimo de madurez. La porción comestible del fruto representa en promedio el 50 %, obteniéndose se por cada 100 grs. de ésta un valor energético que fluctúa entre 250 y 265 calorías, dependiendo del contenido total de carbohidratos.

IV.- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ESTADISTICA DE LA PRODUCCION; USOS.

El área de dispersión del tamarindo en la República Mexicana es muy amplia. Las cifras de producción en varios estados del país se pueden apreciar en el Cuadro Número 1. En el Cuadro Número 2 se resumen datos adicionales sobre el cultivo del tamarindo a nivel nacional (ref's. Núm. 10 y 11).

Analizando éstos datos se puede deducir en forma definitiva, que la explotación y desarrollo de alimentos a partir de ésta materia prima se facilita grandemente gracias a su amplia distribución.

Por otro lado, se ha considerado importante mencionar, en forma separada, los usos que se le han dado a las diversas partes del árbol de tamarindo, lo cual, en un futuro no lejano, podría incrementar el cultivo de éste valioso vegetal en nuestro país (ref's. Núm. 3, 4, 5, 6 y 7).

Frutos.- En principio, la fruta de tamarindo ha sido utilizada como artículo comestible durante el crecimiento de los países desde hace cientos de años. Su sabor ácido endulzado es ideal para la preparación de bebidas, jarabes y especies de mermeladas o preparaciones con sabor dulce y refrescante. Al sur de India se utiliza para dar un sabor extra a distintos platillos típicos.

La pulpa del tamarindo es un ingrediente importante en una amplia variedad de productos, tales como salsas, conservas y jarabes; es tal el uso que se le ha dado a la pulpa exclusivamente para fines culinarios, - que el refinamiento de la misma se ha hecho necesario; hasta el momento se hace una cierta limpieza, quitando la fibra, cáscara y semilla hasta donde se puede, se seca en tambores y se comprime en moldes para dar - unos cuadros como de queso, muy convenientes para su uso (Krishna, trabajo no publicado, en referencia Núm. 5).

La pulpa de tamarindo azucarada es, a menudo, preparada como un confito. No obstante, en farmacia también se emplea la pulpa en forma de - conserva, extracto, tisana, etc.

La pulpa es oficial en las Farmacopeas Inglesa, Americana y otras - más, y cerca de unas 200,000 libras de la fruta limpia son anualmente - importadas por los E.E.U.U. para la elaboración de drogas y extractos medicinales. Las preparaciones de tamarindo son universalmente reconocidas como laxantes y como refrigerantes en fiebres. Sola, o en combinación - con jugo de lima, miel, leche, especias ó alcanfor, la pulpa es conside- rada efectiva como un digestivo, aún para elefantes, como un remedio pa- ra desórdenes biliares y como un antiescorbútico. Es, además, administra da para aliviar insolación e intoxicación alcohólica.

Hojas.- Se ha encontrado que las hojas de tamarindo son ricas en - pigmento antoxantin, dando una producción de casi 2 % del peso en seco.

Las flores y los frutos son pobres en éstos pigmentos. El extracto de hojas se ha usado en India desde hace tiempo como tinte para las fábricas de seda y lana.

El extracto de hojas también es la mayor potencia en India para preparaciones médicas usándolo como diurético, antiséptico, antihelmíntico, etc. (Lewis y Noelshantan, *Current Science*, 1926, 31, 568; Dastur, *Useful Plants of India and Pakistan* Taeraporewala and Sons, 1951, 225; Ganju and Puri, *Ind. J. Med. Res.*, 1959, 47, 563).

Flores.- Las flores de tamarindo son refrescantes y antibiliosas.

Se usa una cataplasma en afecciones inflamatorias y reumatismo para aliviar el dolor. Internamente, se usa en caso de hemorragia (Srinivasan y Nigamwal, *Loc. Cit.*).

Semillas.- Debido a la elevada proporción de semillas que tiene el tamarindo, ha resultado interesante investigar las partes de ésta para obtener el mayor provecho posible y así se ha encontrado que la cáscara de la semilla del tamarindo se puede usar como sustituto de un producto de harina de pescado, ya que el colorante que contiene es mayor del 40 %, y puede impartir un color rojizo para cuero o piel (Hedlaya, *Bull Cent. Health. Rec. Inst.*, *Medius* 1962, 8 (12), 61; Hedlaya *ibid.*, 1968, 10 (7) 886).

Se sugirió también el uso de parte testal de la semilla como mate

rial crudo para la preparación de tintes y adhesivos de madera laminada (Harayanamurthy et. al., J. Sci. Ind. Research 1957, 168, 377; Thomney, Plywood, Calcuta, 1962, 12, (2), 25).

Sin embargo, en la India que es el principal productor de semillas en el mundo, se ha encontrado que el mayor provecho de éstas es para obtener pectina, la cual está siendo aplicada con muy buenos resultados en diversas áreas, principalmente dentro de la industria textil (ref's. -- n.º. 7, 12 y 13).

Un estudio comparativo de la pectina de tamarindo y pectinas de otras frutas se da en el Cuadro N.º. 3.

La superioridad de las propiedades de la pectina de tamarindo purificada sobre aquéllas del polvo de grano de tamarindo crudo se muestran en el Cuadro N.º. 4.

Grado de la pectina de tamarindo.- Las propiedades principales de la pectina de tamarindo, las cuales tienen una relación importante sobre las propiedades enjorantes y gelificantes son la gelatinización, la viscosidad y las características de película. Una tercera parte de la cantidad de pectina de tamarindo se requiere para dar una pasta cuya eficiencia enjorante es equivalente a la que da la pasta de almidón de maíz.

Investigación y ensayos en laboratorio y a gran escala en un buen número de molinos en diferentes partes de la India han mostrado que la

pectina de la *semilla* de tamarindo tiene una capacidad engomante 300 % - mejor que el almidón de maíz (ref's. Núm. 13).

En el Cuadro Núm. 5 se hace una comparación entre la "pectina" de tamarindo y el almidón de maíz.

La pectina de tamarindo encuentra un gran número de aplicaciones, - no solamente en el tratamiento de algodón sino también, con la adición de gomas adecuadas, para el tratamiento de seda artificial. Además, la pectina de tamarindo es de uso considerable en tratamiento de papel y, - en vista de su gomosidad natural, para el encuadernado de pulpa de papel.

La pectina de tamarindo halla extensa aplicación en la industria de las pinturas. Una pasta de pectina al 2 - 3 %, no causa goteo y por consiguiente tiene ventajas específicas sobre otros competidores en éste campo. Además, descubrimientos recientes han mostrado que una mezcla consistente de goma tragacanto y pectina de tamarindo puede ser usada económicamente en la mayoría de los colorantes.

En la industria de alimentos, jaleas obtenidas de pectina de *semilla* de tamarindo son comparadas favorablemente en fuerza y transparencia con aquéllas obtenidas de pectinas de otras frutas. Aún más, en vista de la naturaleza coloidal de la pectina de tamarindo, puede ser utilizada adecuadamente como un estabilizador en helados, mayonesas y quesos.

La pectina de tamarindo también puede ser usada en cosméticos, como

un agente emulsificante para aceites esenciales, como adhesivo, como agente deshidratante en productos en polvo, como ingrediente desintegrante - en píldoras y tabletas, como excipiente en preparación de ungüentos, como medio nutritivo en trabajos bacteriológicos, etc.

Corteza del tallo.- La corteza, que es astringente, se usa para curar parálisis, y las cenizas para cólico e indigestión, enfermedades urinarias, gonorrea, etc. La corteza del tallo se extrae para fines medicinales mientras que el árbol no está en período de floración.

La Madera.- Su madera no tiene albura; es bastante compacta, algo monada o con visos rojos y amarillos, o con vetas, siendo el color del fondo amarillo claro, que sube mucho con el barniz; el corazón de la madera es pequeño, oscuro, y color entre café y púrpura; se parece algo a la caoba fina.

Se emplea en toda clase de construcciones, especialmente en las que exigen elasticidad y resistencia de tensión, como por ejemplo, en trabajos de herramienta, implementos de agricultura, ruedas, mazos, tabloneros, mueblería, moledores de arroz, moledores de azúcar y aceite, etc. Tiene un alto valor calorífico, y como tal, se emplea para carbón de leña en polvo para escopetas o fusiles y en hornos de ladrillo (Bhatia, Indian - J. Chem. 1964, 7, (2), 123).

La madera de sus raíces la aprecian mucho en la carpintería, compitiendo con la del ébano.

CUADRO NUM. 1

DISPERSION Y DATOS ESTADÍSTICOS DEL TÁMARINDO EN LA REPÚBLICA MEXICANA —
(1976).

ZONAS ESTADÍSTICAS Y ENTIDADES	SUP. CALCULADA (hectáreas)	ARBORES EN PRODUCCION	RENDIMIENTO (kg/hectárea)	PRODUCCION (kgs)
Nayarit	375	56,250	4,000	1,500,000
Sinaloa	163	11,410	6,000	978,000
I.- Noroeste	538	67,660	4,605	2,478,000
Tamaulipas	45	6,750	4,000	180,000
III.- Noroeste	45	6,750	4,000	180,000
San Luis Potosí	20	3,000	4,000	80,000
IV.- Centro Norte	20	3,000	4,000	80,000
Colima	424	31,800	11,250	4,770,000
Jalisco	223	33,450	10,000	2,220,000
Michoacán	327	32,700	5,281	1,727,000
V.- Centro Pacífico	974	97,950	8,959	8,727,000
Hidalgo	20	3,000	5,000	100,000
Morelos	10	1,500	16,100	161,000
Puebla	7	938	6,714	47,000
VI.- Centro	37	5,438	8,324	308,000
Veracruz	350	55,300	5,714	2,000,000
VII.- Centro Golfo	350	55,300	5,714	2,000,000
Chiapas	600	90,000	9,166	5,500,000
Guerrero	375	54,750	12,533	4,700,000
Oaxaca	324	32,400	6,975	2,260,000
IX.- Pacífico Sur	1,299	177,150	9,591	12,460,000
Campeche	16	2,416	9,500	152,000
Tabasco	250	37,500	15,000	3,750,000
Yucatán	217	28,210	10,700	2,539,000
X.- Peninsular	483	68,126	13,335	6,441,000
Estados Unidos Mexicanos	3,746	481,374	8,722	32,674,200

Fuente: Ref. a. Ním. 10 y 11.

CUADRO NUM. 2.- COSECHA DEL TAMARINDO A NIVEL NACIONAL.

ARO	CULTIVO	SUPERFICIE (Hectáreas)	PRODUCCION (Toneladas)	VALOR MILES DE PESOS	RENDIMIENTO POR HECTAREA (kg)	PRECIO MEDIO RURAL (\$ / kg)
1975	TAMARINDO	3,224	27,789	78,327	8,619	3.16
1976	TAMARINDO	3,746	32,674	125,142	8,722	3.83

Fuente: Ref's. Núm. 10 y 11.

- 17 -

CUADRO NUM. 3

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PECTINA DE SEMILLA DE TAMRINDO Y PECTINIS FRITALES.

ANÁLISIS	PECTINA DE TAMRINDO Proceso frío de Savur	PECTINA DE MANZANA Precipitada con Alcohol	PECTINA DE LIMÓN	PECTINA DE NARANJA	PECTINA DE PAPAYA	PECTINA DE GUAVA
Humedad	5.63	6.77	11.6	9.3	8.7	10.2
Cenizas	1.26	2.48	2.2	1.05	2.38	2.73
Precipitado con alcohol	99.87	99.68	91.76	94.14	95.32	93.80
Proteínas	0.88	15.80	0.66	1.16	1.87	2.15
Fracción soluble en Eter	2.68	2.50	8.63	6.84	5.87	7.32

Fuente: Ref's. Núm. 12 y 13.

CUADRO NUM. 4

COMPARACION ENTRE PECTINA DE TAMARINDO Y POLVO DE GRANO DE TAMARINDO.

CARACTERISTICAS	PECTINA DE TAMARINDO	POLVO DE GRANO DE TAMARINDO
Color	Prácticamente blanco	Crema, en ocasiones café ó café rojizo
Olor	Inodoro	Tiene el olor típico del grano de tamarindo
Finura	120 Mallas	Variedad comercial usualmente entre 80-84 M.
Humedad	Contiene solamente 5 - 6 %	Varía de 8 - 12 %
Cenizas	0.91 % ...	2 - 4 %
Materia Mineral	0.13 %	1.8 - 3.0 %
Proteínas	Purificada sólo 0.88 %	Varía de 15 - 20 %
Viscosidad (80°C)	70 - 80 sec.	40 - 50 sec.
Grado	300 grados contra el almidón de maíz	150 grados contra el almidón de maíz
Acción sobre seda artificial	No corroe las fibras de la seda	Corroe las fibras de seda artificial

Fuente: Ref's. Ním. 12 y 13.

CUADRO NUM. 5

COMPARACION ENTRE "PECTINA" DE TABARINDO Y ALMIDON DE MAIZ.

PROPIEDADES	PECTINA DE TABARINDO	ALMIDON DE MAIZ
Apariencia física	Polvo fino blanco, inodoro.	Polvo fino blanco, inodoro
Grado	300 grados.	100 grados.
Acción del Calor.	La viscosidad es incremen- tada progresivamente hasta llegar a un máximo. Luego cae aunque el calentamien- to sea progresivo.	La viscosidad empieza a - caer después de alcanzar el punto de gelatiniza- ción.
Acción de los Alcalis.	Los álcalis estabilizan la viscosidad de la pectina.	Inestable en la presencia de álcalis.

Fuente: Ref's. Ním. 12 y 13.

