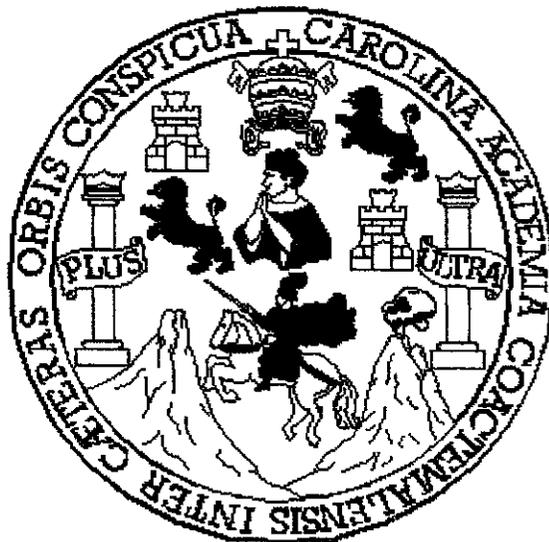


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS DE
ANÁLISIS PARA OBTENER UN MEJOR RESULTADO DE
HUMEDAD POR MEDIO DEL MÉTODO DE AGUA POR
DESTILACIÓN Y EL TRADICIONAL PESO - PESO A
UNA MASA DE 10 GRAMOS MUESTRA DE RESINA**

TESIS

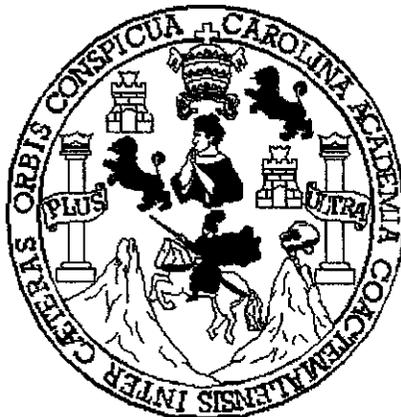
**PRESENTADO POR:
MAGDA EUNICE DUARTE LEMUS**

**AL CONFERIRLE EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, MAYO DE 1,999

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

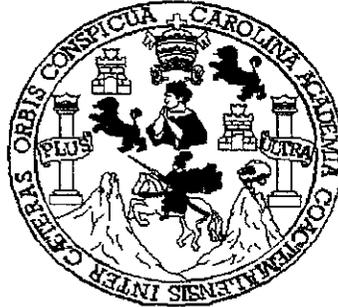


ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA OBTENER UN MEJOR RESULTADO DE HUMEDAD POR MEDIO DEL MÉTODO DE AGUA POR DESTILACIÓN Y EL TRADICIONAL PESO - PESO A UNA MASA DE 10 GRAMOS MUESTRA DE RESINA.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química con fecha 25 de marzo de 1999

Magda Eunice Duarte Lemus

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Ing. Herbert René Miranda Barrios

Vocal 1°: Ing. José Francisco Gómez Rivera

Vocal 1°: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Vocal 1°: Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana

Vocal 1°: Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera

Vocal 1°: Br. José Enrique López Barrios

Secretario: Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRÁCTICO EL EXAMEN GENERAL
PRIVADO**

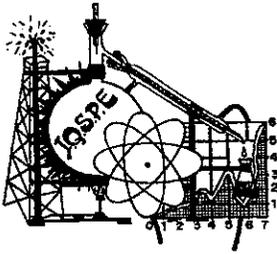
Decano: Ing. Herbert René Miranda Barrios

Examinador: Ing. José Manuel Tay Oroxon

Examinador: Ing. Carlos Salvador Wong Davi

Examinador: Dr. Rodolfo Francisco Espinoza Smith

Secretaria: Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas



PÉREZ, DUARTE & ASOCIADOS
Ingeniería Química, Sanitaria, Energética y Ambiental
Asesoría y Consultoría Profesional

11 CALLE 10-20 ZONA 1 OFICINA "J". GUATEMALA, C. A. FAX: 232-5604. TEL.: 220-0806 • 595-3593

Guatemala, 05 de Abril 1999

Ingeniero
Otto De León
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
USAC
Presente.

ESTIMADO INGENIERO DE LEÓN:

Hago de su conocimiento que habiendo revisado el trabajo de tesis del estudiante Magda Eunice Duarte Lemus denominado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA OBTENER UN MEJOR RESULTADO DE HUMEDAD (%), POR MEDIO DEL MÉTODO DE AGUA POR DESTILACIÓN Y TRADICIONAL PESO-PESO A UNA MASA DE 10 GRAMOS MUESTRA DE RESINA**, y del cual dejo constancia de mi aprobación para proceder a la autorización respectiva del trabajo de investigación.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,

Msc. ING: Q. Eddy Haroldo Pérez Orozco

ASESOR

Colegiado No. 490

Eddy Haroldo Pérez Orozco
Ing. Químico Colegiado 490
M. Sc. Ingeniería Sanitaria y
Planificador Energético

EM/VM



FACULTAD DE INGENIERIA

Ref. WGAM. 0040. 99

Guatemala, 07 de abril de 1999

Ingeniero
Otto Raúl de León de Paz
Director
Escuela Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ingeniero de León:

Atentamente me dirijo a usted para responder a su oficio Ref. EIQ. 086.99, mediante el cual se solicita revisar el informe final de tesis de la estudiante universitario MAGDA EUNICE DUARTE LEMUS, titulado "ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS METODOS DE ANALISIS PARA OBTENER UN MEJOR RESULTADO DE HUMEDAD POR MEDIO DEL METODO DE AGUA POR DESTILACION PESO-PESO A UNA MASA DE 10 GRAMOS MUESTRA DE RESINA", el cual fue asesorado por el M. en Ing. Edy Haroldo Pérez Orozo

Al respecto, me permito informarle que después de haber terminado la revisión del mencionado informe y de haberle hecho las correcciones pertinentes, considero que llena los requisitos para ser aprobada por parte de la Escuela como trabajo de tesis, por lo cual se lo remito y lo pongo a su consideración.

Agradeciendo la atención a la presente, le saluda respetuosamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M. en Ing. Williams G. Alvarez Mejía
Profesor Titular V
Area de Operaciones Unitarias



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química; Ingeniero Otto Raúl de León de Paz, después de conocer el dictamen del asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de Tesis de la estudiante Magda Eunice Duarte Lemus, titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS METODOS DE ANALISIS PARA OBTENER UN MEJOR RESULTADO DE HUMEDAD POR MEDIO DEL METODO DE AGUA POR DESTILACION PESO-PESO A UNA MASA DE 10 GRAMOS MUESTRA DE RESINA**, procede a la autorización del mismo.

Ing. Otto Raúl de León de Paz
DIRECTOR ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 28 de abril de 1,999.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de Tesis titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS METODOS DE ANALISIS PARA OBTENER UN MEJOR RESULTADO DE HUMEDAD POR MEDIO DEL METODO DE AGUA POR DESTILACION PESO-PESO A UNA MASA DE 10 GRAMOS MUESTRA DE RESINA** de la estudiante Magda Eunice Duarte Lemus, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DECANO EN FUNCIONES



Guatemala, 3 de mayo de 1,999

ACTO QUE DEDICO

A MI MAMÁ

Licenciada María Magdalena Lemus de Duarte

Por enseñarme con tu ejemplo que para ser una persona exitosa se necesita valor, entereza y por sobre todas las cosas integridad.

QUE DIOS TE BENDIGA

A MI ESPOSO

Msc. en Ing. Edy Haroldo Pérez Orozco

Por que te admiro como profesional como esposo y como padre por todas las cosas maravillosas que has puesto en mi vida y porque con tu ejemplo e aprendido que en nuestra carrera se puede ser integro.

A MI ADORADA HIJA

Génesis Eunice Pérez Duarte

Para que mi esfuerzo te motive a ser mejor cada día y estés orgullosa de mí.

A MIS HERMANOS

Doctor Danilo Duarte

Doctora Karina Duarte de Ascencio

Licenciada Zulema Margarita Duarte de Escobar

Arquitecta Inf. Yujana Albertina Duarte de Urías

Por motivarme con su ejemplo

A MI ABUELITA

Romelia Ortega de Lemus

Por toda la dulzura y amor que me has brindado

A TODA MI FAMILIA Y AMIGOS

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por permitirme culminar exitosamente mi carrera

A MI ASESOR

MSC. en ING. Edy Haroldo Pérez Orozco

por el apoyo, asesoría y ayuda que me brindo en todo el proceso de este trabajo.

A MI REVISOR

MSC. en ING. Williams Álvarez

Por su colaboración y ayuda en el presente estudio

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	IV
RESUMEN	V
INTRODUCCIÓN	VI
1. ANTECEDENTES	8
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	16
4. HIPOTESIS	17
5. MARCO TEÓRICO	18
5.1 Generalidades	18
5.2 Chicozapote, árbol de chicle	20
5.3 Descripción botánica	21
5.3.1 Clasificación botánica	23
5.4 Variedades	23
5.5 Condiciones ecológicas	25
5.5.1 Zona de cultivo	25
5.5.2 Clima	26
5.5.3 Suelo	26
5.5.4 Siembra	28
5.5.5 Trasplantes	29
5.5.6 Distancia de siembra	29

5.5.7	Fertilización	30
5.5.8	Corteza	30
5.5.9	Fruto	30
5.5.10	Cosecha	31
5.5.11	Estado natural del chicozapote	31
5.6	Mapa de Ubicación del árbol de chicozapote	32
6.	METODO DE INVESTIGACIÓN	33
6.1	Descripción del proceso	33
6.2	Unidad experimental	34
6.3	Metodología experimental	34
6.4	Manejo del experimento	35
6.5	Descripción del método agua por destilación	36
6.6	Descripción del método tradicional peso-peso	37
6.7	Formulas para cálculos	38
7.	DISEÑO EXPERIMENTAL	39
7.1	Análisis de varianzas	40
7.2	Modelo estadístico	42
7.3	Hipótesis estadística	43
7.4	Formulas de suma de cuadrados	45
8.	RESULTADOS	47
8.1	Resultados del método de agua por destilación	47
8.2	Resultados del método tradicional peso-peso	48
9.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49

CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53
BIBLIOGRAFÍA	54
APÉNDICE	56
Apéndice A	57
Apéndice B	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Figuras
1. Área protegida	11
2. Árbol con incisiones	19
3. Morfología del chicozapote	22
4. Taxonomía de árbol de chicle	23
5. Bayas de fruto	31
6. Mapa de ubicación del árbol	32
7. Resultados de análisis de varianza	46
8. Resultados experimentales método de destilación	47
9. Resultados experimentales método peso-peso	48
10. Gráfica resultados método de destilación	57
11. Gráfica resultados método peso-peso	58
12. Equipo utilizado método de destilación	59
13. Accesorios utilizados en método de destilación	60

GLOSARIO

Amóniaco	Gas de hidrógeno con fórmula NH_4 .
Biofera	Área de reserva de especies de fauna y flora.
Destilación	Separar una sustancia volátil de otra.
Emulsión	Líquido con pequeñas partículas insolubles en suspensión.
Extracción	Proceso por el cual se separa una sustancia.
Hachuela	Instrumento de metal que sirve para hacer incisiones.
Humedad	Cantidad de agua impregnada en un cuerpo.
Incisión	Hendidura que se hace con un instrumento cortante.
Látex	Jugo de algunos vegetales con características especiales.
Resina	Sustancia orgánica vegetal, soluble en alcohol.
Solvente	Líquido capaz de diluir una sustancia soluble en él.
Tolueno	Solvente mineral.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el estudio comparativo del porcentaje de humedad en resina extraída del árbol de chicozapote con la utilización del método tradicional de peso-peso y el método de agua por destilación.