V. - PRODUCCION.

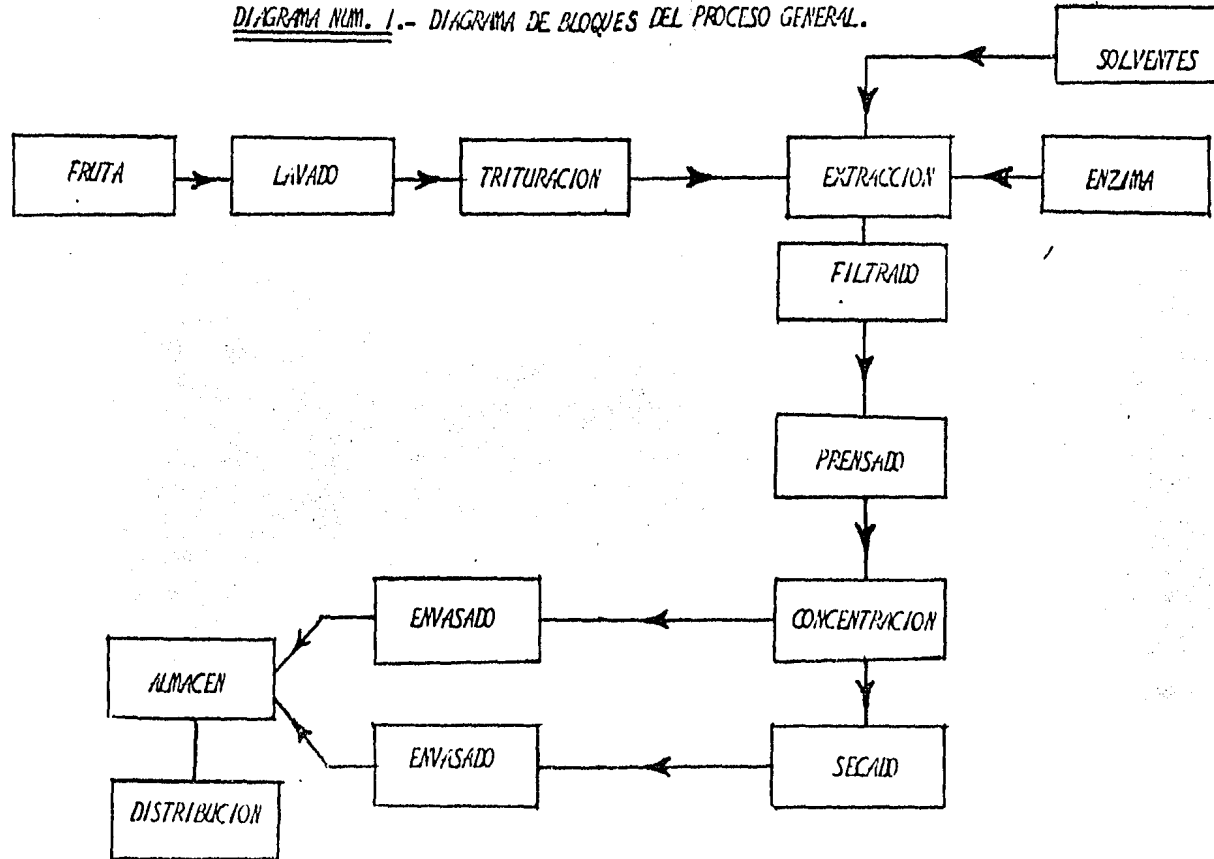
En el proceso llevado a cabo, tanto a nivel laboratorio como a nivel industrial (planta piloto), las operaciones efectuadas se pueden resumir en un diagrama general de proceso (Diagrama Núm. 1). En este diagrama se pueden apreciar tres operaciones unitarias muy importantes para la obtención de los productos finales, y que son: A) Extracción; B) Concentración y C) Secado por aspersión.

Debido a que en estas operaciones existen transferencias tanto de masa como de calor, se ha decidido separar su estudio para una mejor comprensión del proceso realizado.

A) EXTRACCION.

La extracción de sólidos por solventes, o extracción sólido - líquido, es una operación unitaria en la cual los componentes son separados de los sólidos por disolución de ellos en líquidos. Aprovechando esta propiedad, se buscaron para el tamarindo los solventes más adecuados que, además de cumplir con su cometido de extracción, cumplieran con otras propiedades o características que los hicieran ideales para su empleo, como son las siguientes: que tengan mínima flammabilidad, mínima toxicidad, bajo costo, no sean corrosivos y sean volátiles, para permitir la fácil y rápida recuperación de los productos por vaporización de los mis

DIAGRAMA NUM. 1.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO GENERAL.

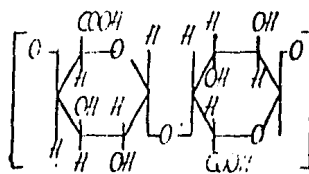


mos solventes.

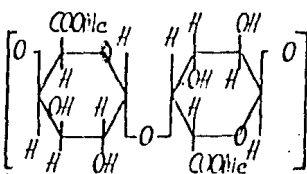
Los solventes que se encontraron más adecuados fueron: el agua, el alcohol etílico y el propilenglicol (ver Estudio Experimental).

PROCESO ENZIMÁTICO.- Todos los frutos y algunos vegetales contienen polisacáridos que son responsables del sabor durante su procesamiento; - en adición de la celulosa, hemicelulosa, almidón, los polisacáridos más comunes son: pectinas y ácidos pectínicos. La pectina es un polímero natural formado por moléculas del ácido galacturónico con uniones glicosídicas 1,4. El ácido pectico se refiere a macromoléculas con ácidos carboxílicos libres, mientras que la pectina implica un alto grado de esterificación metílica.

ÁCIDO PECTICO.



PECTINA.



El largo de la cadena y el grado de esterificación varía dependiendo del fruto, su madurez y condiciones en su crecimiento.

Pectinasas (o enzimas pectolíticas) es un nombre genérico usado pa

ra describir una mezcla de enzimas específicas capaces de despolimerizar la macromolécula en fracciones solubles.

Polimetilgalacturonasa ----- (PMG)

Endo y exo poligalacturonasas ----- (PG 1, 2, 3)

Pectinmetilesterasas ----- (PE)

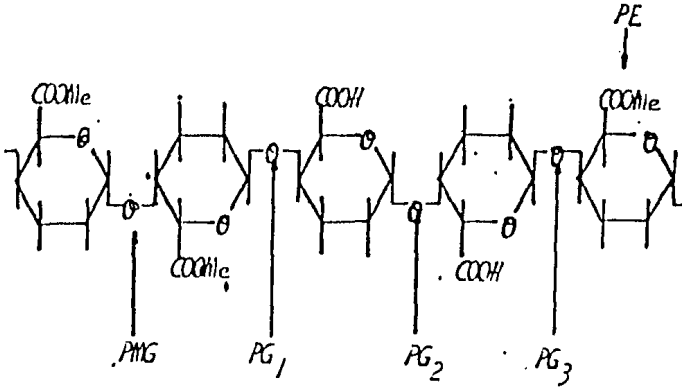
Modo de acción del complejo enzimático.

La polimetilgalacturonasa (PMG) rompe la unión glicosídica α 1,4 sólo cuando los grupos de ácido galacturónico están metilados (pectina).

Las endo y exo poligalacturonasas (PG 1, 2, 3) también atacan la unión glicosídica α 1,4 pero sólo cuando otros requerimientos estructurales de pectina están presentes.

Generalmente, endo poligalacturonasas rompen la unión glicosídica α 1,4 localizada al azar dentro de la macromolécula de pectina, mientras las exo poligalacturonasas rompen las uniones α 1,4 localizadas al final de la cadena pectínica. Más específicamente, PG₁ y PG₃ atacan la unión α 1,4 sólo cuando una unidad de metilgalacturonato está unida a un ácido galacturónico, mientras PG₂ rompe la unión α 1,4 de ácidos galacturónicos solamente.

Finalmente, la pectinmetilesterasa (PE) hidroliza las subunidades metilester de los ácidos galacturónicos secuencialmente dentro de la macromolécula de pectina.



Probablemente, uno de los problemas más importantes en la manufactura de los jugos de frutas es la obtención de rendimientos bajos durante el prensado y filtrado; ambos son causados en gran manera por la pectina presente en la fruta.

Después del triturado, la pectina parcialmente solubilizada o que se encuentra en forma coloidal, imparte una consistencia viscosa a la pulpa; en la mayoría de los casos las células que retienen el jugo no son rotas completamente, por lo cual el rendimiento es sensiblemente afectado; es decir, si la pulpa en éstas condiciones es prensada el rendimiento de jugo usualmente será bajo y no dependerá de la eficiencia o del tipo del equipo utilizado.

El uso de pectinasas causa la ruptura de las células mantenedoras y retenedoras del jugo, incrementa el rendimiento del mismo, la viscosidad es disminuida y la capacidad de filtración es aumentada, además de evitar problemas de obstrucción, paros en la producción, limpieza y de un tapado prematuro de la prensa. Todo ésto incrementaría el costo de pro__

ducción (ref's. N^o. 9).

Actividad Enzimática.

La actividad enzimática de la pectinasa se obtiene en un pH de 3.0- a 6.0, su estabilidad al calor es de 60°C y son necesarios de 30 a 60 -- minutos para efectuar el proceso enzimático; la concentración de enzimas se varió de 5 a 50 ppm.

B) CONCENTRACION.

La evaporación es una operación unitaria donde una disolución se — concentra por ebullición y separación del disolvente, la cual se utiliza en la industria de los alimentos para tres fines principales:

a) la concentración previa de un líquido antes de proceder a operar — con él, por ejemplo, antes del secado por atomización, secado en tambor, cristalización, etc.

b) la disminución del volumen de líquido para reducir los costos de — almacenamiento, embalaje y transportación.

c) para aumentar la concentración de los sólidos solubles de los pro— ductos alimenticios, a fin de facilitar su preservación como, por ejem— plo, en la manufactura de la leche condensada, puré de tomate, prepara— ción de jarabes y sopas condensadas.

En éste caso, la concentración del extracto se efectúa tanto para — proceder a operar con él en un secado por atomización, como para dismi— nuir el volumen de líquido y reducir costos, como también para aumentar — la concentración de los sólidos solubles y facilitar su preservación.

La concentración del extracto que se obtiene, se realiza por medio — de una destilación fraccionada a Presión reducida. La destilación frac— cionada es simplemente una técnica para realizar una serie completa de — repetidas separaciones simples, combinando y recombinando varias fraccio — nes destiladas y condensadas, en una operación sencilla y continua.

"En principio, una columna de destilación fraccionada proporciona una gran superficie para el intercambio de calor, en las condiciones de equilibrio, entre el vapor ascendente y el condensado descendente. Cuando el condensado en algún punto de la columna toma calor del vapor, parte se evapora de nuevo y el vapor formado es más rico en el componente más volátil que el condensado. Al mismo tiempo, cuando el vapor cede calor al condensado, parte del mismo se condensa, siendo éste condensado más rico que el vapor con el que está en equilibrio en el componente de punto de ebullición más elevado. De ésta forma, el vapor que llega y es eliminado en la cabeza de la columna es componente de punto de ebullición bajo puro; el residuo del matraz es componente de punto de ebullición elevado", (ref's. Núm. 2).

CI SECADO POR ASPERSION.

El secado ha sido, desde los tiempos más remotos, un medio de conservación de los alimentos. El secado o deshidratación de alimentos significa la eliminación casi completa del agua que contienen éstos, bajo condiciones de control que producirán sólo un mínimo de cambios, o, — idealmente, ningún cambio, de las propiedades del alimento. La humedad final del producto deshidratado es del 1 al 5 %, según el producto. Los productos retendrán su estabilidad en almacenamiento a la temperatura ambiente durante largo tiempo.

En el secado por aspersión, generalmente se introduce el alimento líquido en forma de rocío o lluvia fina a una torre o cámara junto con el aire caliente. A medida que las gotitas finas hacen contacto con el aire caliente, pierden su humedad instantáneamente, convirtiéndose en pequeñas partículas que caen al fondo de la torre de donde se les recoge.

El aire caliente, ya cargado de humedad, es expulsado de la torre mediante un ventilador o soplador. El proceso es continuo; constantemente se introduce el alimento líquido por bombeo a la torre y se le atomiza, se suministra más aire caliente seco para reponer el aire húmedo que se va retirando, y se recoge el producto seco a medida que cae al fondo del secador.

El secador debe ser suficientemente grande para permitir el secado-

de las partículas más grandes antes de que choquen contra las paredes o fondo del recipiente. Por ésta razón, y debido a que la densidad y calidad del producto final son también afectadas, el tamaño de partícula es importante.

Generalmente, el diseño del secador está determinado por las características de la solución o suspensión para ser secada y por las características deseables del producto secado por spray (ref. Núm. 2).

El Cuadro Núm. 6 enumera las ventajas y desventajas de los secadores de espumas.

CUADRO NUM. 6

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SECADOR POR ASPERSION.

VENTAJAS ...

- 1) Tiene un tiempo corto de secado, que es del orden de 2 a 20 segundos.
- 2) Permite manejar y secar hábitmente materiales altamente sensitivos al calor.
- 3) Se obtiene un producto granular formado por esferas huecas y esponjosas.
- 4) El tamaño de partícula puede ser controlado o variado dentro de un rango dado.
- 5) Ciertos productos, tales como alimentos o detergentes, adquieren cierta consistencia, densidad aparente y propiedades de flujo que son difíciles o imposibles de obtener en otro tipo de secadores.
- 6) Preserva la calidad del producto.
- 7) Simplifica o elimina otras operaciones tales como evaporación, cristalización, reducción de tamaño y clasificación, pues a partir de una solución, jarabe o pasta se obtiene un producto seco que está listo para el empaque.
- 8) El material no contacta las superficies de la cámara hasta que es --

secado. Esto alivia los problemas de corrosión y contaminación.

9) La eficiencia de la evaporación es comparable o mejor que otros secadores.

DESVENTAJAS

1) Productos malos son frecuentemente obtenidos cuando un producto de elevada densidad es deseado.

2) Es relativamente inflexible. Un secador apropiado para atomización fina es incapaz de producir un producto grueso o rudo.

3) Problemas de recuperación de productos y colección de polvos puede incrementar apreciablemente los costos de secado. Algo del producto puede ser arrastrado con el gas exhausto y perdido.

4) Si las condiciones de operación no son las adecuadas, el producto puede llegar a chocar contra las paredes y fondo de la cámara, formando costras muy difíciles de separar, y éstas producir posible contaminación en el producto final.

Fuente: Ref's. núm. 2 y 26.

DI ESTUDIO EXPERIMENTAL.

Por medio de la experimentación, se trataron de encontrar las condiciones óptimas de operación modificando todas las variables que intervienen en cada proceso.

i) Extracción.

Para hacer que el soluto fuera fácilmente accesible a la acción del solvente, los sólidos usualmente se removieron en forma mecánica y fueron llevados a un tratamiento térmico durante la extracción; por consiguiente, para encontrar las condiciones óptimas de operación fue necesario determinar:

- a) tipo de solvente
- b) temperatura de proceso.

Como complemento a la extracción se adicionó enzima con el fin de hidrolizar los azúcares propios del fruto, encontrando así mejores características de sabor en el producto final.

Así pues, en resumen, el proceso de extracción se lleva a cabo como sigue: la fruta seleccionada es lavada y triturada, se adiciona el solvente y se efectúa el calentamiento; en los ensayos a los que se adiciona enzima se realiza un calentamiento previo a temperatura de 55°C (que es la temperatura óptima de la enzima utilizada), con el objeto de incre

mentar la actividad enzimática, dejándose actuar ésta entre 36 y 48 horas; luego se adiciona el solvente; finalmente, la mezcla resultante es filtrada y prensada; el producto obtenido posteriormente es concentrado a un 60 % aproximadamente de sólidos finales por medio de una destilación a vacío, eliminando así gran parte de los solventes.

Los resultados de los ensayos efectuados para encontrar las condiciones óptimas de operación se encuentran resumidos en el Cuadro Núm. 7.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se decidió utilizar una mezcla de los solventes agua y alcohol para una buena extracción de los componentes del tamarindo, es decir, una mezcla de agua - etanol en una proporción de 1:4 V:V por cada 2 kgs. de tamarindo natural, respectivamente; el hecho de emplear éstos dos solventes resulta sumamente interesante, pues se encontró que cada uno de ellos cumple con una función muy importante: el agua, además de servir como solvente extractivo de componentes inorgánicos principalmente, y de algunos orgánicos también, sirve como medio de difusión a la enzima y gracias a ello ésta puede actuar de manera más amplia y homogénea; el alcohol etílico funciona como eficiente medio de solución de componentes orgánicos aromáticos que, debido a su estructura son de baja polaridad y por ende no son fácilmente solubles en agua pero sí logran serlo en el alcohol; otra propiedad del alcohol etílico que lo hace interesante es su relativamente bajo punto -

de ebullición, por lo que su eliminación volátil se logra fácilmente a una temperatura baja evitando dañar así al producto recuperado, resultando ser éste muy importante en la concentración del aroma.

CUADRO N.º 7

ENSAYOS EFECTUADOS PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES OPTIMAS DE OPERACION
EN LA EXTRACCION DE LOS COMPONENTES DEL TAMBUKINDO.

ENSAYO NUMERO	ADICION DE ENZIMA	TIPO DE SOLVENTE	TEMPERATURA (°C)	CONC. INIC. (% SOLIDOS)	CONC. FINAL. (% SOLIDOS)
1	NO	AGUA	50	28	60
2	SI	AGUA	50	28	60
3	NO	PROPILENGLICOL	70	47	60
4	SI	PROPILENGLICOL	70	47	60
5	NO	ALCOHOL	50	32	60
6	SI	ALCOHOL	50	33	60
7	NO	AGUA—ALCOHOL	55	37	60
8	SI	AGUA—ALCOHOL	55	37	60

Fuente: Elaboración propia.

ii) Concentración.

La concentración del extracto obtenido, como ya se indicó anteriormente, se realiza por medio de una destilación fraccionada a Presión reducida. Las variables que se manejan en éste caso fueron la Presión y la Temperatura. Estas se operaron de acuerdo al comportamiento propio del producto, por lo que no hubo un registro exacto de éstas variables, pero aproximadamente la Temperatura de destilación que se mantuvo fue entre 50 y 65°C.

La descripción del equipo de destilación empleado es la siguiente:-

Es un reactor marca "Inter", el cual consiste de:

Marmita fija de 165 lts. de capacidad total, de forma hemisférica con 2/3 choqueta de vapor, en 2 secciones, olla construida totalmente de acero inoxidable AISI - 304. Diseñada para trabajar a una Presión de 2.0 kgs./cm², con salida en la parte baja a través de una válvula de fondo de 50.8 mm.

En la figura Núm. 1 se pueden apreciar las diferentes partes del reactor de destilación utilizado.

La figura Núm. 2 muestra una fotografía del Reactor de destilación empleado en el proceso de concentración.

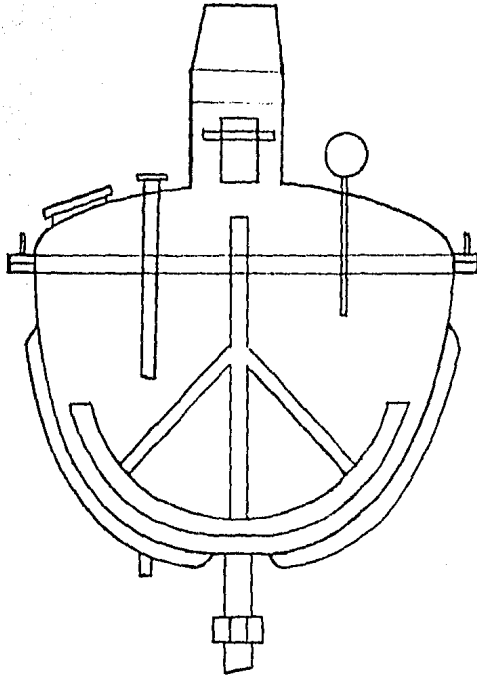


FIGURA NUM. 1.- Reactor de destilación empleado en el proceso de concentración.

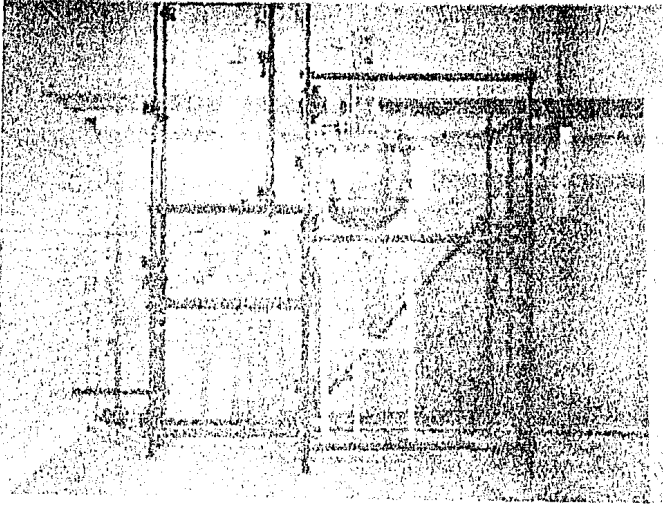


FIGURA NUM. 2. - Fotografía que muestra el Reactor de destilación empleado en el proceso de concentración.

iii) Secado.

En este proceso se empleó un secador por aspersión modelo piloto, - con una capacidad nominal de 30 hgs. de agua por hora.

Las condiciones de operación que pueden ser variadas son:

- 1.- Porcentaje de sólidos en la solución.*
- 2.- Tamaño de boquilla.*
- 3.- Temperatura de entrada de los gases del secador.*
- 4.- Presión de inyección.*
- 5.- Soportes.*

Se han tomado en cuenta las recomendaciones del fabricante con respecto a los ángulos de aspersión obtenidos según las combinaciones elegidas de boquillas y presión de inyección.

Sabiendo que el concentrado de tamarindo es un producto termosensible y termoplástico debido a su alto contenido de azúcares ($\approx 60\%$), se buscó siempre trabajar con los más estrechos ángulos de aspersión posibles con objeto de evitar al máximo el contacto del producto con las partes más calientes de la cámara del secador. Asimismo, se buscó trabajar a las mínimas temperaturas de secado con el fin de no quemar el producto, sin que esto significara un aumento considerable de la humedad final del polvo, ya que existe la limitante de 6.0 % máximo de humedad final, pues

Ésta nos garantiza una estabilidad física y microbiológica del producto.

El fabricante de boquillas nos indica que las soluciones más viscosas nos proporcionan ángulos de atomización más reducidos, y en la misma forma actúan los aumentos de presión de inyección, de modo que para el caso que nos ocupa y con objeto de obtener los ángulos de atomización más reducidos conviene trabajar a la mayor viscosidad posible de la solución y a presiones de inyección elevadas, (ref. Núm. 26).

En el Cuadro Núm. 8 se encuentran resumidos los experimentos llevados a cabo para encontrar las condiciones óptimas del secado por aspersión del extracto de *Zenarindo* obtenido.

De acuerdo a los resultados encontrados, el experimento Núm. 4 fue el más adecuado, obteniéndose un buen rendimiento del producto, un polvo fino, homogéneo, color café claro, olor y sabor característicos.

Por otro lado, la figura Núm. 3 muestra algunos aspectos del secado de espumas, mientras que la figura Núm. 4 muestra una foto del equipo (secador) utilizado en el presente trabajo.

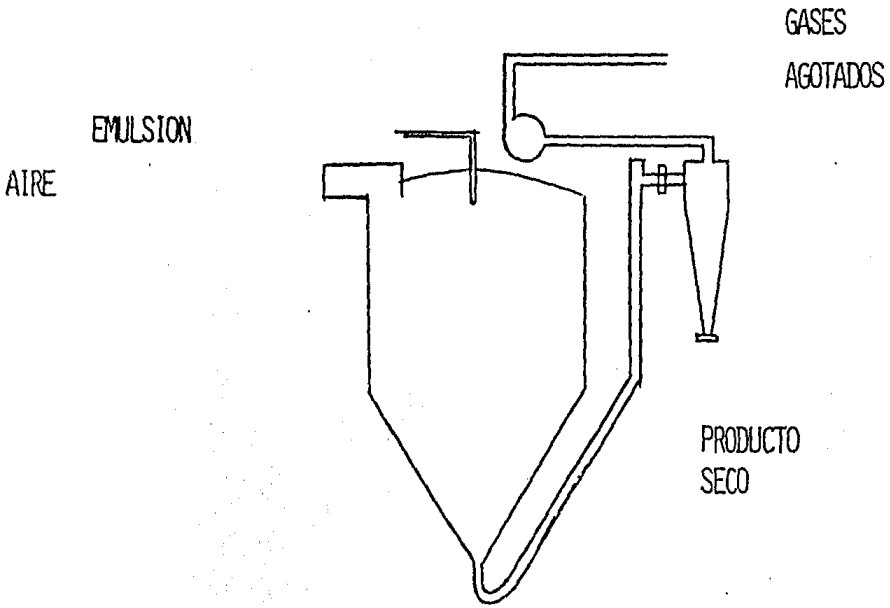


FIGURA NUMERO 3,- Algunos aspectos del Secador de Espreas.

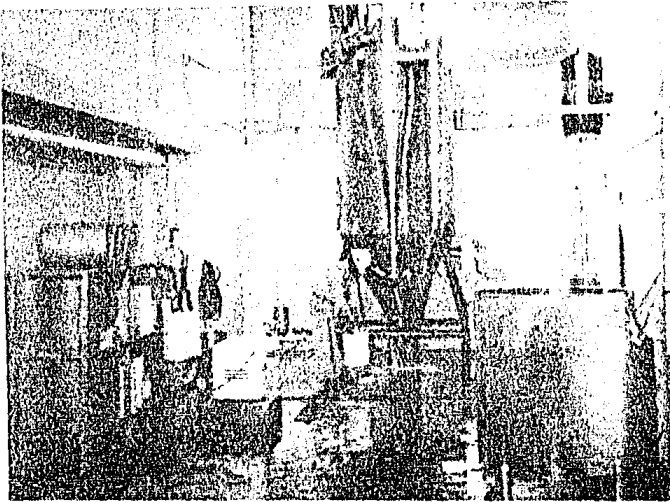


FIGURA NUMERO 4,- Fotografía que muestra el Secador de Espreas empleado en el proceso de secado.

CUADRO NUM. 8

RESUMEN DE EXPERIMENTOS REALIZADOS PARA EL SECADO POR ASPERSION DE T/MARINDO.

ENSAYO NUMERO	% SOLIDOS	DIAMETRO DE BOQUILLA (mm.)	T _e (°C)	T _s (°C)	P _i	Cap (l/hr)	H _n	H _p	V _s (kg/hr)	R (%)
1	30	0.635	175	55	250	70.4	50	4.0	24.655	28
2	30	0.635	180	55	250	70.4	50	4.0	24.655	30
3	30	0.635	180	55	250	81.8	50	6.0	28.632	60
4	30	0.635	180	55	300	90.8	50	3.5	31.187	70

T_e.- Temperatura de entrada de los gases.

T_s.- Temperatura de salida de los gases.

P_i.- Presión de inyección.

Cap.- Capacidad de inyección.

H_n.- Humedad relativa.

H_p.- Humedad final del polvo.

V_s.- Velocidad de secado.

R.- Rendimiento.

Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA NUM. 2.- DIAGRAMA DE BLOQUES QUE REPRESENTA LA OPERACION SECAO.

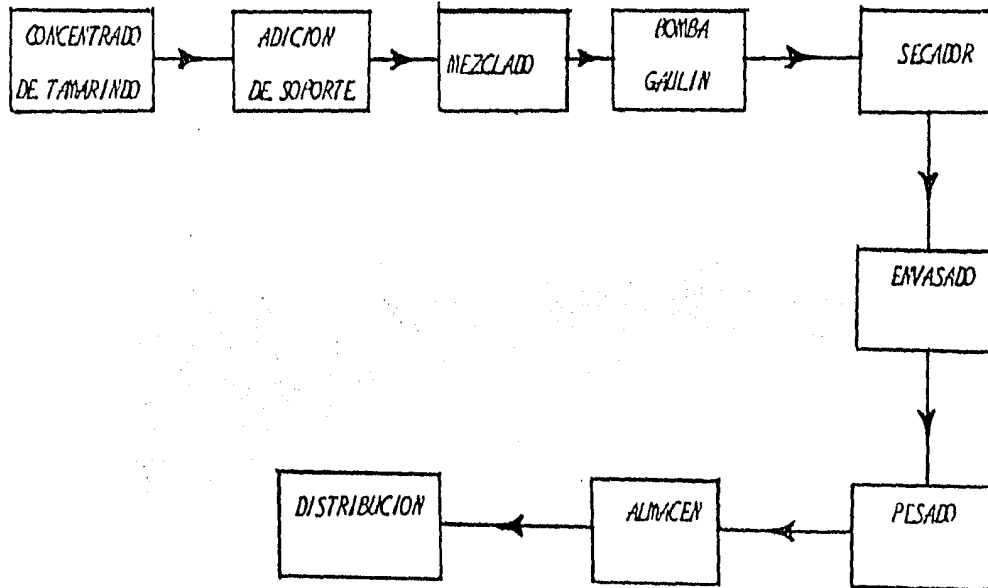
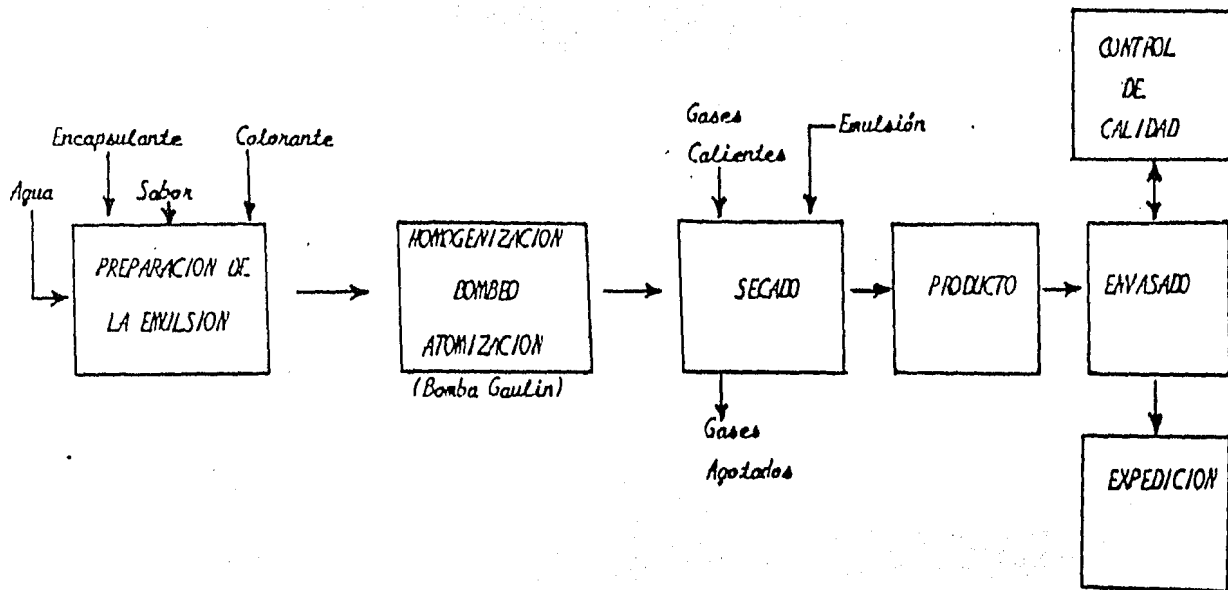


DIAGRAMA NUM. 3.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SABOR EN POLVO SECADO POR ASPERSION.