La muestra utilizada es de 10 gr, se realizó para cada método cuatro repeticiones se encontraron rangos de porcentajes de humedad para el método tradicional de Peso-Peso de (29.5 - 32.60) y en el método de Agua por destilación de (24.1 - 25.95).

Para la comparación entre estos métodos se realizaron gráficas, de control cada una de estas pruebas se basó en una comparación de estimaciones σ^2 , y proporcionada por la división de la suma total de cuadrados de los datos. Cada una de las sumas de cuadrados se divide entre su correspondiente número de grados de libertad, para así obtener resultados estadísticos y la comprobación de la hipótesis.

Los resultados demotraron que el método de agua por destilación es más exacto que el método tradicional peso-peso debido a que se trabaja con equipo específico y de control.

INTRODUCCIÓN

A nivel Nacional e Internacional existen muchas empresas dedicadas a la manufactura y al proceso de chicle, es por ello, que en la actualidad Guatemala debe manejar estándares de calidad para que los productos que exporta tengan aceptación y puedan competir con otras empresas en el ámbito mundial.

La calidad del chicle depende del proceso que se realice ya que su preparación en nuestro medio es sencilla, barata y sin complicaciones. Después de extraer el látex del árbol el cual es picado con una hachuela especial o en algunos casos con machete, expulsa un líquido lechoso que es recibido en un recipiente al pie del árbol, éste líquido lechosos es cocinado enmarquetado y listo para el mercado nacional o internacional; queda el chicle o copal el cual puede ser utilizado en diferentes procesos industriales.

El consumo en el ámbito nacional es relativamente bajo y no es competitivo ya que en nuestro medio no existen fábricas con equipo sofisticado que pueda procesar la materia prima.

El Chicozapote o Árbol de Chicle puede encontrarse en el departamento de Petén en la biósfera maya y en algunas partes altas de Cobán, Alta Verapaz; en menor producción.

La finalidad del presente trabajo de investigación es evaluar dos métodos de control de calidad a nivel del laboratorio y poder estimar que método da el porcentaje de húmeda menor y poder determinar la calidad de chicle.

ANTECEDENTES

El aprovechamiento del Árbol de Chicozapote se remonta hacia varios miles de años, su madera se puede apreciar en los dinteles de los palacios de las ruinas o palacios de la ciudad de Tikal y de Uaxactun.

El Árbol de Chicozapote o de chicle lo conocían los cortadores de madera, y los que se dedicaban a la extracción de hule, dichos cortadores acostumbraban masticarlo durante su trabajo para mitigar la sed. Además, cuando regresaban de la montaña en los días de Navidad regalaban a sus familiares y amigos marquetas de chicle en diferentes formas, las cuales eran cocinadas en el campo.

Varios investigadores estadounidenses ingresaron por esa área y se enteraron de la existencia de los árboles, además de las marquetas que vendían los pobladores, compraron una buena cantidad de ellas para poder analizarlas y cuantificar su estructura en los Estados Unidos de Norteamérica.

Más tarde algunos vendedores o comerciantes de Belice plantearon a los contratistas de hule dedicarse a la explotación del Árbol de Chicozapote. La explotación chiclera tuvo sus inicios en 1,890 y la producción que sacaban la compraban comerciantes de Belice.

En 1,832 y 1,936 ingresaron dos empresas estadounidenses al área de Petén con la finalidad de comercializar el chicle, en 1,949 se retiraron por la competencia del chicle natural con substitutos sintéticos derivados de petroquímicos.

Años más tarde, en 1,959, se creó la Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo del Petén **FIDEP**, con la finalidad de delegar la explotación y administración nacional de las riquezas naturales y el 31 de mayo de 1,990, quedó liquidada la empresa **FIDEP** y le es conferida la responsabilidad de extracción de chicle al consejo Nacional de Áreas Protegidas **CONAP**. Y actualmente, por la asociación de chicleros conjuntamente con la cooperativa Itzlandia fue creado el Consejo Nacional del Chicle, cuya denominación abreviada será **CONACHI**, el cual tendrá las siguientes funciones.

Según decreto número 5-90 del Congreso de la República de Guatemala, basado en el artículo 12 del decreto 4-89 se declara área protegida la "**RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA**" del departamento de Petén, que comprende a los municipios: Melchor de Mencos, San Andrés, Flores, San José y la Libertad, con una área aproximada de un millón de hectáreas (10,000 Kms³). (Ref No. 6)

Según decreto 99-96 del Congreso de la República de Guatemala, en los artículos 1, 2, 3 y 4; del capítulo 2 del artículo 5. es creado el Consejo

Nacional del Chicle, cuya denominación abreviada será CONACHI, o simplemente el Consejo, para efectos de la ampliación de esta ley. Tendrá personalidad jurídica propia y su sede estará en Petén. Este consejo constituye el órgano máximo de dirección, coordinación y aplicación de la presente ley. Operará con autonomía de funciones y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones. Su jurisdicción comprende todo el territorio nacional. (Ref. No. 8)

Este decreto está vigente y entrará en vigencia a los ocho días de su publicación en el diario oficial.

El artículo 6: para cumplir con sus fines y objetivos el Consejo Nacional del Chicle quedará integrado con los miembros siguientes.

- El Secretario Ejecutivo del Consejo Nacional de Áreas protegidas CONAP- o en su defecto por el jefe de la Región VIII Petén. El Secretario Ejecutivo o quien le sustituya, presidirá el consejo.
- Un representante del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Este representante constituirá su sede en el Departamento de Petén.
- Dos representantes de los trabajadores chicleros organizados formalmente
- Dos representantes de los empresarios chicleros organizados formalmente

JUSTIFICACIÓN

EL chicle era comercializado y exportado por compañías privadas, previa licencia del Ministerio de Agricultura.

Después de la partida de las dos compañías estadounidense, asumió la responsabilidad legal de la explotación el Instituto de Fomento de la producción (INFOP), el cual legalizado el 31 de mayo 1,951 mediante acuerdo gubernativo.

Luego, en 1,959 se creó la Empresa de Fomento y Desarrollo de Petén (FIDEP), según decreto No. 1286, el cual fue emitido el 22 de julio de 1,959 y que según su artículo 19 dice: EL FIDEP CELEBRARÁ SIN NECESIDAD DE LICITACIÓN LOS CONTRATOS DE EXTRACCIÓN Y EXPLOTACIÓN DEL CHICLE DE PRIMERA Y CHIQUIBUL CON PERSONAS O ENTIDADES PARTICULARES, CONTRATOS QUE NO SE PUEDEN EXCEDER DEL TÉRMINO DE UN AÑO Y FINANCIARÁ O CONTROLARÁ EL FINANCIAMIENTO DE LAS EXPLOTACIONES QUE AUTORICE.

En 1,979 se creó el Decreto No. 79-79 que decreta en su artículo primero: por cada quintal de chicle de primera a chiquibul que se exporte y que es extraído de los bosques de la biosfera maya petén el FIDEP aplicará los siguientes porcentajes. (Ref. No. 7)

* Fondos privativos del FIDEP	11 %
* Fondos de consignación	
- Impuesto Municipal	5 %
- Previsión y prestación social	1 %
* Gastos de operación	
- Flete aéreo y terrestre	10 %
- Empaque y manejo	4 %
* Pago del empresario	26 %
* Pago del trabajador	43 %
* El sobre precio que recibe la empresa FIDEP por concepto de humedad, será Pagado al chiclero en su totalidad.	

En 1996 se publicó el Decreto número 99-96 del Congreso de la República de Guatemala, en los artículos 1, 2 3 y 4 y del capítulo 2 del artículo 5. Se crea el Consejo Nacional del Chicle, cuya denominación abreviada será **CONACHI**, y tendrá las siguientes funciones. (Ref. No. 8)

- Velar por el estricto cumplimiento de la presente ley;
- Fomentar la actividad chiclera mediante regulaciones y ejecución de planes que busquen asegurar la sostenibilidad ambiental, social, económica y laboral;
- Suscribir o autorizar que se suscriban contratos para la exportación del chicle;
- Suscribir contratos para el manejo adecuado del árbol de chicozapote y la extracción del chicle;

- Otorgar financiamiento para capital de trabajo en la actividad chiclera global, mediante la utilización de fondos específicos y bajo compromiso y garantías que el Consejo determinará en el reglamento respectivo;
- Vigilar el uso correcto de su patrimonio y asegurar su incremento;
- Liquidar financieramente las cosechas de la temporada productiva y realizar cualquier otra acción que la actividad chiclera requiera dentro del marco legal correspondiente.
- Realizar un inventario de los árboles del género manilkara o chicozapote y llevar un registro actualizado por unidades y áreas de producción.

El Consejo Nacional de Chicle deberá distribuir, con oportunidad, el porcentaje que se asigna para las municipalidades del departamento del Petén, en partes alícuotas y el que corresponde al Consejo Nacional de áreas protegidas CONAP.

Según ARTÍCULO 16 Los recursos que se obtengan por cada quintal de chicle, de conformidad con el precio acordado por el Consejo Nacional del Chicle y las empresas compradoras y/o exportadoras, deberá ser distribuido entre las partes que se citan, en concordancia con los porcentajes que se le asignan:

CONACHI

Trabajador chiclero	48 %
Empresario	20 %
Consejo Nacional de Chicle	13 %
ICAVIS	1 %
Fondo para la Investigación y educación forestal	2 %
Impuesto de CONAP	7 %
Previsión y presentación social	3 %
Sindicato SUCHILMA	1 %
Impuesto Municipal	5 %

Del trece por ciento (13 %) que corresponde al Consejo Nacional de Chicle, se deberá aplicar un ocho por ciento (8 %) a gastos de transporte y un cinco por ciento (5%) para empaque y manejo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar por medio de dos métodos de análisis: método de destilación de agua líquido - líquido y método tradicional peso - peso, el porcentaje de humedad que existe en la muestra.

Objetivos específicos

- 1) Utilizar el método de destilación líquido-líquido a base de un solvente Tolueno para determinar el porcentaje de humedad en la muestra.
- 2) Utilizar el método tradicional de peso-peso por medio de calor para determinar el porcentaje de humedad en la muestra.
- 3) Comparación de ambos métodos.

HIPÓTESIS

Se puede obtener un mejor resultado del porcentaje de humedad del chicle, por medio del método de destilación de agua líquido - líquido, comparado con el método tradicional de peso - peso.

H1 Existe diferencia significativa utilizando el método de destilación líquido- líquido, comparado con el método de peso-peso.

H2
No existe diferencia significativa.

MARCO TEÓRICO

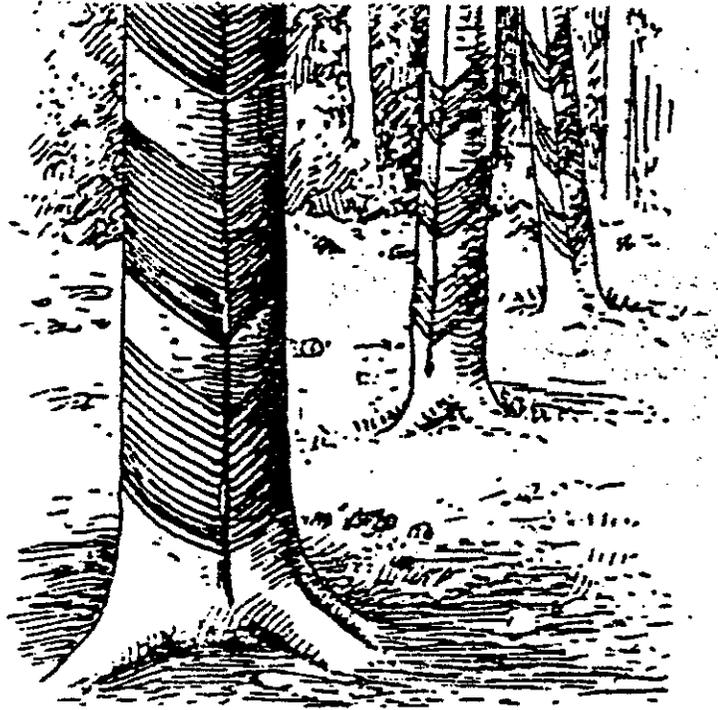
5.1 Generalidades

La primera noticia acerca del Chicozapote o Árbol de Chicle se determina desde la época de los antiguos pobladores del departamento de Petén (los mayas). En un principio, para extraer el látex se derribaban los árboles que lo contenían con los cuales se destruyeron grandes extensiones de bosque; pero en la actualidad se procede a una extracción metódica del mismo, los árboles no se utilizan para la extracción del látex hasta que tienen por lo menos ocho años de vida.

Las incisiones deben practicarse con gran habilidad para no dañar la planta; además, hay que seleccionar el área de trabajo ya que no puede volverse al siguiente año si no hasta dentro de cuatro años, cuando las cicatrices del árbol se encuentran completamente cicatrizados.

El látex que fluye por las incisiones se reúne en la incisión vertical y se recolecta en su parte inferior en bolsas plásticas o costales acerados siempre en época de lluvia. Las muestras que se recolectan contienen gran cantidad de agua y varias impurezas, como: resinas, sales, proteínas etc.

Para ello, se práctica primero una incisión vertical a lo largo del tronco y luego otras muy próximas e inclinadas a ambos lados de la primera, lo cual les da un aspecto de espina de pez, figura #. 2



La resina se encuentra en el látex formando una emulsión de pequeñísimas gotas, dotadas de continuo movimiento, como los glóbulos de la grasa de la leche, pudiendo su cantidad llegar hasta el 40% del líquido total.

Según datos obtenidos por los pobladores que se dedican a la cosecha del látex de petén se dice que proviene desde 1,880 hasta nuestros días, pero el volumen de cosecha actual a disminuído por no tomar en cuenta aspectos ecológicos y sociales que puedan deteriorar y acarrear problemas en las áreas en donde se cultiva el chicozapote.

5.2 Chicozapote, Árbol de Chicle

En Guatemala existe gran variedad de especies vegetales que son explotados en los bosques de Petén y algunas partes de Cobán, Alta Verapaz. Estas especies son explotadas para la producción industrial desde tiempos remotos y actualmente, para muchos fines.

El Árbol de Chicozapote como se le conoce en Guatemala y en el área de Petén no puede ser caracterizado por su estructura molecular pues no posee ningún grupo funcional, Actualmente es explotado como la fuente principal del látex, en donde es obtenido el chicle o goma de mascar.

Una de las formas de extraer la resina es por medio de las heridas provocadas por una hachuela o un machete en el tallo principal, del cual brota un líquido lechoso, blanco y pegajoso, con olor a Amoniaco.

En nuestros días la explotación del Chicozapote ha tenido bastante auge ya que la mayoría de campesinos en nuestro medio se dedican a recolectar este látex en la profundidad de la selva petenera, Esta cosecha se lleva de 4 a 6 meses para extraer la goma. Además, es un medio económico de vida que trae buenas divisas para Guatemala.

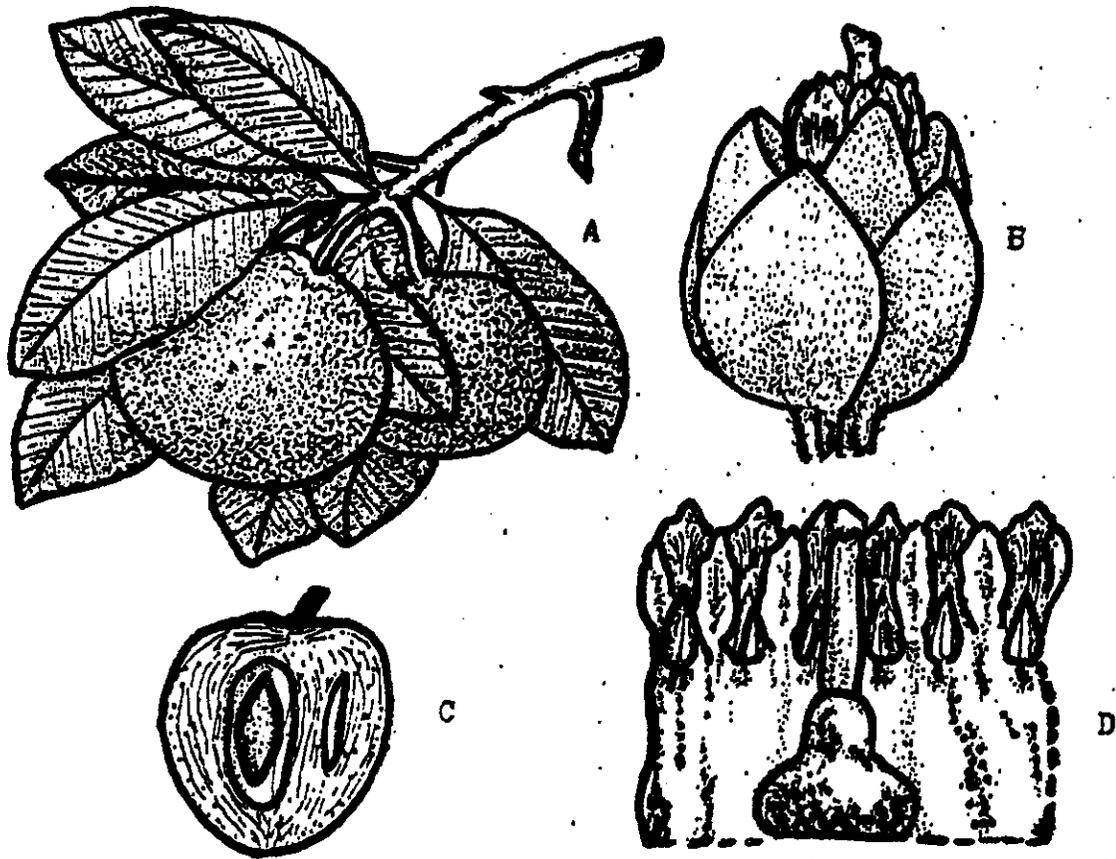
La mayor parte de extracción del chicle o resina proviene de los campamentos de UAXACTUN, CARMELITAS y DOS LAGUNAS aunque

La mayor parte de extracción del chicle o resina proviene de los campamentos de UAXACTUN, CARMELITAS y DOS LAGUNAS aunque existen otros campamentos de menor jerarquía los cuales vienen a conformar la producción (total).

5.3 Descripción botánica

Es un árbol frondoso grande que mide de cinco a veinte metros de altura, tronco bajo y muy ramificado, algunas variedades forman una copa esférica ornamental, pero la mayoría de estos árboles son alternas, enteras ovadas y lanceoladas las cuales oscilan entre cinco y quince centímetros de largo por tres a siete centímetros de ancho. Son agudas en el ápice, gruesas con el lado superior verde oscuro brillante, cubiertas de una pubescencia suave cuando están jóvenes, que luego desaparece. Las flores salen de las axilas de las hojas y poseen pedicelo cilíndrico, rugoso de, uno a dos centímetros de largo. El cáliz se compone de seis sépalos distribuidos en dos grupos de tres, unidos apenas por la base. La corola es blanca y forma en la parte inferior un tubo cilíndrico que se abre arriba en seis pétalos finos que sobresalen del cáliz.