VI. - CALCULO DEL EQUIPO.

1.- CAPACIDAD DEL SECADOR.

Tomando como base al estudio experimental efectuado, se toman como referencia los siguientes datos:

C.- Capacidad de inyección ----- 18.6 gal/hr.

%.- De sólidos ----- 30.0

R.- Rendimiento ----- 70.0 %

te.- Temperatura de entrada

de los gases ----- 180.0°C

ts.- Temperatura de salida

de los gases ----- 50.0°C

ds.- Densidad de la solución ----- 1.1674

Alimentación ----- 18.6 gal/hr x 3.785 l/gal =
= 56.775 l/hr.

La velocidad de secado se obtiene convirtiendo la alimentación a la unidad de peso y multiplicando por el porcentaje de sólidos:

Velocidad de secado --- 56.775 l/hr x 1.1674 kg/l x 0.30 =
--- 19.883 kg/hr jugo en polvo.

La cantidad real del producto obtenido de acuerdo al rendimiento re portado (de 70 %) es:

Velocidad real --- 19.883 x 0.70 = 13.918 kg/hr.

Para secar en forma satisfactoria el jugo de tamarindo fue necesario agregar 15.0 % de soporte, por lo tanto la capacidad real de secado en este sistema será:

$$\text{Capacidad en jugo de tamarindo} = 13.9 \times 0.85 = 11.8 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Capacidad por turno de 8 hrs.} = 11.8 \text{ kg/hr} \times 8 \text{ hrs.} = 94.6 \text{ kg/turno}$$

Considerando 300 días hábiles/año, la capacidad anual será:

Capacidad anual con

$$\text{un turno diario} \text{ --- } 94.6 \text{ kg/turno} \times 300 \text{ turnos/año} =$$

$$\text{--- } 28,392.7 \text{ kg/año.}$$

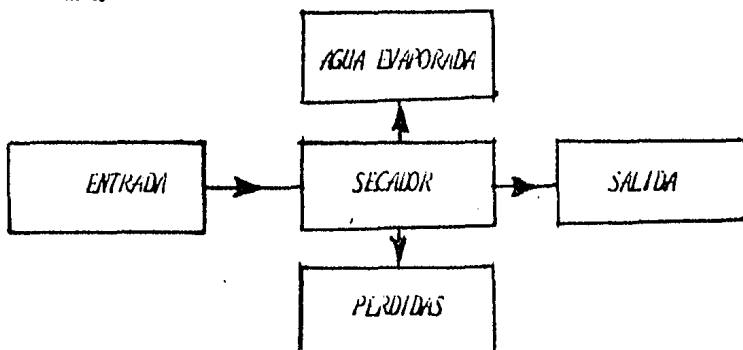
Para dos turnos diarios

$$\text{la capacidad será --- } 28,392.7 \text{ kg/año} \times 2 = 56,785.4 \text{ kgs. por año.}$$

2.- Diagrama de bloques del balance de materiales efectuado en el secador (Diagrama Núm. 4).

DIAGRAMA NUMERO 4.

Diagrama de bloques del balance de materiales efectuado en el secador.



BALANCE (BASE 1 H₂O)

Base Seca

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{pérdidas}$$

$$19.883 = 13.918 + 5.965$$

Base Húmeda

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Agua removida}$$

$$66.279 = 19.883 + 46.396$$

3.- CALCULO DEL AIRE NECESARIO PARA EL SECADOR.

Datos necesarios (obtenidos de los experimentos y bibliografía):

C_{pm}	- Calor específico de la materia seca	0.249 kcal.
C_{pa}	- Calor específico del agua	1.0 kcal/kg°C
V_s	- Velocidad de secado	13.9 kg/hr
D_a	- Densidad del aire (a 0°C y 1 atm)	0.2928 gr/l
D_s	- Densidad de solución (a 20°C y 1 atm)	1.1674 gr/cm ³
T_a	- Temperatura ambiente	20°C
T	- Temperatura de ebullición del agua en México	93°C
T_e	- Temperatura de entrada de los gases al secador	180°C
T_s	- Temperatura de salida de los gases del secador	50°C
T_o	- Temperatura inicial de la solución	20°C
T_p	- Temperatura del producto a la salida	50°C
μ_a	- Viscosidad del aire	0.0215 ctp

μ_s	- Viscosidad de la solución	18.5 ctp.
λ	- Calor latente de vaporización del agua a 586 mm Hg — $\lambda_{93^\circ\text{C}}$	543.0 kcal/kg
X_0'	- Humedad inicial 70 %	2.333 kg agua/kg sól
X_1'	- Humedad final (3.5 %)	0.0362 kg agua/kg sól
Y_s'	- Humedad de saturación	?
Y_n'	- Humedad relativa	50.0 %
Y_a'	- Humedad del aire ambiente a 20°C y 50 % Humedad relativa	0.011 kg agua/kg aire seco
C_p vapor	- Calor específico del vapor de agua a 93°C	0.45 kcal/kg°C
C_p aire	- a 70°C	0.25 kcal/kg°C
M_s	- Masa de sólidos que se requiere secar	13.9 kgs.
	- Volúmen de agua a evaporar	46.4 kgs.

Humedad de saturación del aire en condiciones normales de trabajo —
(585 mm Hg y 20°C):

$$Y_s^2 = \frac{P_s \times 18}{(P - P_s) 28.9} \quad \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg aire seco}}$$

donde:

P_s .- Presión de vapor del agua a T_s (70°C) = 285 mm Hg.

P .- Presión atmosférica — 585 mm Hg.

sustituyendo:

$$Y_2 = \frac{285 \times 18}{(585 - 285) 28.9} = 0.99 \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg de aire seco}}$$

Es necesario determinar la capacidad calorífica de la mezcla aire-agua; la cual por definición es el incremento de energía interna de la unidad de masa de un producto por cada grado en que se aumenta su temperatura, cuando todas las otras variables independientes del sistema, tales como Presión, Masa y Superficie permanecen constantes.

Fórmula:

$$C_p = \frac{(dI)}{(dT) \quad P, M, \text{etc.}}$$

Determinación de la capacidad calorífica de las mezclas ideales:

$$C_p = \sum_i^n X_i C_{p_i} \quad \text{a Temperatura y Presión constantes.}$$

X_i = Fracción molar del componente i .

C_{p_i} = Calor específico del componente i .

Por lo tanto:

$$C_{p \text{ mezcla aire-agua}} = X_{\text{aire}} C_{p \text{ aire}} + X_{\text{agua}} C_{p \text{ agua}}$$

Balance de componentes de la mezcla aire - agua.

Elemento	Peso		% mol
Aire	$1.000 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ mol}}{28.9 \text{ kg}} = 0.0346 \text{ mol}$		98.30
Agua	$0.011 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ mol}}{18.0 \text{ kg}} = 0.0006 \text{ mol}$		1.70
Total	1.011 kg	0.0352 mol	100.00

Ahora, sustituyendo:

$$\begin{aligned} C_p \text{ mezcla} &= 0.983 \times 0.25 + 0.017 \times 0.45 = \\ \text{aire-agua} &= 0.24575 + 0.00765 = 0.2534 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

Para determinar la cantidad de humedad que puede llevar el aire de secado (Y' as) se utiliza la carta psicrométrica calculada para las condiciones de México. Se sigue por la línea de calentamiento, partiendo de las condiciones ambiente que son de 20°C y una humedad del aire de 0.011 kg agua/kg de aire seco hasta la temperatura de entrada del aire del secador que es de 180°C, enfriándose después adiabáticamente hasta 70°C.

Para el cálculo se aplica la ecuación de la línea de enfriamiento --
adiabático:

$$(T_a - T_s) = (Y'_{as} - Y'_a) \frac{\lambda_{as}}{C_p \text{ mezcla}}$$

Sustituyendo:

$$(180 - 70)^\circ\text{C} = (Y'_{as} - 0.011) \frac{\text{kg agua}}{\text{kg aire seco}} \times \frac{543 \text{ kcal/kg}}{0.2534 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}}$$

$$Y'_{as} = \frac{(110 \times 0.2534)}{543} + 0.011 \frac{\text{kg agua}}{\text{kg aire seco}}$$

$$Y'_{as} = 0.0513 + 0.011 = 0.0623 \frac{\text{kg agua}}{\text{kg aire seco}}$$

La diferencia entre la humedad de entrada y la de salida del aire --
es:

$$0.0623 - 0.011 = 0.0513 \frac{\text{kg agua}}{\text{kg aire seco}}$$

El aire necesario será:

$$\frac{46.376 \text{ kg agua/hr}}{0.0513 \text{ kg agua/kg aire seco}} = 904 \frac{\text{kg aire seco}}{\text{hr}}$$

4.- BALANCE DE CALOR.

A) Será el calor necesario para elevar la temperatura de los sólidos de la solución desde la temperatura de entrada hasta la temperatura de salida del polvo:

$$Q_1' = V_s C_{pms} (T_p - T_0)$$

$$Q_1' = 13.918 \text{ kg sól.} \times 0.299 \text{ kcal} (150 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_1' = 124.9 \text{ kcal/hr.}$$

B) Calor necesario para elevar la temperatura del agua de la solución que quedará como humedad residual desde la temperatura de entrada de la solución hasta la temperatura de salida del polvo:

$$Q_2 = V_s \lambda_2' C_{pa} (T_p - T_0)$$

$$Q_2 = 13.918 \frac{\text{kg sól.}}{\text{hr}} \times 0.0362 \frac{\text{kg agua}}{\text{kg sól.}} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (150 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 15.2 \text{ kcal/hr}$$

C) Calor necesario para llevar el agua de la solución desde la temperatura de entrada hasta la temperatura de ebullición:

$$Q_3 = V_s (\lambda_0' - \lambda_1') (T - T_0) C_{pa}$$

$$Q_3 = 13.918 \frac{\text{kg sól.}}{\text{hr}} (2.3333 - 0.0362) \frac{\text{kg agua}}{\text{kg sól.}} (193 - 20)^\circ\text{C} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$Q_3 = 2,333.9 \text{ kcal/hr.}$$

D) Calor necesario para evaporar el agua de la solución:

$$Q_4 = V_s (X_0 - X_1) \lambda$$

$$Q_4 = 13.918 \frac{\text{kg sól.}}{\text{hr}} (2.3333 - 0.0362) \frac{\text{kg agua}}{\text{kg sól.}} \times 543 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$Q_4 = 17,360.3 \text{ kcal/hr.}$$

Por lo tanto:

$$Q_7 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_7 = 124.9 + 15.2 + 2,333.9 + 17,360.3 =$$

$$Q_7 = 19,834.3 \text{ kcal/hr.}$$

5.- CALCULO DEL CONSUMO DE GAS.

El poder calorífico del gas LP es: 6,300 kcal/hr.

Considerando una eficiencia del quemador de 90 %, el calor necesario será:

$$Q_7 = \frac{19,834.3}{0.9} = 22,037.9 \text{ kcal/hr.}$$

El gas utilizado será:

$$\frac{22,037.9 \text{ kcal/hr}}{6,300.0 \text{ kcal/l}} = 3.5 \text{ l/hr.}$$

El consumo de gas por kilogramo de producto procesado, sería:

$$3.5 \frac{\text{Lts}}{\text{hr}} \times \frac{1}{13.918 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}} = 0.25 \frac{\text{L gas}}{\text{kg prod.}}$$

6.- CALCULO DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD.

El secador requiere para su funcionamiento los siguientes motores:

Descripción	H P	Kw - hr.
Motor ventilador de salida	3.0	2.237
Motor ventilador quemador	0.5	0.373
Motor bomba Gaulin	3.0	2.237
Homogenizador (para preparar la solución) -----	3.0	2.237
Total -----	9.5	7.084

El consumo sería de 7.084 Kw por hora trabajada, y para saber el consumo de energía eléctrica por kg. de producto procesado, se calculará como sigue:

$$\frac{7.084 \text{ Kw-hr/hr}}{13.918 \text{ kg polvo/hr}} = 0.51 \frac{\text{Kw - hr}}{\text{kg polvo}}$$

VII. - EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los puntos anteriores se ha encontrado, tanto teórica como prácticamente, que la realización de producción del extracto y secado por aspersión de tamarindo natural es factible de realizar, además de que se ha demostrado que la capacidad del equipo es consistente con la demanda del mercado, por lo cual sólo resta efectuar un estudio económico global del proceso para conocer su rentabilidad.

A) Evaluación Económica de los procesos de Extracción y Concentración.

Para elaborar el extracto de tamarindo 30° Brix se partió de:

Tomarindo natural	30.00 kgs.
Agua -----	15.00 "
Alcohol -----	<u>60.00 "</u>
	105.00 kgs.

Ya que el destilador elimina 30 kgs. de solventes por hora y el rendimiento obtenido en 3 hrs de operación fue de: 30 lts. concentrados de tamarindo 30° Brix, se encuentra que el rendimiento por hora de operación es:

$$\frac{30 \text{ kg/hr}}{3 \text{ hrs.}} = 10 \text{ kgs/hr}$$

Caldera

Cálculo consumo de gas: 15 L/hr.

Precio por L. de gas: \$ 4.00

Costo de operación: 15 L/hr x \$ 4.00/L = \$ 60.00 hora.