El fruto es una baya de forma variable, esférica o cónica, de superficie rugosa, café o rojiza; mide de cuatro a ocho de diámetro. En su estado óptimo, los frutos maduros tienen aroma delicioso, carne tersa, jugosa y agradable sabor parecido al del azúcar morena, Fig #. 3 .



A: Hábito: x 1/2

B: Fruto: x 1/2

C: Flor : x 5

D: Corte de Flor: x 5

Fig. 3. Morfología del Chicozapote

5.3.1 Clasificación botánica

Taxonomía del Árbol de Chicle (Chicozapote)

Reino	Plantae
Subreino	Embriobyonta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Ebenales
Familia	Sapotaceas
Género	Manilkara
Especie	Manilkara achras(Mill) Fosberg
Sinonimia	Anchras zapota L

Fuente: de 1,904 - 1,924 producción of gotta-percha, balata.

5.4 Variedades

La mayoría de los árboles de Chicozapote plantados en varios países proviene de semilla, pero se ha hecho también gran cantidad de selecciones clónales. Tienen sus experimentos realizados en Florida Sub-tropical Experiments Station, de Florida, Estados Unidos surgieron las variedades siguientes:

1. Prolific, árbol de forma piramidal que con el tiempo se vuelve irregular. Fruto puntiagudo y base ligeramente contraída, de forma casi simétrica, de 6 a 9 centímetros de largo por más o menos el mismo ancho; piel rasposa de color café, la que se vuelve tersa a medida que el fruto llega a su madurez carne color acre claro, de fragancia moderada, textura tersa y rico sabor dulce.

2. Russel, árbol en forma de jarrón cuando joven, que se vuelve irregular al llegar la fructificación. Fruto cónico, redondeado, a veces con ligera depresión en la cicatriz del estilo y comprimido en su base, de 7.5 a 10 centímetros de largo por 7 9.5 centímetros de ancho cáscara café, carne de color ocre rosado o terracota, con leve fragancia, textura granular y rico sabor dulce.

Las siguientes variedades son formas cultivadas comúnmente en Jakarta, Indonesia:

- Betawi, árbol ampliamente redondeado con hojas angostas, oblongas, agudas y brillantes; frutos que cuelgan en racimos de 2 a 4 grandes, ovoides, con cáscara delgada de color café rojizo, pulpa dulce, con 1 ó 2 semillas; pueden transportarse a grandes distancias.
- Koolón, árbol ampliamente redondeado con hojas angostas, oblongas, agudas y brillantes; frutos que cuelgan en forma solitaria o en pares,

ligeramente comprimidos, de corteza gruesa, firme, dulce y un poco pegajosa, con más o menos 3 semillas; resisten bien el transporte.

- **Apel Leelin**, árbol ampliamente redondeado frutos que cuelgan en racimos de 2 a 4 de tamaño mediano, pulpa de color café rojizo, arenosa, dulce y con 2 a 5 semillas; se embarcan sin dificultad.
- **"Apel Bener"**, árbol bajo, casi arbustivo, ampliamente redondeado, productor de fruta durante todo el año frutos que cuelgan en racimos de 3 a 6 en forma globosa, deprimida, de más o menos 4 centímetros de ancho, cáscara gruesa, pulpa de color café claro y de 2 a 6 semillas; resisten bien el transporte.

5.5 Condiciones ecológicas

5.5.1 Zona de cultivo

En Guatemala, el Chicozapote se cultiva preferentemente en Petén el cual cuenta dentro de sus recursos la mayor riqueza biológica y arqueológica del país, ya que la posición geográfica que ocupa lo hace entre otras regiones del trópico, una zona con amplia variedad de especies, la reserva de la Biósfera Maya ubicada en la parte norte de Petén, se encuentra dentro de una sola zona de vida, el bosque húmedo subtropical cálido, en un sistema ecológico que ha llegado al estado clímax, su precipitación varía de los 1,160

a los 2,000 mm de lluvia anuales, y está situado entre los 0 a los 300 n.s.n.m, además el chicozapote se cultiva en algunas regiones de Cobán Alta Verapaz; por el tipo de suelo que contiene algunos municipios.

5.5.2 Clima

Prospera desde el nivel del mar hasta 2,500 metros de altura, aunque es de clima tropical con temperaturas máximas promedio de la región de petén que oscilan entre 28°C y la media mínima de 18°C, con una temperatura anual de 23°C, cuando está en su completo desarrollo puede soportar temperaturas frías, inferiores a 3.5 grados centígrados, por varias horas, con poco daño. Sin embargo, los árboles jóvenes pueden morir a temperaturas de 1.1 grados centígrados.

Las condiciones óptimas para su buen desarrollo son las de un clima cálido húmedo y libre de heladas con buena precipitación pluvial bien distribuida en todo el año. Los árboles de poca edad necesitan agua de riego con frecuencia durante la estación seca. Las plantas que han alcanzado de 3 a 4 años de madurez resisten mejor la sequía y soportan bien los veranos prolongados.

5.5.3 Suelo

El Chicozapote requiere de suelo rico y bien drenado para rendir sus máximas cosechas, pero es adaptado en cualquier tipo de suelo, siempre y

cuando el drenaje sea eficiente. Se han recomendado las arenas o los limos arenosos para la siembra, aunque el árbol crece notablemente bien en piedra caliza, prácticamente pura, como se ha observado en el sur de Florida y en los cayos adyacentes, y de manera parecida crece satisfactoriamente en las arenas y arcillas poco profundas que están arriba de la piedra caliza.

Muestra también tolerancia considerable a la brisa salada y prospera bien cerca de las playas. De acuerdo con la clasificación de reconocimiento de los suelos de Guatemala (Ref. # 12), en el área se encuentran diez especies de suelos; sin embargo, la extensión que ocupan y las características similares, se puede decir que los más representativos son:

1. Suelos Chocop: suelos profundos con drenaje malo o deficiente, se desarrollan sobre rocas calcáreas o residuos provenientes de ellos, en altitudes que van de 50 a 100 m.s.n.m., con textura de arcilla a arcilla plástica.
2. Suelos Sacluc: poco profundos con buen drenaje, desarrollados sobre rocas calcáreas duras, con relieve ondulado en donde son frecuentemente extensas planicies y cerros de poca altura, que van de 60 a 100 n.s.n.m, textura de arcilla a arcilla plástica.
3. Suelos yaxá: poco profundos con muy buen drenaje, desarrollados sobre rocas calcáreas suaves y blanquesinas, relieves ondulados, muchos cerros

cónicos de poca altura, van de 100 a 150 n.s.n.m, de textura arcillosa a arcilla plástica

5.5.4 Siembra

Preparación de semilleros

Antiguamente se hizo la propagación por medio de semillas, con el inconveniente de que se manifiesta una variabilidad muy grande en tamaño, forma y calidad del fruto, así como en su rendimiento productivo. Estas condiciones completamente inadecuadas para aplicarse en plantaciones comerciales, hicieron que en la actualidad se prefiera la propagación vegetativa de actualidad variedades superiores, que pueden ser por medio de injertos de aproximación, de yema, de escúdete, de hendidura, de partidura, lateral, de arco y acodo aéreo.

Las plantas provenientes de semilla se usan todavía, pero exclusivamente como patrones; aunque en Java se utiliza **Manilkara kauki Dub** y en la india **MIMOSUPUS KEXANDRA ROXB** como patrones, de los que se obtienen buenos como patrones, y buenos resultados. Las plantas obtenidas de semilla deben tener 2 a 3 años de edad, antes de que se les considere de tamaño suficiente para injertarlas.

5.5.5 Trasplantes

Los patrones provenientes de semilla se pasan al terreno definitivo poco antes del principio de la estación lluviosa, con el cuidado de que sean regados con frecuencia hasta que estén perfectamente establecidos para efectuar los injertos se preparan los patrones haciendo un corte transversal, atravesando la corteza del árbol justamente arriba de donde se va a efectuar el injerto, con el fin de que el látex fluya antes de injertar aumentando así las posibilidades de éxito. Se han obtenido buenos resultados con bandas de hule para unificar, utilizándolas como material de envoltura aunque también se utiliza mucho mucha tela encerada, tiras de plástico o rafia. Las estacas principian a desarrollarse generalmente a los 30 días, y el 33 % de injertos prendidos se considera bueno. En Centroamérica siguiendo el método descrito, con seguridad se obtiene rendimientos del 60 al 80 % de injertos prendidos.

El Chicozapote o árbol de chicle necesita entre 6 y 8 años para llegar a la edad de completo desarrollo, Los árboles de semillero se trasplantan con dificultad con las raíces desnudas, por lo que debe mantenerse adherida una malla o cualquier otro material que mantenga unida la tierra a las raíces.

5.5.6 Distancia de siembra

La distancia entre los árboles en el terreno definitivo depende de las variedades de la planta y del tipo de suelo. Ordinariamente se considera

adecuada la distancia de siete a nueve metros; sin embargo, para variedades que se extiende en nuestro medio especialmente en su ramaje, se recomiendan entre doce y trece metros de distancia.

5.5.7 Fertilización

Existe poca información respecto a la fertilización del Chicozapote. Sin embargo, el árbol responde con buena fertilización. En Florida, Estados Unidos, se recomienda tres aplicaciones o cuando menos, dos por año, de varias libras de fertilizante de baja concentración, cuando el árbol tiene un año de edad.

5.5.8 Corteza

Tiene una corteza de color café con manchas grisáceas, las cuales son moderadamente lisas y suavemente fisuradas, internamente de color rosado; fibrosa con un abundante sistema laticífero cuyo producto es lechoso blanco y pegajoso muy amargo y astringente.

5.5.9 Fruto

Son bayas de nueve cms de diámetro, con el epicarpio moreno áspero, endocarpio carnoso y jugoso, muy dulce, contiene normalmente cerca de cinco semillas aplastadas de 16 a 23 mm. De diámetro negras brillantes, con un hilo blanco conspicuo en el borde fig. # 4. (Ref. No. 4)



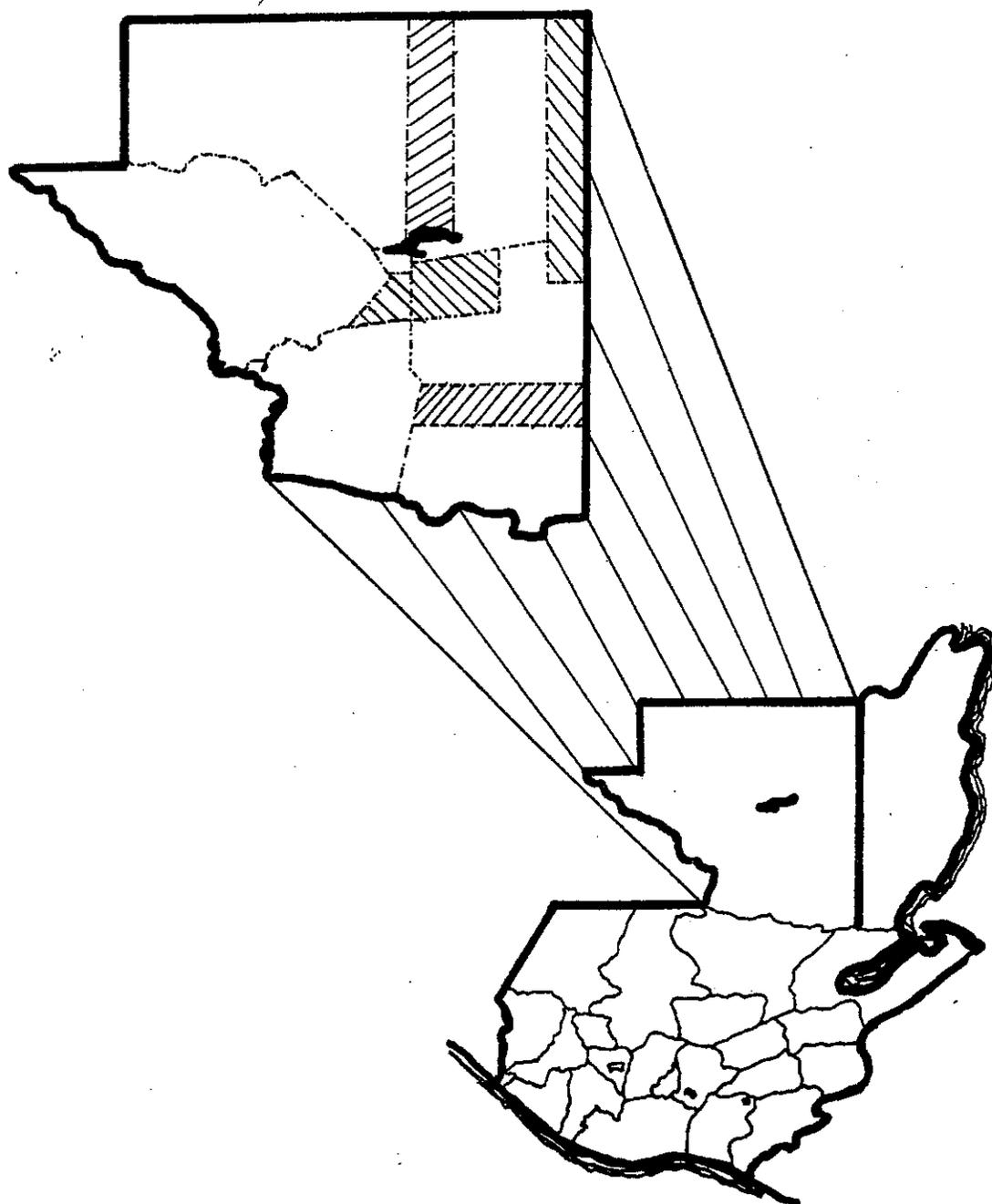
5.5.10 Cosecha

Los árboles injertados llegan a producir a los 4 ó 5 años de edad. La cosecha llega a su punto cuando los primeros frutos comienza a caer. Al hacer el corte, se necesita esperar unos 14 días para que se pongan suaves y puedan comerse. Los que se destinen para embarque a mercados distantes, deben cosecharse ligeramente inmaduros.

5.5.11 Estado Natural del Chicozapote

Denominación que se le da a las masas sólidas que son obtenidas por medios químicos o mecánicos principalmente el jugo lechoso del árbol de chicozapote. El látex se encuentra en los árboles el cual forma su chicle como se le conoce, pero es relativamente limitado el número de fábricas que permiten aprovecharlo industrialmente, ya que en el mercado mundial se encuentran sustitutos sintéticos que son más baratos y de menor calidad sabor y consistencia los cuales se encuentran libres de impurezas.

5.6 MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁRBOL CHICOZAPOTE Y DE LOS CAMPAMENTOS DE EXPLOTACIÓN



MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

6.1 Descripción del proceso

I Material y equipo

A: Materia prima

1. Resina látex proveniente de la Biosfera Maya Petén

B: Reactivos químicos

- Tolueno grado industrial saturado.
- Agua destilada

D Equipo de proceso

- Crisoles de Porcelana
- Balanza de precisión 160 gramos sensibilidad de 1/1000 gramos marca METTLER, MODELO METTLER AE 200.
- Desecadoras
- Un horno con rango de temperatura de 120°C, marca Thermoline modelo Fa 1300, 110 voltios
- Espátulas
- Reostato, modelo SW10, 110 voltios, temperatura máxima 100°C
- Equipo de destilación condensador con reflujo (fig. # 5, 6).
- Plancha Rd-0 Modelo 86 110 voltios temperatura máxima 100°C
- Una trampa de vidrio graduada
- Condensador.
- Reboiler

6.2 Unidad experimental

- Se utilizó material resina (chicle 10 grs por muestra) procurando que la resina provenga del mismo lugar y lote para tener una mejor exactitud en el análisis.
- Las muestras que fueron analizadas en el laboratorio fueron cocinadas muestreadas y analizadas el mismo día.

6.3 Metodología experimental

Se realizaron pruebas con cuatro repeticiones la descripción se presenta en los cuadros No. 1 y 2.

Método tradicional peso-peso

Para el proceso de medición del porcentaje (%) de humedad, se tomó una muestra de 10 gramos. Se llevó a una temperatura de 35°C, con un tiempo de operación de 40 minutos y luego medir el porcentaje (%) de peso que disminuye la muestra, luego se pesa y disminuyendo el peso original.

Método agua por destilación

Para el proceso de destilación de H₂O, se tomaron seis muestras de 10 gramos con sus repeticiones de cada una se agregó al recipiente y luego

100 ml de tolueno concentrado. Ambos se colocaron en el aparato de destilación, se empieza a calentar la muestra lentamente, se inicia desde 10°C hasta llegar a una temperatura de 60°C por un tiempo de 30 minutos, la temperatura se mantiene constante a 60°C, y se observa la graduación con un intervalo de 0.05 ml por espacio de 5 minutos si la lectura no cambia, se lee nuevamente y se anota la lectura tomada, luego se compara con la anterior.

6.4 Manejo del experimento

La preparación del material que se utilizó en el trabajo de tesis es (resina, chicle o látex), del cual se tomaron seis muestras de 10 gramos cada una, con sus respectivas repeticiones, se colocan en una bolsa plástica se sellan y se almacenan previamente identificadas y rotuladas, guardándose en desecadoras a fin de evitar que la muestra tome humedad del medio.

La porción de muestra usada para el análisis debe de ser completamente representativa de la muestra total. Los sólidos deben ser suficientemente quebradizos o frágiles a fin de poder mezclar bien la muestra y que sea representativa. Las muestras se tomaron con una masa constante de 10 gramos el cual es distribuido por todo el crisol, con la finalidad de que todas las áreas de contacto puedan ser aprovechadas por el calor.

6.5 Descripción del método agua por destilación.

Método de laboratorio

1. Pesar 10 gramos de muestra en balanza
2. Medir 100 mililitros de tolueno y con el mismo realizar dos lavados sobre la probeta del petróleo y trasvasar al reboiler
3. Cerrar el reboiler teniendo cuidado de colocar un empaque de hule en buen estado
4. Armar el aparato de condensación manteniendo un reflujó de agua constante para que la operación sea lo más continua posible
5. Tratar de percibir si no existe ninguna fuga de solvente la cual se distingue por un olor característico
6. Colocar un tapón de algodón en la parte superior del condensador a fin de evitar fugas del tolueno
7. Aplicar al sistema una intensidad de 10 - 60 °C por medio del reóstato
8. A partir de iniciada la destilación tomar un lapso de 30 minutos, hasta completar el proceso
9. Esperar que el aparato se enfrie para desconectarlo
10. Vaciar el reboiler teniendo sumo cuidado por la toxicidad del tolueno.
11. Inicio del procedimiento

6.6 Descripción del método tradicional peso - peso de agua

Método de laboratorio

- 1. Homogenizar bien la muestra**
- 2. Tarar los crisoles de porcelana a una temperatura de 100 °C**
- 3. Pesar 10 gramos de muestra y trasladarlo al crisol**
- 4. Colocar en una desecadora**
- 5. Colocar la muestra en el horno**
- 6. Llevar la temperatura hasta 35°C**
- 7. Mantener la temperatura de 35°C**
- 8. Tomar tiempo de 30 minutos cuando alcanza la temperatura de 35°C**
- 9. Sacar la muestra del horno y pasarla a la desecadora**
- 10. Después de 30 minutos pesar la muestra**
- 11. Anotar el peso de la muestra**
- 12. Inicio de nuevo paso 1 a 11**

6.7 CÁLCULOS

Se calcula el agua en la muestra, como porcentaje en volumen o peso de acuerdo a la base en la cual la muestra fue tomada como sigue.

Porcentaje de agua obtenido

Método de destilación

$$\% \text{ DE AGUA} = \frac{\text{Volumen de agua en la trampa}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

Porcentaje de agua obtenido

Método tradicional de peso- peso

$$\% \text{ Agua} = \frac{(\text{crisol} + \text{muestra inicial}) - (\text{crisol} - \text{muestra final})}{\text{peso de muestra}} * 100$$

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un experimento factorial en el que se estudió el efecto de dos muestras de 10 gramos cada una. Es importante no solo determinar si los factores influyen sobre la respuesta, sino también si existe una interacción significativa cada método.