Cálculo consumo de electricidad:

Descripción	H P	Kw - hr.
Motor caldera	0.500	0.560
Motor destilador (agitador)	0.250	0.261
Total	0.750	0.821

Consumo = 0.821 Kw - hr

Costo Kw - hr = \$1.11

0.821 Kw - hr x \$1.11/Kw - hr = \$ 0.9113/hr.

a) Consumo de gas

$$\frac{\$ 60.00/\text{hr}}{10 \text{ kg conc/hr}} = \underline{\underline{\$ 6.00 / \text{kg de conc.}}}$$

b) Consumo de Energía Eléctrica

$$\frac{\$ 0.92 / \text{hr}}{10 \text{ kg conc./hr}} = \underline{\underline{\$ 0.092 \approx \$ 0.10 / \text{kg de conc.}}}$$

c) Empaque

Se emplean tambones de capacidad de 200 kgs. c/u, con precio unitario de \$ 800.00

$$\frac{\$ 800.00/\text{tambon}}{200.0 \text{ kgs}/\text{tambon}} = \underline{\underline{\$ 4.00 / \text{kg de conc.}}}$$

d) Materia prima

El precio del Tamarindo natural es:

$$\underline{\underline{\$ 8.00 / \text{kg.}}}$$

e) Alcohol

Teniendo un volumen máximo de recuperación del alcohol, se carga el 10 % al producto; es decir:

$$60.0 \text{ kgs}/\text{carga} \times 0.10 = 6.0 \text{ kg. de alcohol no recuperado.}$$

entonces:

$$\frac{6.0 \text{ kg. alcohol}/\text{carga}}{30 \text{ kg conc. tam.}/\text{carga}} = 0.20 \text{ kg alcohol}/\text{kg. conc.}$$

conociendo que el precio del alcohol es: \$ 23.00/kg. alcohol, se deduce por lo tanto:

$$\begin{aligned} 0.20 \text{ kg alcohol}/\text{kg conc.} \times \$ 23.00/\text{kg alcohol} &= \\ &= \underline{\underline{\$ 4.60 / \text{kg conc.}}} \end{aligned}$$

f) Costo de mano de obra

f) Costo de mano de obra

Mano de obra directa.- Se emplearían dos obreros por turno de 8 horas, con un sueldo de \$ 163.00 diarios cada uno, de donde los gastos serían:

Salario	\$ 326.00
Proporción de aguinaldo	\$ 13.40
Proporción de Vacaciones	\$ 1.34
I M S S	\$ 52.20
Guardería	\$ 3.26
Riesgo	\$ 1.00
Infonavit	<u>\$ 16.30</u>
Total costo/turno 8 hrs.	\$ 413.50

Debido a que en un turno de 8 horas se fabrican:

10 kgs. x 8 hrs. = 80 kgs. de producto, el costo de mano de obra directa por kg. sería:

$$\frac{\$ 413.50}{80.0 \text{ kgs.}} = \underline{\underline{\$ 5.15 / \text{kg producto}}}$$

Gastos Directos:

g) Costo de supervisión.- Se requiere la supervisión de un técnico cuyo sueldo se estima en \$ 10,000.00 mensuales, entonces:

Salario / día (2 turnos)	\$ 666.66
Proporción de aguinaldo	\$ 13.99

Proporción de Vacaciones	\$ 1.37
I. M. S. S.	\$ 36.52
Guardería	\$ 3.33
Riesgo	\$ 0.13
Inforavit	<u>\$ 142.86</u>
Total costo / turno 8 horas	\$ 864.86

Debido a que la supervisión abarca dos turnos por día y en ellos se producen 160 hqs. de concentrado de tamarindo, el costo en este concepto por kg. de producto será:

$$\frac{\$ 864.86/\text{día}}{160.0 \text{ hqs prod/día}} = \underline{\underline{\$ 5.40 / \text{kg producto}}}$$

h) Depreciación del equipo (destilador y caldera)

Se calcula sobre el valor del equipo una amortización del 10 % --
anual.

Valor del equipo de destilación ----	\$ 500,000.00
Valor de la caldera -----	<u>\$ 150,000.00</u>
Total -----	\$ 650,000.00

$$\text{Amortización} = 650,000.00 \times 0.10 = \$ 65,000.00$$

$$\frac{\$ 65,000.00 / \text{año}}{300 \text{ días laborables/año}} = \$ 216.66 / \text{día}$$

$$\frac{\$ 216.66 / \text{día}}{160.0 \text{ kg prod/día}} = \underline{\underline{\$ 1.35 / \text{kg. producto}}}$$

i) Costo de mantenimiento

Se estima sobre un 6 % del costo total de el equipo al año.

$$\$ 650,000.00 \times 0.06 = \$ 39,000.00 / \text{año}$$

$$\frac{\$ 39,000.00 / \text{año}}{300 \text{ días laborables / año}} = \$ 130.00 / \text{día}$$

$$\frac{\$ 130.00 / \text{día}}{160.0 \text{ kg prod. / día}} = \underline{\underline{\$ 0.81 / \text{kg. producto}}}$$

j) Costo por Renta de Local

La renta que se paga en el local que ocupa actualmente el secador, destilador y caldera, asciende a \$ 6,000.00 mensuales; por consiguiente, la renta por día será:

$$\frac{\$ 6,000.00 / \text{mes}}{30 \text{ días / mes}} = \$ 200.00 / \text{día}$$

$$\frac{\$ 200.00 / \text{día}}{160.0 \text{ kg prod. / día}} = \underline{\underline{\$ 1.25 / \text{kg. producto}}}$$

En el Cuadro Núm. 9 se encuentran resumidos los costos de producción de extracto y concentrado de tamarindo.

CUADRO NUM. 9

RESUMEN DE LOS COSTOS DE PRODUCCION DE EXTRACTO Y CONCENTRADO DE TAMBU
RINDO NATURAL.

DESCRIPCION	COSTO / kg. DE PRODUCTO
a) Consumo de GAS -----	\$ 6.00
b) Consumo de ENERGIA ELECTRICA -----	0.10
c) EMPAQUE -----	4.00
d) MATERIA PRIMA -----	8.00
e) Consumo de ALCOHOL -----	4.60
f) Costo de MANO DE OBRA -----	5.15
g) Costo de SUPERVISION -----	5.40
h) DEPRECIACION DEL EQUIPO -----	1.35
i) MANTENIMIENTO -----	0.80
j) RENTA DEL LOCAL -----	<u>1.25</u>
TOTAL -----	\$ 36.65 / kg. producto.

Fuente: Elaboración propia.

B) Evaluación Económica del Proceso de Secado.

Concentrado de tamarindo 30° Brix ----- \$ 36.65

De los resultados experimentales, se encontró que para obtener tres kilogramos de concentrado de tamarindo en polvo, considerando un rendimiento del 70 %, se requieren:

$$\text{Conc. de tamarindo } 30^{\circ} \text{ Bx.} \text{ ----- } \frac{6.30 \text{ kgs.}}{0.70} = 9.00 \text{ kgs.}$$

$$9.00 \text{ kgs.} \times \$ 36.65 / \text{kg.} = \underline{\$ 329.85}$$

$$\text{Maltodextrina} \text{ ----- } \frac{0.950 \text{ kgs.}}{0.70} = 1.357 \text{ kgs.}$$

$$1.357 \text{ kgs.} \times \$ 15.00 / \text{kg.} = \underline{\$ 20.35}$$

a) Costo de Materia Prima

$$\text{Total por 3 kgs.: } 20.35 + 329.85 = \$ 350.20$$

$$\frac{\$ 350.20}{3.0 \text{ kgs.}} = \underline{\underline{\$ 116.70 / \text{kg.}}}$$

b) Consumo de Energía Eléctrica

De acuerdo al dato obtenido en los cálculos, se consumen 0.353 - Kw - hr / kg de producto; calculando a un costo de \$ 1.11 / Kw - hr el costo de Energía Eléctrica es:

$$0.353 \text{ Kw} - \text{hr} / \text{kg} \times \$ 1.11 / \text{Kw} - \text{hr} = \underline{\underline{\$ 0.40 / \text{kg prod.}}}$$

c) Consumo de Gas.

El consumo, ya calculado anteriormente (VI,5), es de 0.2513 l. de gas / kg producto, el cual calculado a un costo de \$ 4.00 / kg resulta:

$$0.2513 \text{ l} / \text{kg} \times \$ 4.00 = \underline{\underline{\$ 1.05 / \text{kg de producto.}}}$$

d) Empaque.

El tipo de empaque que se propone utilizar es una bolsa de polipropileno termado enlainada con una bolsa interior de polietileno calibre 300, cuyo costo es de \$ 10.00 / pieza, con capacidad para contener 20.0 kgs de concentrado de tamarindo en polvo, por lo tanto el costo - por kg será:

$$\frac{\$ 10.00}{20.0 \text{ kgs.}} = \underline{\underline{\$ 0.50 / \text{kg de prod.}}}$$

e) Costo de mano de obra

Mano de obra directa.- Se emplearían dos obreros por turno de 8-horas, con un sueldo de \$ 163.00 diarios cada uno, calculado anteriormente (VII, A, f).

$$\text{Mano de obra} \text{ ----- } \$ 413.50$$

Debido a que en un turno de 8 hrs. se fabrican:

13.92 kgs x 8 hrs = 111.36 kgs de producto, el costo de mano de obra directa por kg sería:

$$\frac{\$ 413.50}{111.36 \text{ kgs prod.}} = \underline{\underline{\$ 3.71 / \text{kg de prod.}}}$$

Gastos Indirectos.

f) Costo de supervisión.-

Se requiere un técnico supervisor cuyo sueldo se estima en \$ 10,000.00 mensuales, calculado anteriormente (VII, A, g).

Técnico supervisor ----- \$ 864.86

Debido a que la supervisión abarca dos turnos por día y en ellos se producen 222.72 kgs de polvo, el costo de éste concepto por kg de producto será:

$$\frac{\$ 864.86}{222.72 \text{ kgs prod.}} = \underline{\underline{\$ 3.88 / \text{kg de prod.}}}$$

g) Depreciación del Equipo (Secador).

Se calcula sobre el valor del equipo una amortización del 10 % - anual.

El valor del equipo es de: \$ 800,000.00

Amortización = \$ 800,000.00 x 0.10 = \$ 80,000.00

$$\frac{\$ 80,000.00 / \text{año}}{300 \text{ días laborables/año}} = \$ 266.66 / \text{día}$$

$$\frac{\$ 266.66 / \text{día}}{222.72 \text{ hjs prod / día}} = \underline{\underline{\$ 1.19 / \text{hg de prod.}}}$$

h) Costo de mantenimiento

Se estima sobre un 6 % del costo total del equipo al año.

$$\$ 800,000.00 \times 0.06 = \$ 48,000.00 / \text{año}$$

$$\frac{\$ 48,000.00 / \text{año}}{300 \text{ días laborables/año}} = \$ 160.00 / \text{día}$$

$$\frac{\$ 160.00 / \text{día}}{222.72 \text{ hg prod / día}} = \underline{\underline{\$ 0.71 / \text{hg de prod.}}}$$

i) Renta del Local

La renta del local que ocupa actualmente el secador que estamos considerando asciende a \$ 6,000.00 mensuales; entonces, la renta por día sería:

$$\frac{\$ 6,000.00}{30 \text{ días}} = \$ 200.00 / \text{día}$$

$$\frac{\$ 200.00 / \text{día}}{222.72 \text{ hqs prod/día}} = \underline{\underline{\$ 0.90 / \text{kg de prod.}}}$$

En el Cuadro N^o. 10 se encuentran resumidos los costos de producción de polvo de tamarindo secado por asperjado.

CUADRO NUM. 10

RESUMEN DE LOS COSTOS DE PRODUCCION DE POLVO DE TIBARINDO SECAO POR ASPERSION.

DESCRIPCION	COSTO / kg. DE PRODUCTO
a) MATERIA PRIMA -----	\$ 116.70
b) Consumo de ENERGIA ELECTRICA ----	0.40
c) Consumo de GAS -----	1.05
d) EMPAQUE -----	0.50
e) Costo de MANO DE OBRERA -----	3.71
f) Costo de SUPERVISION -----	3.88
g) DEPRECIACION DEL EQUIPO -----	1.19
h) MANTENIMIENTO -----	0.71
i) RENTA DEL LOCAL -----	<u>0.90</u>
TOTAL -----	\$ 128.55 / kg. producto.

Fuente: Elaboración propia.

VIII.-ANÁLISIS QUÍMICOS Y CONTROL DE CALIDAD.

Una de las partes más importantes durante el proceso de elaboración de un producto es, sin duda, el control de la calidad que del mismo se haga. La calidad ha sido definida como el grado de excelencia de un producto. Podemos estudiar éste grado de excelencia tomando en consideración 4 aspectos muy importantes:

a) estudiando ciertos factores de calidad, como son apariencia, textura, color y sabor, a los cuales se les conoce como propiedades organolépticas ó sensoriales, ya que son percibidos por los sentidos;

b) estudiando la calidad nutritiva, la cual muchas veces puede ser evaluada mediante el análisis físicoquímico o instrumental, en lo referente a proteínas y otros nutrientes específicos; en algunas ocasiones ésto no resulta totalmente adecuado y es necesario evaluarla en organismos vivos o por pruebas biológica equivalentes;

c) estudiando la calidad sanitaria, lo cual se determina generalmente mediante cálculos de la presencia de bacterias, levaduras, hongos, otros microorganismos y fragmentos de insectos;

y d) estudiando la calidad de conservación o de estabilidad durante el almacenamiento, la cual se mide bajo condiciones de almacenamiento-

creadas a fin de exceder ligeramente las que, según se calcula, el producto encontrará en el curso de su distribución y uso normales.

Se puede decir, por lo tanto, que la calidad es el conjunto de características que tienen importancia tanto sensorial, como nutritiva, como sanitaria y como de conservación, que contribuyen a la aceptación de un producto.

Ahora bien, puesto que nuestro trabajo trata sobre el desarrollo de un nuevo producto dentro del mercado nacional, aún no se han establecido normas de calidad acerca de éste; por consiguiente, se ha procedido a analizar el producto, es decir, analizar desde la materia prima, tanto como el extracto concentrado y como el polvo de tamarindo finalmente obtenido. Esto resulta sumamente importante puesto que permite hacer una evaluación comparativa acerca de las características obtenidas en cada producto, en cuanto a calidad se refiere, y poder determinar sus ventajas y desventajas.

Por otro lado, para facilitar la descripción de las técnicas de análisis empleadas, se ha dividido el control de calidad en 4 incisos: a) calidad organoléptica y/o sensorial; b) calidad fisicoquímica y/o nutritiva; c) calidad sanitaria y/o microbiológica; d) calidad de conservación y/o de anaquel.

Es necesario señalar que tanto para el análisis de la materia pri

ma, como del extracto y del polvo final, se emplearon las mismas técnicas y reactivos para su control.

También resulta pertinente aclarar que los análisis de la materia prima se efectuaron incluyendo tanto pulpa, como semillas, fibra y cáscara, puesto que para los procesos desarrollados no se eliminó nada, - sino que se maceró el tamarindo tal y como se recolecta, y la extracción se hizo incluyendo todos éstos componentes.

a) Calidad Organoléptica y/o Sensorial.

Se determinó sólo utilizando los sentidos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Materia Prima

Vainas oblongas o lineales oblongas, comprimidas o aplastadas con hinchamiento en las partes ocupadas por las semillas; tiene sabor dulce y agradablemente ácido, con un color café parduzco y olor característico.

Extracto concentrado (65-68° Bx)

Líquido denso, sumamente viscoso, con apariencia de jalea en enfriamiento, de muy buen sabor característico, muy ácido y algo astringente, de color café amarino oscuro y de olor característico.

- - -

Polvo de tamarindo natural

Polvo fino, homogéneo, característico, de color café claro, - sabor dulce, deliciosamente ácido, poco astringente y de olor característico; es también algo higroscópico.

Tanto el extracto como el polvo se reconstituyen bastante bien en agua con un sabor muy aceptable.

b) Calidad Fisicoquímica y/o Nutritiva.

Para los análisis fisicoquímicos primeramente se eliminó la humedad en cada producto y, en los casos necesarios, se procedió a la molienda de la muestra para homogeneizarla y guardarla en frascos de vidrio limpios, secos y cerrados perfectamente.

i) Humedad.- La determinación de humedad se efectuó, por un lado, con ayuda de una balanza de humedad Ohaus y, por el otro, por el método tradicional sugerido en el Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C. -ref. Núm. 17-). Los resultados obtenidos por ambos métodos fueron semejantes.

ii) Cenizas.- También se siguió la técnica reportada en el A.O.A.C. (ref. Núm. 17).

iii) Proteínas.- Se determinó por el método Macrokjeldahl (ref's. Núm. 17 y 18).

iv) *Grosa cruda.*- Para hacer ésta determinación se usa un extrac-
ton de Soxhlet, usando así éste método (ref's. Núm. 17 y 18).

v) *Fibra cruda.*- Se empleó la técnica sugerida en el A.O.A.C. y -
por la S.S.A. (ref's. Núm. 17 y 18).

vi) *Carbohidratos.*- Se determinó por diferencia a 100 de los demás
componentes. Es % de carbohidratos asimilables.

vii) *Azúcares Reductores Directos y Totales.*- Se utilizó el método
de Fehling para azúcares reductores sugerido en el A.O.A.C. y por la -
S.S.A. (ref's. Núm. 17 y 18).

viii) *Acidez total.*- Se siguió la técnica sugerida en el A.O.A.C.
usando un potenciómetro Beckman para encontrar el punto de neutraliza-
ción (ref. Núm. 17).

ix) *Determinación de pH (solución al 10 %).*- Se determinó emplean-
do un potenciómetro Beckman IV, haciendo soluciones al 10 % en agua de
cada producto.

x) *Densidad.*- Para hacer ésta determinación se usó un picnómetro-
utilizando así éste método (ref. Núm. 17).

xi) *Viscosidad.*- En éste caso se empleó un viscosímetro de Ost-
wald, siguiendo así la técnica correspondiente (ref. Núm. 17).

xii) Índice de Refracción y % de sólidos en suspensión.- Se utilizó el refractómetro Carl-Zeiss, perfeccionamiento del refractómetro de Abbe (ref. Núm. 171).

Como puede deducirse de manera obvia, no todas las pruebas analíticas se efectuaron para todos y cada uno de los productos, sino que algunas son específicas para líquidos y otras para sólidos; sin embargo, para mayor facilidad se anotaron todas las técnicas juntas.

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico realizados sobre tamarindo natural (incluyendo pulpa, semillas, cáscara y fibra), extracto concentrado y polvo finalmente obtenido del proceso de secado, se muestran resumidos en el Cuadro Núm. 11.

CUADRO NUM. 11

RESULTADOS DEL ANALISIS BROMATOLÓGICO REALIZADOS PARA TAMBURO NATURAL (INCLUYENDO PULPA, SEMILLAS, CASCARA Y FIBRA), EXTRACTO CONCENTRADO Y POLVO FINAMENTE OBTENIDO DEL PROCESO DE SECADO.

DETERMINACION	TAMBURO NATURAL (%)	EXTRACTO CONCENTRADO (%)	POLVO SECADO POR ASPERSION (%)
Humedad	15.8	35.5	3.5
Cenizas	4.7	3.1	2.3
Grasas	1.5	0.9	0.7
Fibra Cruda	14.2	4.7	1.2
Proteínas	1.9	1.2	0.8
Carbohidratos	61.8	54.4	91.3
Acidez total (como ac. tartárico)	6.17	5.74	5.39
azú. Red. Directos	---	14.86	25.35
Azú. Red. Totales	---	15.23	25.67
pH (sol. al 10 %)	2.8	3.0	3.0
Densidad	---	1.1674	---
Viscosidad (30% sól)	---	18.5 ctp.	---
% sólidos	---	58 - 60	---
Índice de Refracción	---	1.4420	---

Fuente: Elaboración propia.

c) *Calidad Sanitaria y/o Microbiológica.*

El control de calidad sanitaria de los alimentos encuentra un valioso apoyo en los análisis microbiológicos. A través de éstos análisis se ponen de manifiesto riesgos, en ocasiones muy serios para la salud, inadvertibles aún a la más rigurosa inspección visual.

Las técnicas aquí empleadas para el muestreo y análisis microbiológicos han sido utilizadas durante muchos años en el Laboratorio Nacional de Salubridad (de la S.S.A.), y provienen, en la mayoría de los casos, de las recomendaciones hechas por el Comité Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas para los alimentos, las cuales han sido modificadas con el objeto de hacerlas más prácticas y accesibles.

Primeramente, para la recolección de la muestra se establecieron una serie de precauciones y condiciones que se cuidaron a fin de obtener resultados significativos; puesto que se trata de un producto (el tamarindo) cuyo grado de contaminación bacteriana es incierto, el tamaño de muestra fue grande y representativo, tomado al azar, utilizando para su recolección recipientes, bolsas y material perfectamente bienlimpios y esterilizados, evitando también contaminaciones del ambiente al ser colectadas las muestras; se procuró trabajar con ellas tan pronto como eran muestreadas.

Ahora bien, independientemente del grupo de microorganismos que se pretenden enumerar el procesamiento de la muestra y la preparación de las diluciones se realiza con estrecho apego a ciertas directrices; el incumplimiento de éstas condiciones dá lugar a variaciones importantes en los resultados hasta el punto de resultar inutilizables (ref.'s. -- Núm. 17 y 19).

El material y equipo empleado, en forma general, es el siguiente:

- i) Campana de flujo laminar en zona estéril.
- ii) Horno para esterilizar a 180°C.
- iii) Autoclave con manómetro probado con termómetro de máximos.
- iv) Baño maría con termómetro.
- v) Licuadora de una o dos velocidades controladas por un resistor - con vasos metálicos estériles.
- vi) Balanza con alta sensibilidad de 0.1 grs.
- vii) Utensilios estériles para la preparación de las muestras: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas.
- viii) Pipetas bacteriológicas estériles de 10 ml, 5 ml y 1 ml (graduadas en 1.0, 0.1 y 0.01 ml respectivamente).
- ix) Frascos de vidrio con tapón de rosca de 200 a 250 ml de capacidad, color ámbar.
- x) Tubos de 16 x 150 mm, de preferencia con tapón de rosca.

xii) Cajas petri estériles desechables.

xiii) Incubadora con termostato que evite variaciones mayores de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

A continuación se describe el procedimiento seguido para la investigación microbiológica realizada.

Se homogeneizó perfectamente bien la muestra y se pesaron 10 gr. de la misma transfiriéndola a un vaso de licuadora estéril y agregando 90 ml de solución diluyente (agua peptonada); esto se licuó durante 1-min. aproximadamente, hasta obtener una suspensión completa y homogénea; es así, por lo tanto, la primera dilución de la muestra.

Esta primera dilución (dil. 1:10) constituye el punto de partida para la investigación acerca de los organismos presentes en los diferentes productos estudiados.

Para una mejor comprensión acerca de los análisis efectuados, se ha elaborado un esquema en el cual se resume en forma gráfica las diluciones e inoculaciones a las cajas petri (recuento en placa) o tubos con medio (recuento en tubo) que se requieren para cada caso (Figura - Núm. 5).

La técnica de recuento en placa se aplica para una gran variedad de microorganismos y su fundamento consiste en contar las colonias que

desarrollan en el medio de elección después de cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo en la muestra bajo estudio.

Cuando la concentración de microorganismos es pequeña o cuando se requiere un medio de enriquecimiento previo a la identificación de un grupo o especie bacteriano, resulta mejor aplicar la técnica de dilución en tubo que el recuento en placa. Por esta técnica se hace una estimación de la densidad de bacterias en el alimento, la cual tiene una base estadística: la probabilidad de obtener tubos de cultivo positivos disminuye conforme es menor el volumen de muestra inoculado.

Por lo regular, como es muy amplia la variedad de microorganismos presentes en el alimento y sólo un grupo es el que interesa investigar, se hace una primera prueba (prueba presuntiva), cuyo objetivo es enriquecer cada tubo inoculado; los tubos que resultan positivos después de la incubación correspondiente son objeto de un segundo estudio para comprobar la identidad de los microorganismos; ésta prueba es la prueba confirmatoria.

Después, consultando las tablas llamadas de Número más probable, en las que se expresa la concentración de gérmenes que corresponde a cada combinación de tubos positivos, se pueden obtener los valores buscados.

Ahora bien, observando cuidadosamente la Figura Núm. 5, podemos ver que cada paso (o serie de pasos) está marcado con una letra, la cual nos sirve para poder señalar los medios de cultivo empleados en cada investigación.

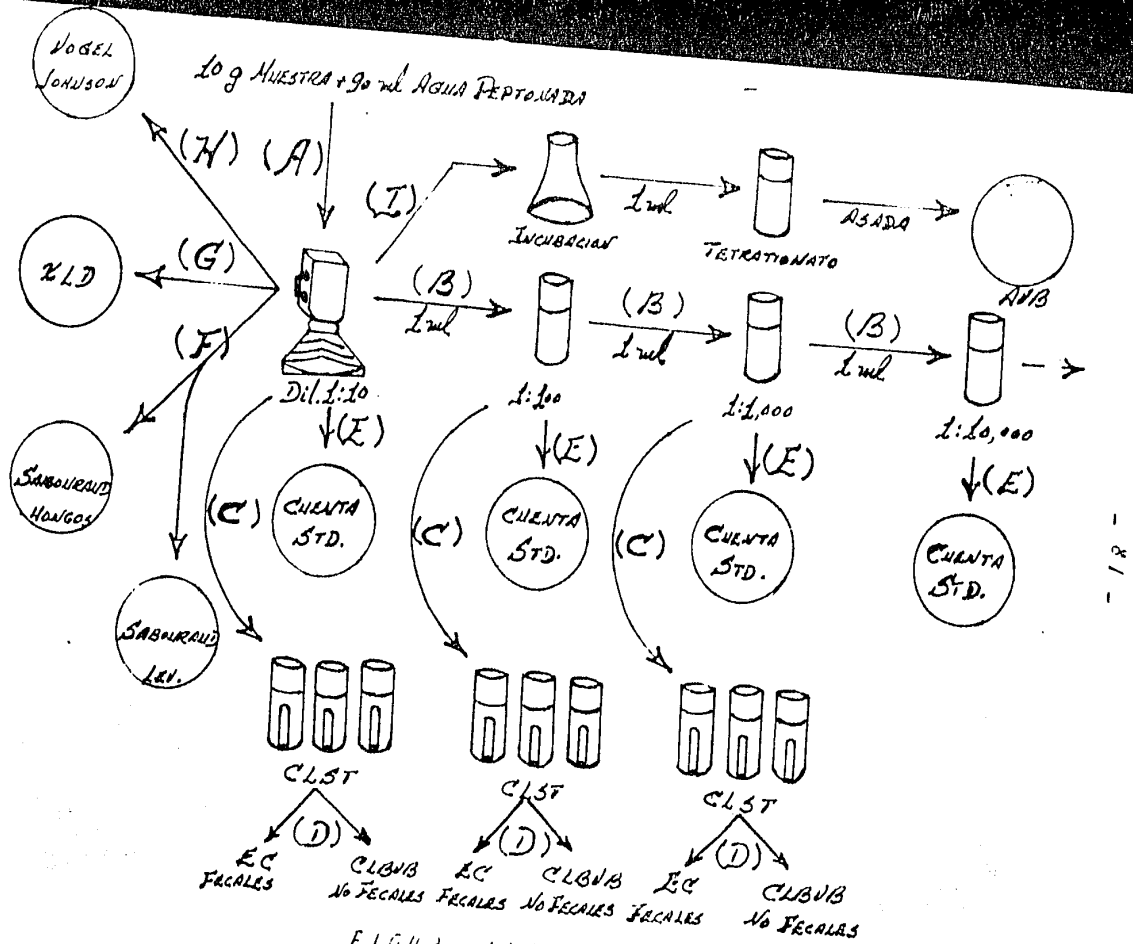


FIGURA NUM. 5

RESUMEN METODICO DEL ANALISIS DE COLONIAS (CO) PRACTICADO EN LABORATORIO Y DERIVADAS.

El paso (A) indica la primera dilución que se hizo del alimento - (10 grs de muestra + 90 ml de agua peptonada - ref. Núm. 19).

El paso (B) continúa las diluciones de la muestra con el mismo diluyente (1 ml de dilución anterior + 9 ml de agua peptonada, lo cual da una concentración 10 veces más diluida del alimento).

Los pasos (C) y (D) indican el camino seguido para la investigación de organismos coliformes fecales y no fecales y la técnica empleada fue la de recuento por dilución en tubo; el paso (C) es la prueba presuntiva y se hace inoculando 1 ml por dilución a cada uno de los tres tubos con medio y campanas de fermentación invertidas; el medio de cultivo fue el Caldo Lauril Sulfato Triptosa (CLST), incubándose a 36°C por 48 horas.

Posteriormente, los tubos positivos se sometieron a la prueba confirmatoria transfiriendo dos o tres asadas de cada tubo a los tubos que contenían los medios especializados; el medio empleado para determinar coliformes fecales fue el caldo E.C. y para coliformes no fecales el caldo Lactosa Bilio Verde Brillante (CLBVB), siendo la Temperatura y tiempo de incubación $44.5^{\circ} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas para el primero y $36^{\circ} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ por 48 horas para el segundo, respectivamente.

Los tubos positivos se determinaron y de acuerdo a las tablas se reportó el MP de coliformes por gramo o mililitro.

El paso (E) señala la ruta seguida para determinar la cuenta de bacterias mesofílicas aerobias (Cuenta estándar), y la cual se hizo empleando la técnica de recuento en placa, esto es, transfiriendo 1 ml de cada una de las diluciones en cajas petri estériles y agregando 12- a 15 ml del medio de cultivo fundido y mantenido a Temp. de 45 - 48°C en baño de agua, mezclándolo perfectamente y dejando solidificar, incubando las cajas en posición invertida; el medio de cultivo empleado en este caso fue agar Triptona Extracto de Levadura, a Temp. de 36°C durante 48 horas, contando después de este período las colonias de las placas seleccionadas y multiplicando el número por la inversa de la dilución, para obtener el número de colonias por ml o por gr. de muestra.

El paso (F) muestra el camino por el cual se investigó la presencia de hongos y levaduras, y más que investigar su mera presencia, se determinó su abundancia, ya que esto es muy importante pues descubre la exposición a fuentes de contaminación y defectuosa conservación del alimento en estudio; el medio de cultivo usado fue Agar Sabouraud empleando la técnica de recuento en placa; para la determinación de hongos se incubó a 22°C durante 5 días, y para levaduras a 36°C durante 48 horas.

En los pasos siguientes (G, H e I) no resulta tan importante conocer la cantidad de microorganismos que tenemos en el alimento, sino --

que es suficiente con saber de su existencia, es decir, basta tan sólo con identificar su presencia para considerar que el producto puede resultar nocivo al consumidor; ésto es, porque se trata de la investigación de tres especies de gérmenes parásitos del hombre y animales superiores que tienen capacidad para producir, en determinadas condiciones, poderosas enterotoxinas.

En el paso (G) se investiga la especie *Shigella* empleando como medio de cultivo XLD Agar incubando a 36°C por 48 horas.