El diseño experimental que se utilizó es factorial con un arreglo combinatorio y una distribución completamente al azar con 12 tratamientos y cuatro repeticiones, en el experimento. Se realizaron pruebas aleatorias con todas las combinaciones factoriales, con tres niveles en cada uno de los factores y $n = 4$ corridas en cada una de las doce combinaciones.

Si la suposición del modelo es correcto, y sí los tratamientos son los únicos efectos reales y la interacción entre ellos no existe, el valor esperado del cuadrado medio del error es la varianza del experimento.

Los efectos de los factores en ambos métodos llamados efectos principales, toman un significado diferente ante la presencia de interacción; en general, podrían existir situaciones experimentales en las cuales el factor A, tenga un efecto positivo sobre la respuesta en un nivel del factor B, mientras que un nivel diferente de este último el efecto de A sea negativo.

Se utiliza el término efecto positivo para indicar que el rendimiento o la respuesta aumenta conforme los niveles de un factor determinado se incrementan de acuerdo con algún orden definido. En el mismo sentido, un efecto negativo corresponde a una disminución del rendimiento para niveles crecientes del factor.

7.1 Análisis de varianza

La mayoría de los experimentos consiste en el estudio de los efectos de una o más variables independientes sobre una respuesta; estas variables independientes que pueden controlarse en un experimento se denominan factores.

El análisis de datos generados por un experimento multivariable requiere la identificación de las variables del experimento; éstas no solamente serán factores (variables independientes controladas), sino que pueden ser también instrucciones para la formación de bloques.

Como su nombre lo indica, el procedimiento de análisis de varianza trata de analizar la variación de una respuesta y de asignar porciones de esta variación a cada variable, de un conjunto de variables independientes.

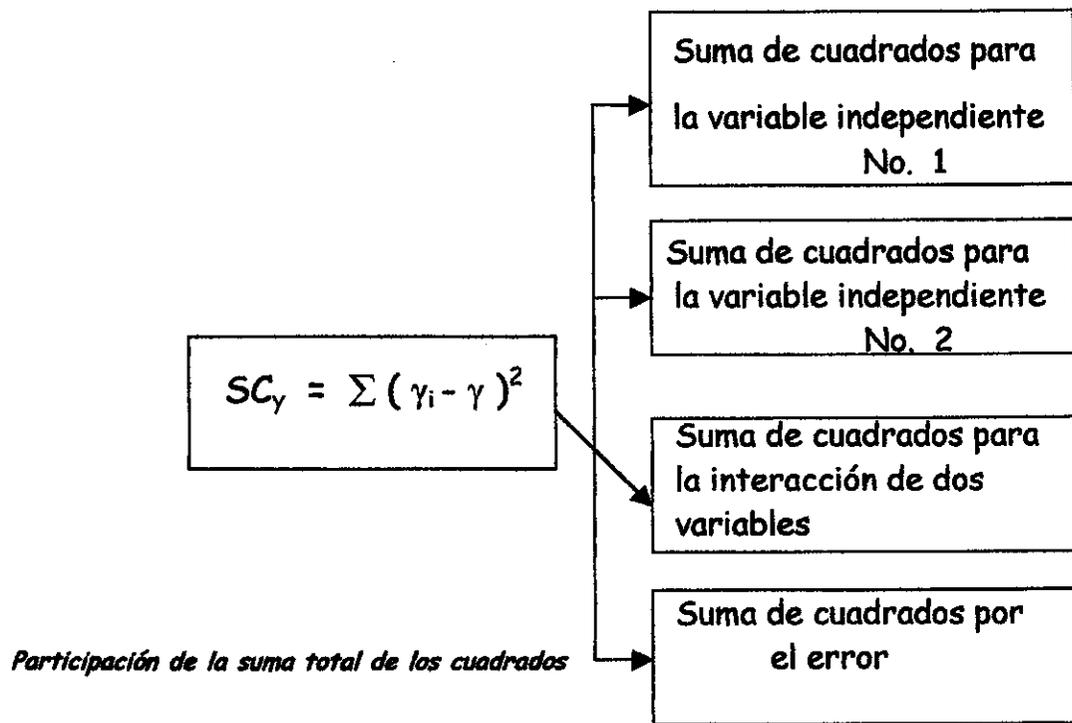
El razonamiento es que las variables de respuesta varían sólo debido a la variación de un conjunto de variables independientes desconocidas.

Puesto que el experimentador difícilmente podrá incluir todas las variables que afectan la respuesta en su experimento, la respuesta presentará una variación aleatoria, aún si todas las variables aleatorias independientes consideradas se mantienen constante; el objetivo del análisis de varianza es identificar las variables independientes importantes en un estudio, y determinar cómo interactúan y afectan la respuesta.

Dado que la variabilidad de un conjunto de n observaciones es proporcional a la suma de cuadrados de las desviaciones, $SC_y = \sum (\gamma_i - \gamma)^2$, y esta cantidad se usa para calcular la varianza muestral.

El análisis de varianza divide a SC_y , llamada *suma total de los cuadrados de las desviaciones*; en partes, cada una de las cuales se atribuye a una de las variables independientes en el experimento, más un residuo que se asocia con el error aleatorio; y se puede esto de puede mostrar en el siguiente diagrama, según se indica para dos variables independientes.

Para el análisis de varianza del experimento de dos métodos, se realizaron cuatro replicas de tratamientos determinados por el porcentaje de humedad de las cuatro repeticiones hace un total de 24 análisis como pueden observarse en el cuadro 1 y 2.



7.2 Modelo estadístico

Si $(\alpha\beta)_j$ denota el efecto de interacción del i -ésimo nivel del factor A, y del j -ésimo nivel del factor B y μ la media total, se puede escribir

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta, % de humedad de la resina

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A.

β_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor B.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij - ésima unidad experimental.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interacción del i - ésimo nivel del factor A y j - ésimo nivel del factor B.

Sobre la cual se impone las restricciones

$$\sum \alpha_i = 0, \sum \beta_j = 0, \sum (\alpha\beta)_{ii} = 0, \sum (\alpha\beta)_{ii} = 0,$$

7.3 Hipótesis estadística:

Las tres hipótesis comprobadas son las siguientes:

1. $H'_0 = \alpha_1 = 1 \quad \alpha_2 = 2 = \dots = \alpha_a = 0,$

H'_1 : al menos una de las α_i 's no es igual a cero.

2. $H''_0 = \beta_1 = 1 \quad \beta_2 = 2 = \dots = \beta_b = 0,$

H''_1 : al menos una de las β_j 's no es igual a cero.

3. $H'''_0 = (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = (\alpha\beta)_{aa} = 0,$

H'''_1 : al menos una de las $(\alpha\beta)_{ii}$'s no es igual a cero.

Cada una de estas pruebas se basó en una comparación de estimaciones de σ^2 , la cual es proporcional por la división de la suma total de cuadrados de los datos en cuatro componentes.

Cada una de las sumas de cuadrados se divide entre su correspondiente número de grados de libertad, para así obtener los cuatro estadísticos siguientes:

$$s_1^2 = \frac{SSA}{a-1}, s_2^2 = \frac{SSB}{b-1}, s_3^2 = \frac{SS(AB)}{(a-1)(b-1)}, s^2 = \frac{SSE}{ab(n-1)}$$

Para probar la hipótesis H'_0 , de que los efectos de los factores A son todos igual a cero, se calcula la razón.

$$f_1 = \frac{s_1^2}{s^2}$$

La cual es un valor de la variable aleatoria F_1 que tiene la distribución F con $a-1$ y $ab(n-1)$ grados de libertad cuando H'_0 es verdadera; se rechaza la hipótesis nula de significancia α cuando $f_1 > f_{\alpha}(a-1, ab(n-1))$.

Para probar la hipótesis H''_0 , de que los efectos del factor B son todos iguales a cero, se calcula la relación.

$$f_1 = \frac{s_2^2}{s^2},$$

La cual es un valor de la variable aleatoria F_1 que tiene la distribución F con $a-1$ y $ab(n-1)$ grados de libertad cuando H''_0 es verdadera; Se rechaza la hipótesis nula a nivel de significancia α cuando $f_2 > f_{\alpha}(b-1, ab(n-1))$.

Para probar la hipótesis H'''_0 , de que los efectos de interacción AB son todos iguales a cero, se calcula la razón.

$$f_1 = \frac{s_3^2}{s^2},$$

La cual es un valor de la variable aleatoria F_3 que tiene la distribución F con $(a - 1)(b - 1)$ y $ab(n - 1)$ grados de libertad cuando H_0 es verdadera; Se concluye que la interacción está presente cuando $f_3 > f_{\alpha}((a - 1)(b - 1), ab(n - 1))$.

Los cálculos del problema de análisis de varianza, para el experimento con cuatro replicas se resumen de la siguiente manera.

7.4 FÓRMULAS DE SUMA DE CUADRADOS

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n \gamma_{ijk}^2 - \frac{T^2}{abn}$$

$$SSA = \sum_{i=1}^a T_i^2 - \frac{T^2}{bn}$$

$$SSB = \sum_{j=1}^b T_j^2 - \frac{T^2}{an}$$

$$SS(AB) = \sum_{i=1}^a T_i^2 \sum_{j=1}^b T_j^2 - \sum_{i=1}^a T_i^2 - \sum_{j=1}^b T_j^2 + \frac{T^2}{abn}$$

$$SSE = SST - SSA - SSB - SS(AB)$$

CUADROS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS CON DOS MÉTODOS CON CUATRO REPETICIONES DEL PORCENTAJE (%) DE HUMEDAD.