En el paso (H) se investiga presencia del grupo *Staphylococcus aureus* empleando como medio de enriquecimiento Caldo Soja Trypticosa con 10 % de NaCl y como medio de cultivo Agar Vogel-Johnson, incubando a 36°C por 48 horas, tanto en la etapa de enriquecimiento como en la de cultivo.

En la investigación de *Salmonella* (paso I) se requieren más etapas: primeramente, el producto se incuba por 24 horas a 36°C en un medio de pre-enriquecimiento (agua peptonada), del cual se transfiere 1 ml a 10 ml de caldo tetrationato que es el medio de enriquecimiento, y se incuba a 36°C por otras 24 horas; de éste medio se inoculan por estria cajas petri conteniendo el medio de cultivo y aislamiento, que en nuestro estudio fue Agar Verde Brillante incubándose a 36°C durante 24 horas más; finalmente, se hace la identificación visual de las colonias.

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico efectuado se muestran resumidos en el Cuadro núm. 12.

CUADRO NUM. 12

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO REALIZADOS SOBRE TAMARINDO NATURAL (INCLUYENDO PULPA, SEMILLAS, CASCARA Y FIBRA), EXTRACTO CONCENTRADO Y POLVO FINALMENTE OBTENIDO DEL PROCESO DE SECADO.

DETERMINACION	TAMARINDO NATURAL	EXTRACTO CONCENTRADO	POLVO SECADO POR ASPERSION
<i>Cuenta Stándard (bacterias mesofílicas aerobias)</i>			
(col/gr) -----	20,100	11,300	7,800
Hongos (col/gr) ----	210	120	30
Levaduras (col/gr) --	110	70	20
<i>Coliformes</i>			
Fecales (NMP) ---	3.0	NEGATIVO	NEGATIVO
<i>Coliformes No Fecales (NMF)</i>			
Fecales (NMF) ---	16.0	3.0	NEGATIVO
Shigella (col/gr) ---	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Salmonella (col/gr) --	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
<i>Staphylococcus aureus</i>			
aureus (col/gr) --	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

Fuente: Elaboración propia.

d) *Calidad de Conservación.*

Existen muchas formas de deterioro que pueden ocurrir en cualquier momento a un alimento según sea éste y las condiciones ambientales; con el fin de lograr su conservación total, hay que eliminar o reducir al mínimo ciertos factores, como son los siguientes: 1) el crecimiento y la actividad de microorganismos; 2) la actividad de las enzimas naturales del alimento; 3) los insectos, parásitos y roedores; 4) la temperatura, tanto alta como baja; 5) la humedad; 6) el aire y, más particularmente, el oxígeno; 7) la luz y 8) el tiempo.

Como se puede ver de los análisis enumerados hasta ahora, el factor microbiológico y el de la actividad de las enzimas naturales han quedado eliminados de causar problemas por el mismo proceso; los demás factores se pueden eliminar empleando empaques adecuados para la conservación del producto y manteniendo éste en condiciones favorables.

Además, gracias a la naturaleza propia del tamarindo, los productos obtenidos a partir de éste (el extracto y el polvo) cuentan con una ventaja primordial para su conservación: la acidez.

Para investigar la calidad de conservación de los productos se hizo lo siguiente:

i) En el caso del extracto de tamarindo (65 - 68° Bx) se hizo el -

estudio a 2 temperaturas diferentes: a Temp. de 10°C y a Temp. de 20 - 22°C (Temp. ambiente). Los análisis efectuados fueron organolépticos - (cada 15 días) y microbiológicos (cada 3 meses).

Los resultados obtenidos indican que microbiológicamente el pro__ ducto se conserva bastante bien, aceptable sanitariamente, lo cual se explica en base a la alta acidez y a la baja cantidad de agua que tie__ ne.

En cuanto a los resultados obtenidos organolépticamente se encon__ tró que aún a los 5 y 6 meses de almacenamiento todas las muestras (tan__ to las conservadas a Temp. de 10°C como las conservadas a 22°C) mantie__ nen bastante bien su sabor y demás características, y con su casi 68 - 70 % de sólidos el extracto queda como una julea en enfriamiento.

Realmente, éste producto presenta muchas características muy inte__ resantes, como son: tiene buen sabor, es fácil de administrar, se re__ constituye muy bien en agua y por lo que se vé, se puede almacenar en__ buenas condiciones durante largo tiempo.

ii) En el caso del polvo de tamarindo obtenido se hizo el estudio__ manteniendo el producto en sus condiciones de empaque normales (una __ bolsa interior de polietileno y una bolsa exterior de polipropileno __ tramado entainada perfectamente selladas, guardadas en cuñetes de car__ tón) a temperatura ambiente.

Los análisis efectuados al producto fueron también organolépticos (cada 30 días) y microbiológicos (cada 3 meses).

Los resultados encontrados en éste caso también indican que el producto se conserva microbiológicamente aceptable incluso a los 6 meses de almacenado, siempre y cuando su almacenamiento sea en un lugar adecuado, en condiciones normales, y el empaque esté perfectamente sellado.

En relación a los resultados obtenidos organolépticamente se encontró que entre los 5 y 7 meses el producto fue perdiendo paulatina-mente fuerza o intensidad en su sabor, llegando a ser muy notoria ésta diferencia a partir de los 7 meses de almacenaje.

También, la realización de éstos análisis nos permitió observar que el polvo de tararindo resultó ser muy higroscópico; de ahí la insistencia en mencionar que el empaque debe estar perfectamente sellado, para evitar en lo posible que se formen grumos o piedras del producto que dificulten su manipulación y afecten su conservación.

En conclusión, se puede decir que el tiempo de vida de anaquel del polvo de tararindo es alrededor de 6 meses.

IX. - APLICACIONES.

Los gustos y hábitos que tienen los países respecto a los alimentos es de importancia, ya que de éstos dependerá la aceptabilidad de ciertos productos alimenticios; por otro lado, se han creado productos no necesariamente de alto valor nutritivo que han resultado de preferencia, a tal grado que pueden afectar directamente la economía del país, debido a los altos volúmenes en que son manejados.

Dentro de los productos existentes, uno de los que tienen mayor importancia son los refrescos o bebidas carbonatadas. De acuerdo al Cuadro Núm. 13, se podrá observar que México es el segundo consumidor en el mundo y el primero de América Latina.

Dentro de éste ámbito, el refresco de tamarindo ocupa en el mercado nacional un 3.0 % aproximadamente, o sea, cerca de 29.32 millones de cajas anuales. Esta cifra, multiplicada por el precio actual de una caja de refresco, será:

$$1 \text{ caja } \$ 76.80 \times 29.32 \times 10^6 = \$ 2,251 \times 10^6$$

Es decir, el consumo anual representará \$ 2,251,000,000.00 , y si se toma en cuenta un incremento anual del 9 % ésto dará un extra de --- \$ 202,000,000.00 anuales, lo cual confirma la importancia de elaborar un refresco de tamarindo.

CUADRO NUM. 13

CONSUMO DE REFRESCOS Y CRECIMIENTO.

Millones de Cajas (de 192 onzas) ⁸			Millones de Cajas (de 192 onzas) ⁸		
<i>Europa</i>	1977	1978	<i>América Latina</i>	1977	1978
<i>Alemania Occidental</i>	856.2	924.7	<i>México</i>	872.5	977.2
<i>España</i>	320.0	352.0	<i>Brasil</i>	338.6	406.3
<i>Reino Unido</i>	366.2	402.8	<i>Argentina</i>	231.8	255.0
<i>Italia</i>	267.6	259.6	<i>Colombia</i>	226.6	242.5
<i>Bélgica</i>	134.5	148.0	<i>Venezuela</i>	<u>172.6</u>	<u>189.9</u>
<i>Francia</i>	240.2	264.2	<i>Total de los 5 :</i>	1,842.1	2,070.9
<i>Holanda</i>	<u>168.6</u>	<u>186.6</u>			
<i>Total de los 7 :</i>	2,354.3	2,537.9	<i>Africa y Asia Occidental</i>		
<i>Pacífico y Lejano Oriente</i>			<i>Sudáfrica</i>	161.2	169.3
<i>Japón</i>	631.7	726.5	<i>Irán</i>	68.6	96.0
<i>Australia</i>	195.7	189.9	<i>Nigeria</i>	<u>48.2</u>	<u>56.9</u>
<i>Filipinas</i>	<u>133.1</u>	<u>153.1</u>	<i>Total de los 3 :</i>	278.0	322.2
<i>Total de los 3 :</i>	960.5	1,069.5	<i>Subtotal general</i>	5,812.4	6,404.4
<i>América</i>			<i>Estados Unidos</i>	5,340.6	5,688.0
<i>Canadá</i>	377.5	403.9			

Bebidas en polvo.- Las bebidas en polvo son productos que poseen un gran potencial de desarrollo; éstas empezaron a elaborarse aproximadamente hace 18 años y han tenido un crecimiento anual del 9 % aproximadamente.

Algunas de las causas que han motivado éste desarrollo, son las siguientes:

i) Han sido elaboradas para niños, de ésta manera se han convertido en una bebida familiar.

ii) Ha habido una introducción de botes y envases desechables. Estos representan importantes ventajas, como: transporte sin dificultad, fácil almacenamiento, embalaje estable, una vez abiertos se vuelven a cerrar con facilidad.

iii) Hay posibilidades individuales de preparación, es decir, dosificación según el gusto.

iv) Existe una publicidad extremadamente intensa.

Tipos de bebidas en polvo.- Teóricamente se pueden distinguir 5 tipos de diferentes bebidas en polvo:

a) Bebidas en polvo sin componentes de jugo de fruta.

b) Bebidas en polvo con componentes de jugo de fruta.

c) Bebidas para el desayuno diluidas con agua.

d) Bebidas para el desayuno diluidas con leche.

e) Té instantáneo.

Con respecto al sabor, su importancia cambia de un país a otro. De-

acuerdo con el Cuadro N^o. 14, en Europa el sabor de más demanda es el de Naranja; el sabor de Cola es también de igual o mayor importancia, como el caso de los Estados Unidos de Norteamérica. Aún más, los otros sabores como el de Limón y de Toronja son de importancia, en forma general, así como sabores con un gusto local, como es el caso del Guaraná en Brasil.

Se ha considerado que la bebida en polvo de tamarindo puede ser de interés ya que el sabor tiene gran demanda como refresco carbonatado y también en forma concentrada.

CUADRO NUM. 14

MERCADO DE BEBIDAS EN ALGUNOS PAISIS (1973).

(Con excepción del café y del thé).

PAIS	CONSUMO TOTAL	CONSUMO PER CAPITA	COLA	LIMON	NARANJA	TORONJA	ESPECIALIDADES	VARIOS
	(Mill. L.)	(Lts.)	%	%	%	%	%	%
Suiza	280	46.0	25	30	25	15	---	5
Alemania	3,550	56.8	30	20	35	10	---	5
Bélgica	520	53.5	20	20	50	5	---	5
Francia	1,980	37.8	--	--	--	--	---	--
Italia	1,350	24.5	30	8	30	15	---	17
Holanda	840	61.9	20	20	40	--	---	20
Dinamarca	250	48.8	25	5	37	--	Frambuesa 28	5
Inglaterra	1,560	27.8	15	25	50	2	---	8
E.E.U.U.	21,340	101.0	48	14	8	--	Root Beer 10	20
Australia		61.5	34	26	14	--	---	26
Brasil			42	10	10	--	Guaraná 30	8

Fuente: Ref. Núm. 24.

- 46 -

Helados.- Desde que la primera fábrica de helados fue fundada en 1851 -- por Jacob Fussel, en Baltimore, el helado ha ganado un importante mercado en el mundo. Las causas de éste desarrollo lo han sido la gran variedad de productos elaborados, las condiciones climáticas y la preferencia por el producto en cada país.

En Estados Unidos y Australia el helado forma parte de la alimentación diaria; por el contrario, los europeos aún no están acostumbrados a éste producto y lo consumen ocasionalmente --observar Cuadros Núm. 15 y 16 --. En los países meridionales y tropicales la distribución y almacenamiento del producto es frecuentemente deficiente y por lo tanto el consumo es notablemente inferior.

En 1903, la primera máquina de helados fue inventada contando con un sistema de enfriado continuo; se dió con ésto los primeros pasos para la producción de helado a gran escala.

Los países que destacan por su gran producción son: Estados Unidos, Alemania, Italia, Reino Unido. De acuerdo con el Cuadro Núm. 16 México ocupa un modesto lugar.

Los tipos de helado se clasifican de acuerdo a sus componentes (leche, crema, agua, etc.), y a la relación de los mismos en el producto.

El helado de tamarindo (de agua) se produce en México en baja escala, y de hecho no se explota. Las paletas de tamarindo, que son otro pro

ducto refrigerado, tienen gran demanda en el país.

CUADRO NUM. 15

CONSUMO DE HELADO POR CABEZA EN LITROS (1976 Y 1978).

PAIS	1976	1978
E.E.U.U.	24.9	24.0
Australia	20.0	19.0
Dinamarca	6.9	7.8
Irlanda	8.1	7.6
Suiza	6.9	6.8
Alemania	4.8	6.7
Holanda	4.6	5.8
Austria	5.2	5.6
Inglaterra	6.4	5.6
Bélgica	4.6	5.5
Italia	3.5	4.5
Francia	2.5	3.7
Africa del Sur	5.0	2.0
Malasia	1.5	1.6

Fuente: Ref's. Núm. 22 y 23.

CUADRO NUM. 16

PRODUCCION ANUAL DE HELADOS DE CREMA, NIEVES, SORBETES Y RASPADOS EN ---
1977.

PAIS	PRODUCCION TOTAL EN 1,000 LITROS	PAIS	PRODUCCION TOTAL EN 1,000 LITROS
Austria	44,400	Argentina	42,937
Bélgica	59,170	Brasil	92,275
Dinamarca	38,695	Chile	68,000
Finlandia	35,600	Ecuador	13,910
Francia	191,925	México	64,400
Alemania	362,992	USA	4.599,935
Holanda	81,846	Venezuela	37,859
Italia	280,053		
Noruega	34,156	Australia	275,516
Portugal	14,765	Japón	630,000
España	96,995	Corea	35,617
Suecia	83,920	Malasia	4,150
Suiza	44,887	Nueva Zelanda	60,187
Turquia	37,100		
Reino Unido	199,800	Sudáfrica	55,000

Fuente: Ref.'s. Ním. 22 y 23.

Jugos de frutas naturales.— Otro tipo de bebidas son los néctares y jugos de frutas naturales, los cuales han ganado popularidad con el paso de los años. Estas bebidas pueden presentarse en: bebidas preparadas para tomarse de inmediato, y las concentradas que requieren de dilución previa.

En el continente europeo, especialmente en Alemania y Suiza, jugos de frutas son recomendados en la dieta para tratamientos del corazón, hígado y riñones, pero especialmente son ofrecidos en las comidas y desayunos, en algunos para tratamientos de control de peso.

Estas pueden presentarse embotelladas, entatadas, y en ocasiones se les fortifica con vitamina C. El Cuadro núm. 17 muestra el consumo aproximado de jugos de frutas en 1950.