CUADRO 3

	B1	B2	B3	TOTALES
A1	1.89	5.80	7.21	14.9
A2	1.67	4.92	6.62	13.21
A3	1.58	3.14	5.77	10.49
TOTALES	5.14	13.86	19.6	38.6

CUADRO 4

VARIACIONES	SUMA CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F CALCULADA	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO F
TIEMPO	0.791	2	0.472	1917.71	7.81E-24	4.167
CANTIDAD DE MUESTRA	4.112	2	2.167	12314.21	3.55E-29	4.212
INTERACCIONES	0.131	5	0.048	195.82	1.99E-16	3.91
ERROR ESTADÍSTICO	0.003	15	0.005			

Análisis de varianza para el experimento de dos métodos con cuatro (4) repeticiones del porcentaje (%) de humedad, obtenido

RESULTADOS

8.1 Resultados obtenidos del análisis agua por destilación

Datos originales del experimento

MÉTODO AGUA POR DESTILACIÓN
CUADRO No. 1

		% HUMEDAD OBTENIDA	% HUMEDAD PROMEDIO
MUESTRA 1	Repetición 1	24.10	24.18
	Repetición 2	24.20	
	Repetición 3	24.22	
	Repetición 4	24.20	
MUESTRA 2	Repetición 5	25.34	24.85
	Repetición 6	25.38	
	Repetición 7	25.38	
	Repetición 8	25.30	
MUESTRA 3	Repetición 9	25.10	24.14
	Repetición 10	25.08	
	Repetición 11	25.10	
	Repetición 12	25.14	
MUESTRA 4	Repetición 13	25.66	25.68
	Repetición 14	25.65	
	Repetición 15	25.72	
	Repetición 16	25.70	
MUESTRA 5	Repetición 17	24.45	24.48
	Repetición 18	24.50	
	Repetición 19	24.45	
	Repetición 20	24.48	
MUESTRA 6	Repetición 21	25.80	25.90
	Repetición 22	25.90	
	Repetición 23	25.95	
	Repetición 24	25.90	

8.2 Resultados obtenidos del análisis peso-peso

Datos originales del experimento

MÉTODO TRADICIONAL DE PESO-PESO
CUADRO No. 2

		% HUMEDAD OBTENIDA	% HUMEDAD PROMEDIO
MUESTRA 1	Repetición 1	30.97	31.51
	Repetición 2	31.70	
	Repetición 3	32.00	
	Repetición 4	32.20	
MUESTRA 2	Repetición 5	29.50	30.20
	Repetición 6	30.50	
	Repetición 7	30.30	
	Repetición 8	30.50	
MUESTRA 3	Repetición 9	31.43	32.13
	Repetición 10	32.00	
	Repetición 11	32.60	
	Repetición 12	32.50	
MUESTRA 4	Repetición 13	30.77	31.37
	Repetición 14	31.20	
	Repetición 15	31.70	
	Repetición 16	31.80	
MUESTRA 5	Repetición 17	30.40	31.02
	Repetición 18	31.00	
	Repetición 19	31.40	
	Repetición 20	31.30	
MUESTRA 6	Repetición 21	29.90	30.62
	Repetición 22	30.80	
	Repetición 23	31.00	
	Repetición 24	30.80	

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los porcentajes de humedad de los dos métodos de comparación. Método de DESTILACIÓN DE AGUA y el método TRADICIONAL DE PESO-PESO con una masa constante de 10 gramos de resina o chicle a nivel de laboratorio están tabulados en los cuadros No. 1 y 2 del Apéndice.

Para la interpretación de los resultados se realizó un experimento factorial el cual consiste en la comparación de dos métodos, la finalidad del mismo es determinar si los factores influyen sobre la respuesta, y si existe una interacción significativa en cada método.

Como se puede observar en los cuadros No. 1 Y 2 donde se obtuvieron análisis cuadruplicados del % de humedad en cada combinación según tratamientos descritos, el cual da un resultado de humedad diferente para cada muestra repetición. Además, los resultados de los promedios de humedad totales están tabulados en la siguiente columna de resultados de las repeticiones. Al utilizar las fórmulas de sumas de cuadrados y con un nivel de confianza de $\alpha = 0.05$, se obtiene los resultados de análisis de varianza, que se encuentran tabulados en el cuadro No. 3 Y 4. En donde se comprobó las siguientes hipótesis

$$1. H'_0 = \alpha_1 = 1 \quad \alpha_2 = 2 \quad = \dots = \alpha_a = 0$$

Se rechaza H'_0 donde los métodos del % de humedad, implican resultados diferentes.

$$2. H''_0 = \beta_1 = 1 \quad \beta_2 = 2 = \dots = \beta_b = 0$$

$$4. H'''_0 = (\alpha \beta_{11}) = (\alpha \beta_{12}) = (\alpha \beta)_{aa} = 0$$

Se rechazan H''_0 y H'''_0 donde los resultados en ambas iteraciones es significativa, por el % de humedad existente en cada muestra.

Se puede observar en la gráfica No. 2 del método tradicional peso-peso que describe la gráfica, cada muestra es una curva lo cual demuestra una línea ascendente donde los resultados de las repeticiones no son iguales o idénticas ya que sufren fluctuaciones.

Además, el método tradicional peso-peso no es exacto pues los valores promedios oscilan en un rango de (29.5 % a 32.6 %), porcentaje de humedad.

En la gráfica No. 2 del método de agua por destilación, el método que describe las gráficas, es casi una línea recta en cada una de ellas, dándonos a entender que es un método más exacto, ya que los resultados de sus repeticiones casi son iguales, por lo tanto se puede decir que este método además de ser fácil de trabajar el error es mínimo y puede manejarse muy bien en este experimento, quedando demostrado que este método es mucho más exacto que el método tradicional.

CONCLUSIONES

1. El chicle de exportación debe poseer un porcentaje de humedad comprendido entre (23 y 32 %). De acuerdo a los resultados obtenidos por los análisis realizados en el laboratorio el método de destilación es el que cumple con los parámetros deseados, (cuadros resultados # 1 y 2).
2. El método de AGUA POR DESTILACIÓN es más preciso y de mayor exactitud para la obtención de porcentajes de humedad (%), por lo tanto se recomienda este método para el control de calidad de la resina (chicle) a nivel de exportación.
3. El método tradicional de PESO-PESO es inexacto y por lo tanto se vuelve obsoleto para la detección de humedad de resinas de exportación debido a que es incapaz de presentar un resultado con los parámetros deseados.
4. Puede observarse en la gráfica No. 1, la tendencia que tiene el método de Agua por DESTILACIÓN el cual tiene un promedio máximo de 25.85 % de humedad mientras que en la gráfica No. 2 el método de PESO-PESO tiene un promedio máximo de 31.78 % de humedad.

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios más intensos en los diferentes campamentos en donde se obtuvieron las muestras del presente trabajo de investigación, para obtener otros parámetros e implementar otros análisis.
2. Impartir cursos de capacitación a los chicleros de la región, con el objeto de implementar nuevas técnicas en la recolección del chicle o resina.
3. Implementar el método de agua por destilación para determinar el porcentajes de humedad que existe en las muestras de chicle, para resinas de exportación.
4. Debido a que el Árbol de Chicozapote genera actividad productiva resulta necesario y conveniente fortalecer y normar la actividad chiclera en el proceso de extracción, recolección y cocimiento de la resina (chicle).
5. Debido a la tala inmoderada del Árbol del Chicozapote y los efectos observados en el ecosistema de petén se deberá realizar un inventario de los árboles del género Manilkara o Chicozapote y llevar un registro actualizado por unidades y áreas de producción, para preservar la especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACUERDO GUBERNATIVO, número 523-90, Guatemala, 1,990.
2. ACUERDO GUBERNATIVO, número 759 - 90; Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas. Guatemala, 1,990.
3. ARAGON BARRIOS, U.R. 1998. Caracterización preliminar del ramón (*Brosimum alicastrum swartz*); en el bosque muy húmedo subtropical cálido del petén, Guatemala. Tesis ingeniero agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía p. 123.
4. DECRETO número 4 - 90; ley de Áreas Protegidas Guatemala.
5. DECRETO número 5 - 90, reserva de la Biósfera Maya, Guatemala 1,990
6. DECRETO número 79 - 79, artículo primero Guatemala 1,979
7. DECRETO DEL CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA número 99-96 Ley para el Aprovechamiento y Comercialización del Chicle y para la Protección del Árbol del Chicozapote.
8. GUATEMALA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. 1,959. Decreto Número 4- 89; ley de creación de la Empresa nacional de fomento y Desarrollo Económico de Petén. Guatemala.
9. SIMMONS, C.S, TARANO, J.M PINTO, J.H. 1959, Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad, por Pedro Tirado Sulsona, Guatemala, José de Pineda Ibarra. P. 1000.