CUADRO NÚM. 17

PRODUCCION APROXIMADA ($\times 10^6$) DE JUGOS DE FRUTAS EN VARIOS PAISES.

PAIS	LITROS ($\times 10^6$)
Australia	1.323
Francia	7.562
Alemania	20.790
Suiza	27.446
Estados Unidos	965.008

Fuente: Referencia Núm. 20.

Ahora bien, una de las partes principales en donde se aprecia si el desarrollo de un nuevo producto ha sido conveniente e importante es, sin duda, la aplicación que de él se haga. En el presente trabajo, los productos obtenidos han sido aplicados en diversos productos alimenticios, obteniéndose resultados muy satisfactorios. Los productos alimenticios desarrollados fueron los siguientes:

Bebidas:

Instantáneas

Carbonatadas

Concentradas

Gelatina

Yoghurt

Nieve

Dulce de tamarindo (producto tradicional)

A continuación, se anotan las diversas formulaciones de los productos alimenticios elaborados que resultaron ser de mayor agrado en nuestro estudio.

Gelatina

Azúcar	-----	86.1
Gelatina	-----	10.6
Acido Cítrico	-----	0.9
Extracto tamarindo en polvo	---	<u>2.4</u>
		100.0

Gelatina: Disolver 50 gramos de la mezcla en 500 ml. de agua.

Bebida Instantánea de Tamarindo

Azúcar -----	92.05
Acido Cítrico -----	2.00
Acido Ascórbico -----	0.15
Fosfato tricálcico -----	0.35
Carboximetilcelulosa -----	1.40
Color caramelo -----	0.05
Extracto tamarindo en polvo -----	5.00
	<u>100.00</u>

Disolver 100 grs. de la mezcla en 1 litro de agua.

Bebida Carbonatada de Tamarindo

Jarabe de Azúcar 65° Bx (870 ml.) -----	1,147.3 grs.
Acido cítrico al 50 % en agua -----	20.0
Benzoato de sodio ó Sorbato Potásico -----	1.0
Color Caramelo -----	1.5
Extracto de tamarindo (80 ml.) -----	93.39
Agua -----	21.71
	<u>1,284.90 grs.</u>

Jarabe básico 60° Bx. 1,000 ml. = 1,284.9 grs.

Dilución: 1 + 5 V/V = 6 lts. bebida a 12.0° Bx.

Para la elaboración de refrescos se utilizó una carbonatadora para ensayos a nivel laboratorio.

Especificaciones de la carbonatadora:

Capacidad de mezcla en tanque: 5.0 lts.

Capacidad de unidad de enfriamiento: 1.5 kgs.

Presión a la válvula de reducción: 5.0 kgs/cm²

Presión de saturación: 2.5 kgs/cm².

La figura Núm. 6 muestra algunos aspectos de la carbonatadora utilizada en los ensayos a nivel laboratorio.

La figura Núm. 7 muestra en fotografía la carbonatadora empleada.

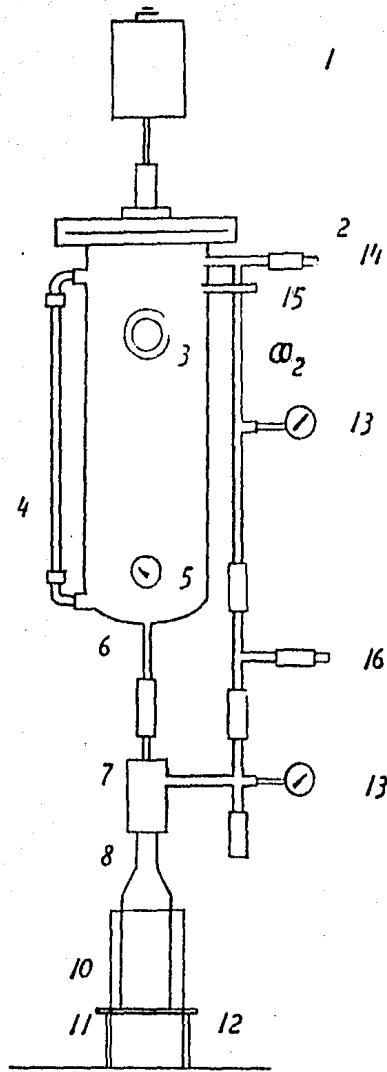


FIGURA NUM. 6.- Carbonatadora empleada en ensayos de laboratorio

- 1.- Vibrador
- 2.- Recipiente
- 3.- Ventana
- 4.- Indicador de nivel
- 5.- Termómetro
- 6.- Válvula
- 7.- Punto de llenado
- 8.- Botella
- 9.- Protección de seguridad
- 10.- Gato
- 11.- Compresora
- 12.- Unidad enfriadora
- 13.- Manómetro
- 14.- Válvula de seguridad
- 15.- Válvula de vacío
- 16.- Válvula de CO_2

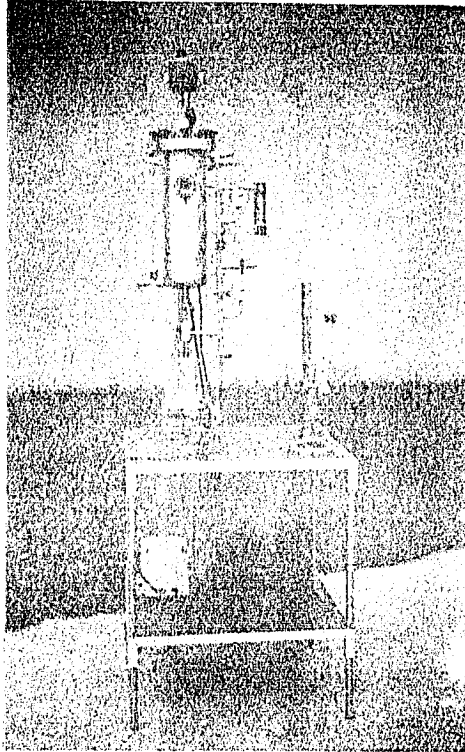


FIGURA NUM. 7 .- Fotografía que muestra la carbonatadora empleada en ensayos de laboratorio.

Nieve de tamarindo

Azúcar	22.00
Glucosa	6.00
Acido Cítrico	0.45
Goma Guan (estabilizador)	0.50
Color caramelo	0.10
Agua	66.95
Extracto de tamarindo	4.00
	<u>100.00</u>

La mezcla final se pasa por una emulsificadora y posteriormente, — por la máquina elaboradora de helados. Estos helados fueron elaborados — con una máquina de helados de acero inoxidable, con una capacidad de re— frigeración de 5 gal. por hora, y una tolva de alimentación de 2.5 gal.

Yoghurt

Leche	84.0
Leche en polvo	2.0
Azúcar	10.0
Cultivo	4.0
	<u>100.0</u>

Obtención del Yoghurt.- La leche natural, junto con la leche en pol— vo, se calienta a 65°C y se homogeniza a 200 - 220 atm. Calentamos a 90°

por 15 minutos, se garega el azúcar, se enfría y se añade el cultivo. La temperatura de incubación es de 43 - 45°C durante 5 horas, hasta llegar a obtener un pH de 3.9 a 4.2 .

Base de Yoghurt	—————	94.0
Extracto de tamarindo	—————	6.0
		<u>100.0</u>

Cultivo: *Lactobacillus bulgaricus*.

Dulce de Tamarindo (producto tradicional)

Como subproducto en la filtración se obtuvo pulpa de tamarindo, la cual se mezcló con azúcar obteniendo de ésta manera un producto de consumo tradicional en el país. Además, también se efectuaron otros ensayos - donde, aparte de la mezcla anterior, se añadieron diversas proporciones de chile piquín.

Azúcar	—————	450.0 grs.
Pulpa de tamarindo	—————	50.0 grs.
		<u>500.0 grs.</u>

El dulce de tamarindo es un producto típico del sur de la República, específicamente de Guerrero, Oaxaca y Chiapas; es elaborado quitando la cascarrilla y remojando el tamarindo; luego se le adiciona azúcar hasta tener una pasta consistente y se envuelve en un papel transparente. En algunos casos también se le adiciona chile. Este producto se consume di__

rectamente, o bien, se disuelve en agua.

Evaluación

Se efectuaron ensayos hasta lograr productos que se compararan con los productos existentes en el mercado.

Se evaluó por medio de una prueba hedónica, en la que a los jueces se les preguntó el grado de gusto y aceptación por el producto del mercado y por el producto del laboratorio.

Como resultado de éstas pruebas para las bebidas carbonatadas, concentradas y en polvo, los jueces mostraron, en términos generales, ligera preferencia por los productos desarrollados en el laboratorio.

Para la gelatina, yoghurt y nieve, no se efectuaron pruebas comparativas ya que no existen productos similares en el mercado. A los jueces sólo se les preguntó si los productos elaborados eran de su aceptación, siendo éstos gratamente aprobados.

X. - CONCLUSIONES.

Se ha logrado desarrollar, tal y como se había propuesto, todo un proceso de recuperación de los compuestos aromáticos que dan el sabor - característico del tamarindo a partir del fruto natural, concentrando - éstos tanto en forma líquida (extracto concentrado) como en forma sólida (polvo secado por aspersión).

Dentro de éste proceso de recuperación de los aromáticos y saborizantes del tamarindo natural, se han estudiado las diversas fases involucradas haciendo énfasis en las etapas de mayor importancia, como son: la extracción, la concentración y el secado por aspersión.

De acuerdo con esto, se ha considerado que el diseño del proceso no implica una tecnología muy compleja y que el equipo necesario es bastante remunerativo y tiene, en total, un costo bajo.

Por otro lado, los productos desarrollados, tanto el extracto concentrado como el polvo secado por aspersión, tienen principalmente uso como aditivos saborizantes en alimentos, y, como tales, se pueden aplicar en una amplia variedad de productos alimenticios. Algunas de estas aplicaciones fueron desarrolladas en el laboratorio, resultando ser, en la mayoría de los casos, de fácil y grata aceptación por el consumidor.

En relación a la calidad fisicoquímica o nutritiva de los productos se encuentra que, en realidad, no tienen ningún poder nutritivo a -

excepción de los azúcares presentes, los que podrían ser empleados como fuente de energía, aunque verdaderamente su uso como aditivos alimentarios los delimita en éste campo.

En cuanto a la calidad sanitaria se refiere, se encontró que, gracias a la naturaleza propia del tamarindo, los productos obtenidos a partir de éste cuentan con una ventaja primordial para su conservación y que es su elevada acidez, por lo que los productos después de los diversos tratamientos a los que fueron sometidos durante los procesos, resultaron con una excelente calidad microbiológica.

Relacionado a la calidad sanitaria, se encuentra la calidad de conservación; en éste aspecto, se encontró que el extracto de tamarindo -- presenta una vida de anaquel bastante larga, aún más de 6 meses, mientras que el polvo secado por asperjado presenta el problema de ser muy higroscópico, aunque bien almacenado tiene una vida de anaquel de 3 a 6 meses.

XI. - BIBLIOGRAFIA.

1) M. Hernández, A. Chávez, H. Bourges, E. Mendoza. Valor Nutritivo de los Alimentos (tablas de uso práctico). Instituto Nacional de la Nutrición. 5a. edición. México, 1975.

2) Norman N. Potter. La Ciencia de los Alimentos. Editorial Edutex, S.A. 2a. edición. México, D.F. 1973.

3) The Encyclopedia Americana. The Tamarind. Vol. 26. New York, USA. 1944.

4) Comisión Nacional de Fruticultura, SAG. El Cultivo del Tomarindo. Folleto Núm. 11. México, D.F. 1972.

5) Comisión Nacional de Fruticultura, SAG. Química y Utilización de el Tomarindo. Estudio realizado en la India, traducido por el Depto.- Agroindustrial. México, D.F. 1972.

a) Hith. Bull. Núm. 23, Ministry of Health, Govt. de India, Nueva - Delhi, 1941.

6) Velázquez, G. Pablo y Robles J. Arturo. Bibliografía de Tomarindo 1935 - 1975. Comisión Nacional de Fruticultura. México, 1976.

7) Monton, J.F. The Tamarind (Tamarindus indica L.) its food, medicinal and industrial uses, Florida State Horticultural Society, 1957.

8) J. Félix Ch., María C. de Mondragón, L. Pérez C., Nino di Geróni-
no y N. G. Jaffé. Contenido de ácido ascórbico, sodio y potasio en ju-
gas y néctares de frutas elaborados en Venezuela. División de Investi-
gaciones, Instituto Nacional de Nutrición, Venezuela. Archivos Latino-
americanos de Nutrición. 6 - 3 - 1975.

9) Ciba - Geigy Corporation. Food Industry Department. Ingazyme 100:
pectic enzyme. Indstecy, New York, 10, 502.

10) Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. 1975 - --
1976. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación General -
del Sistema Nacional de Información. Dirección General de Estadística.
México, 1979.

11) Boletín Mensual 76 de la Dirección General de Economía Agrícola
del Mra. 621 al 632. Sra III / Distr. Secretaría de Programación y Presu-
puesto. México, 1976.

12) Savur, G. Rao. Utilization of Tamarind seed "Pectin" in Textile
Industries. The Indian Textile Journal. April, 1955.

13) Savur, G. Rao. Tamarind "Pectin" Industry of India. Chemistry -
and Industry. April 7, 1956.

14) Rao, P.S. Jellies and Related Products from Tamarind Seed ---
Kernels. Forcet Research Institute, Uehra Dur. September, 1949.

15) Tesis: Implementación del proceso de deshidratación de jugo de piña en un secador por asperjado. Arias E., Gerardo. ES/Q/E, IPN. México, 1978.

16) Garduño, Alejandro. Apuntes del curso: Desarrollo de Alimentos. México, D.F. Agosto de 1976.

17) Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). Análisis Generales de Alimentos en "Methods of Analysis". P. O. Box 590, Benjamin Franklin Sta., Washington D.C., USA (1970).

18) Dirección General de Investigación en Salud Pública de la S.S.A. Técnicas para el Análisis Físicoquímico de Alimentos. Apones Núm. 1240 col. Del Valle. México 12, D.F. (1976).

19) Dirección General de Investigación en Salud Pública de la S.S.A. Técnicas para el muestreo y análisis microbiológicos de Alimentos. Apones Núm. 1240, col. Del Valle. México 12, D.F. (1976).

20) Green, L. F. Developments in Soft Drinks Technology. Applied Science Publishers Ltd, London, 1978.

21) Givaudan Flavour Newsletter. Soft Drinks. Núm. 4 / 1973. Givaudan Dubendorf.

22) Ice Cream Collection 1980. Givaudan Dubendorf.

231 The Ice Cream Manual 1980. Givaudan Dubendorf.

241 Manual de bebidas en polvo 1980. Givaudan Dubendorf.

251 Maynard A.M., Rose Marie Langhorn, Edward B. Roessler. Principles of Sensory evaluation of Foods. Academic Press, 1965.

261 The Atomizer and the droplet size information significance. ---
Spraying Systems Co., 3201 Randolph Street, Bollwood, Illinois.