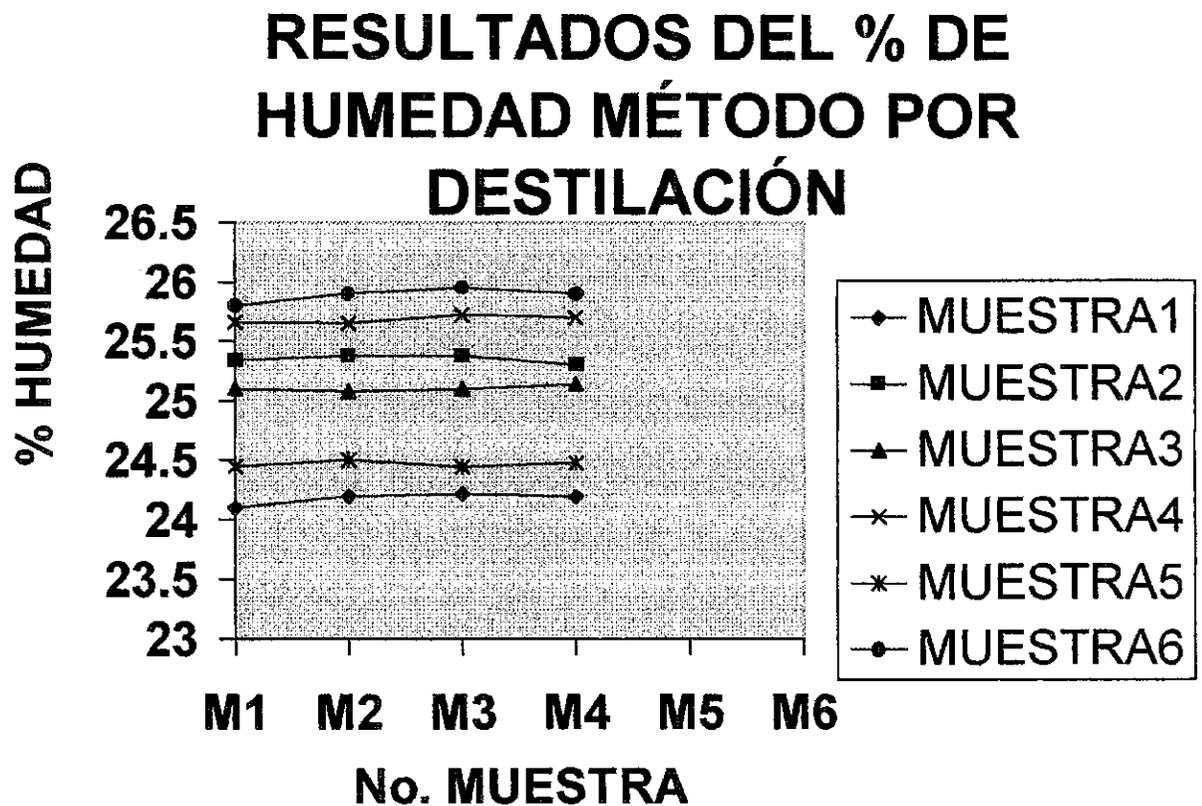
BIBLIOGRAFÍA

1. ACUERDO GUBERNATIVO, número 523-90, Guatemala, 1,990.
2. ACUERDO GUBERNATIVO, número 759 - 90; Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas. Guatemala, 1,990.
3. ARAGÓN CASTILLO, M.E. 1986. Diagnóstico general de las comunidades de Flores, San Benito y Santa Elena, en el Departamento de Petén. Diagnóstico - EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p.p. 45-46-47.
4. ARAGON BARRIOS, U.R. 1998. Caracterización preliminar del ramón (*Brosimum alicastrum swartz*); in Situ en el bosque muy húmedo subtropical cálido del petén, Guatemala. Tesis ingeniero agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía p. 123.
5. CABALLERO DELOYA, M 1976. Métodos de la Investigación forestal. México, Universidad Autónoma de Chapingo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, p.p. 118 - 119
6. DECRETO número 4 - 90; ley de Áreas Protegidas Guatemala.
7. DECRETO número 5 - 90, reserva de la Biósfera Maya, Guatemala 1,990
8. DECRETO número 79 - 79, artículo primero Guatemala 1,979
9. DECRETO DEL CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA número 99-96 Ley para el Aprovechamiento y Comercialización del Chicle y para la Protección del Árbol del Chicozapote.

10. GUATEMALA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. 1,959. Decreto Número 4- 89; ley de creación de la Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo Económico de Petén. Guatemala.
11. HERNANDEZ XOLOCOTZI, E. 1971. Apuntes sobre explotación etnobotánica y su metodología. Champingo, México, Colegio de postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, p. 69.
12. KARLINLING, J. 1933. Collecting chicle in the american tropics. Washington, D.C., Department of Commerce p. 150.
13. SOZA, J. M 1,970, Monografía del departamento de Petén, Guatemala, José de Pineda Ibarra.
14. SIMMONS, C.S, TARANO, J.M PINTO, J.H. 1959, Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad, por Pedro Tirado Sulsona, Guatemala, José de Pineda Ibarra. P. 1000.

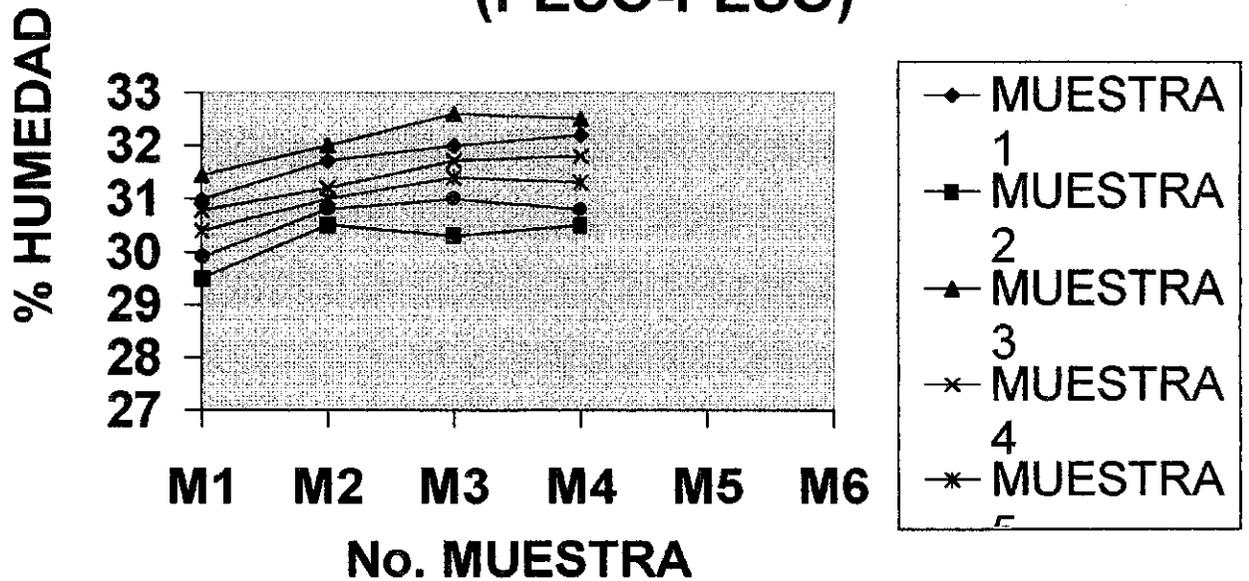
APÉNDICES A Y B

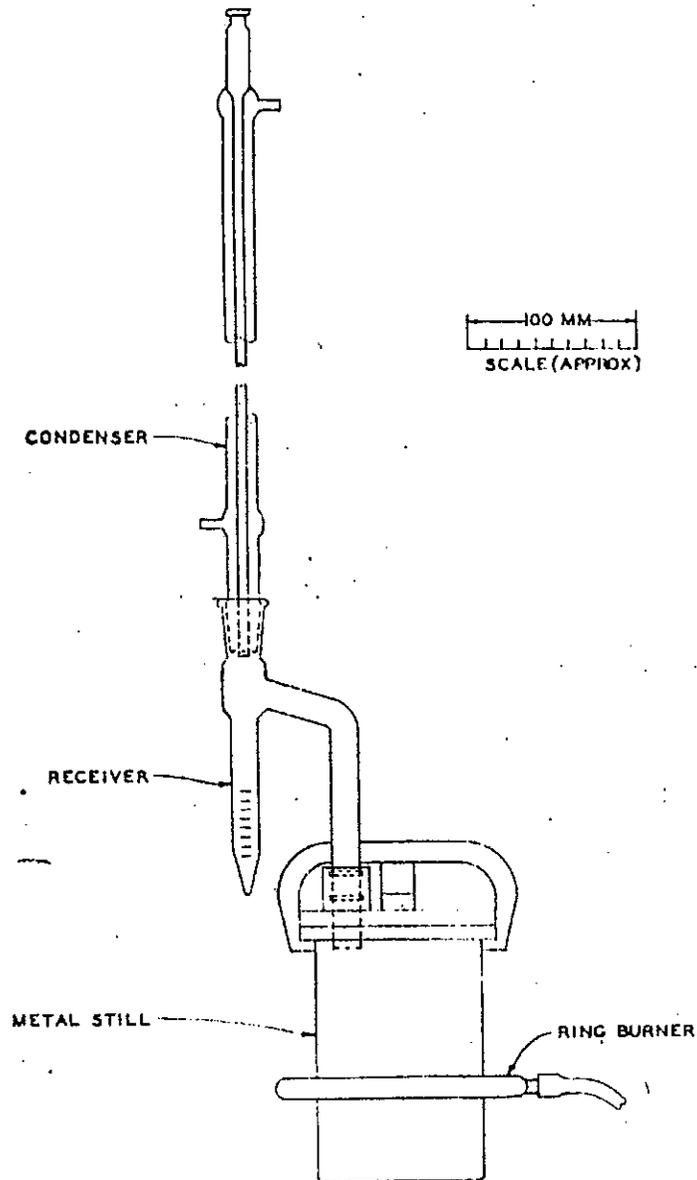
GRÁFICA No.1
% DE HUMEDAD VRS. NÚMERO DE MUESTRA



GRÁFICA No.2
% DE HUMEDAD VRS. NÚMERO DE MUESTRA

RESULTADOS DEL % DE HUMEDAD
MÉTODO TRADICIONAL
(PESO-PESO)





NOTE—Trap shall be 15 to 16 mm in inside diameter.

Fuente Publicación The American Society For Testing and Materials

**FIGURA No. 5 EQUIPO UTILIZADO PARA
DESTILACIÓN DE AGUA**

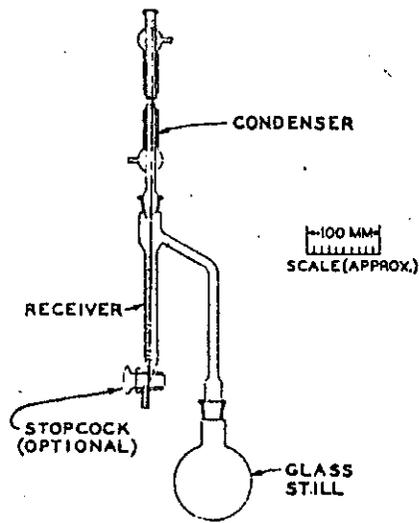
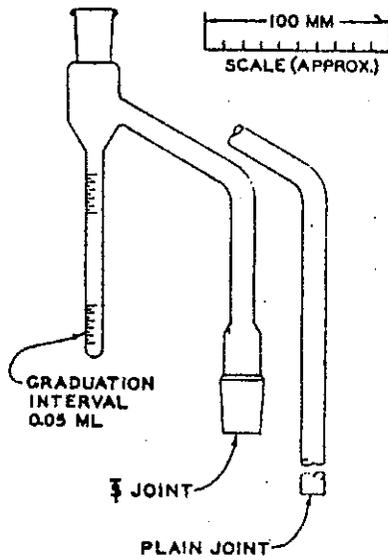


FIG. 1 Typical Assembly with Glass Still (Dean and Stark).



Fuente Publicación The American Society For Testing and Materials

FIGURA No. 6 ACCESORIOS UTILIZADOS PARA EQUIPO DE DESTILACIÓN DE AGUA