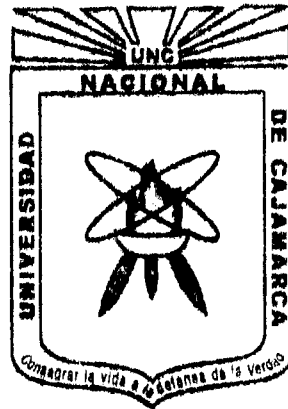


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

SEDE JAÉN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**“DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE
TANINOS EN LAS HOJAS, CORTEZA Y FRUTOS DE
LA ESPECIE DE GUÁCIMO (*Guazuma ulmifolia* Lam)
CAJAMARCA PERU”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER

TANIA ARACELY HOYOS BARAONA

JAÉN - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

SEDE JAÉN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**“DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE
TANINOS EN LAS HOJAS, CORTEZA Y FRUTOS DE
LA ESPECIE DE GUÁCIMO (*Guazuma ulmifolia* Lam.)
CAJAMARCA PERU”**

TESIS:

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

TANIA ARACELY HOYOS BARAONA

JAÉN – PERÚ

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
SECCIÓN JAÉN



"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de Febrero de 1,962
Bolívar N° 1342 - Plaza de Armas - Telfs. 431907 - 431080
JAÉN - PERÚ

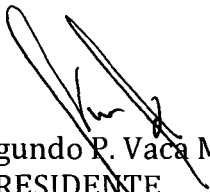
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los diez días del mes de Junio del año dos mil catorce, se reunieron en el Ambiente del Auditorio Auxiliar de la Universidad Nacional de Cajamarca-Sede Jaén, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 060-2014-FCA-UNC, de fecha 24 de Abril del 2014, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS EN LAS HOJAS, CORTEZA Y FRUTOS DE LA ESPECIE GUÁCIMO (*Guazuma ulmifolia* Lam.) CAJAMARCA-PERÚ"** de la Bachiller en Ciencias Forestales doña **TANIA ARACELY HOYOS BARAONA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.


A las diecisiete horas y dos minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de tesis y luego de concluida la exposición, se procedió a la formulación de las preguntas correspondientes y a la deliberación del Jurado. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, con el calificativo de **QUINCE (15)**; por lo tanto, la graduando queda expedita para que inicie los trámites para que se le expida el Título Profesional de Ingeniero Forestal.


A las dieciocho horas y treinticinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 10 de Junio de 2014


Ing. M. Sc. Segundo P. Vaca Marquina
PRESIDENTE


Ing. Leiwel Flores Flores
SECRETARIO


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
VOCAL


Mtblga. M.C. Marcela Arteaga Cuba
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso que me ha orientado y guiado en mi vida concediéndome la oportunidad de realizarme como profesional para seguir sirviéndole en otra faceta de mi vida.

Dedico en forma muy especial a mi mamita Edelmira Guerrero Hoyos a mis padres Andrés Avelino Hoyos Guerrero y Emérita Barahona Barturén por darme la vida, sus enseñanzas y sus buenas costumbres han creado en mi sabiduría, por su comprensión y ayuda en todos los momentos difíciles, me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni fallecer en el intento, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores mis principios, mi perseverancia, mi empeño y sin pedir nada a cambio.

A mis hermanos: Richard, Stalin, Paúl, Jesús y Anderson Hoyos Barahona, por el apoyo que siempre me brindaron.

A mi tía Jovita y su esposo por su apoyo incondicional y confianza.

A mis tíos Manuel, Trinidad, Hilda, Luis y Herlinda, primos, sobrinos, amigas, compañeros de trabajo, que me han enseñado que la unión y constancia son los valores para la superación.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme con una gran familia, amigos y todo cuanto tengo en la vida.

A todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén en especial a mi asesora Blga. M.Cs. Marcela Arteaga Cuba, Ing. Jorge Delgado Soto, Ing. Leiwier Flores Flores y al Ing. Vitoly Becerra Montalvo por su apoyo en la culminación de este trabajo de tesis.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Problema de la investigación	10
1.2. Formulación del Problema	10
1.3. Objetivo de la Investigación	11
1.3.1. Objetivo general:	11
1.3.2. Objetivos específicos:	11
1.4. Hipótesis	11
II. REVISION DE LITERATURA	12
2.1 Antecedentes de la investigación	12
2.1.1 Taxonomía del guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.)	12
2.1.2 Distribución de la especie	13
2.1.3 Descripción de la especie	13
2.1.4 Calidad de sitio	14
2.1.5 Competencia	16
2.1.6 Agentes dañinos	17
2.1.7 Usos de la especie	17
2.1.8 Componentes químicos del <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	19
2.1.9 Generalidades de los taninos	19
2.2 Bases teóricas	27
III. MATERIALES Y METODOS	29
3.1 Ubicación	29
3.2 Materiales	29
3.2.1 Material biológico	29
3.2.2 Material de campo	29
3.2.3 Material y equipo de laboratorio	29
3.3 Metodología	29
3.3.1 Trabajo en campo	29
3.3.2 Trabajo en laboratorio	31
3.3.3 Trabajo en Gabinete	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1 Conclusiones	64
5.2 Recomendaciones	64
VI. RESUMEN	65
Abstrac	66
VII. LITERATURA CITADA	67
ANEXO	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01. Inventario Forestal de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	30
Tabla 02. Diseño factorial con tres tratamientos de extracción en tres partes de la planta (hojas, fruto y corteza) con veinte repeticiones.	37
Tabla 03. Peso Húmedo y seco de las muestras de corteza, frutos, hojas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	40
Tabla 04. Diseño factorial del experimento	41
Tabla 05. Estandarización de permanganato de potasio 0.1N	43
Tabla 06. Total de Residuos tánicos extraídos de los frutos <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	45
Tabla 07. Total de Residuos tánicos extraídos de las hojas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	46
Tabla 08. Total de Residuos tánicos extraídos de la corteza de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	46
Tabla 09. Resultado de extracción de taninos de los frutos del árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	48
Tabla 10. Resultado de extracción de taninos de las hojas del árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	50
Tabla 11. Resultado de extracción de taninos de la corteza del árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	52
Tabla 12. Promedio de residuos tánicos de los frutos, hojas y corteza del árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	53
Tabla 13. Peso húmedo y seco de la muestra de corteza <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	54
Tabla 14. Peso húmedo y seco de la muestra de frutos de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	55
Tabla 15. Peso húmedo y seco de la muestra de hojas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	56
Tabla 16. Cantidad de taninos contenidos en los frutos de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Guácimo) determinado con KMnO_4 0.1N	61
Tabla 17. Cantidad de taninos contenidos en las hojas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Guácimo) determinado con KMnO_4 0.1N	61
Tabla 18. Cantidad de taninos contenidos en la corteza de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (Guácimo) determinado con KMnO_4 0.1N	62

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfica 1. Cantidad de residuos tánicos obtenidos de los frutos del árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. Con los extractivos: agua y Sulfito de Na.	48
Gráfica 2. Cantidad de extractos tánicos obtenidos con los extractivos: agua y Sulfito de Na de las hojas del árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	50
Gráfica 3. Cantidad de extractos tánicos obtenidos con los extractivos: agua y Sulfito de Na de la corteza del árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	52
Gráfica 4. Cantidad de extractos tánicos obtenidos con los extractivos: agua y Sulfito de Na de la materia prima.	53
Gráfica 5. Porcentaje de concentración de taninos.	63

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 01. Árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	30
Foto 02. Recolección de hojas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	31
Foto 03. Recolección de corteza de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	31
Foto 04. Recolección de frutos de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	32
Foto 05. Fase I con los frutos de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	33
Foto 06. Fase I con la corteza de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	33
Foto 07. Fase I con las hojas de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	34
Foto 08. Filtrado de las fases I, II, III, IV de la corteza, frutos y hojas del <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	35
Foto 09. Secado por separado de los filtrados de las fases I, II, III y IV	35
Foto 10. Residuos de extractos tánicos.	36
Foto 11. Reacción de Cloruro Férrico	38
Foto 12, 13 y 14. Procedimiento de la fase "a" del método Lowenthal.	39
Foto 15, 16 y 17. Procedimiento de la fase "b" del método Lowenthal.	39
Foto 18. Árbol de <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	57
Foto 19. Solución tánica al 0.033%	57
Foto 20. Preparación de la muestra de frutos	58
Foto 21. Preparación de la muestra de corteza	58
Foto 22. Preparación de la muestra de hojas	59
Foto 23 Prueba del cloruro férrico	59
Foto 24. Proceso de la prueba del cloruro férrico	59

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Clasificación de los taninos

Pág.
20

I. INTRODUCCIÓN

El guácimo es una especie muy abundante en zonas climáticas con temporada seca bien marcada o en zonas con vegetación sabanoide, o potreros en casi toda el área cálida húmeda; con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva y en zonas secas y áridas; uno de sus principales usos es en la medicina mediante la decocción para tratar la hemorroides, atribuyéndosele propiedades emolientes y astringentes; también se utiliza para tratar contusiones y golpes, como diurético y antigripal; ello debido a la presencia de los taninos, ya que estos presentan estas propiedades curativas. La ingesta de grandes cantidades de diferentes partes de la planta puede provocar náuseas, vómitos y diarreas; ya que se sabe que los taninos en concentraciones altas producen efectos no deseables en el cuerpo humano por no permitir la absorción de proteínas y el fósforo (P) (Mostacero y Cols 2002).

A pesar de conocer las propiedades medicinales del guácimo, las cuales son atribuidas a la presencia de taninos, aún no existe una investigación detallada que permita indicar en qué parte de la planta se encuentra la mayor concentración de taninos y en qué cantidad, por lo que se hace necesaria la investigación de esta especie, pues sería de gran importancia si se quisiera desarrollar una industria extractiva orientada a la medicina alternativa, en el nororiente del Perú, para utilizarlo como árbol forrajero y en la industria de colas, por lo que se realizaron pruebas cualitativas y cuantitativas.

En el tratamiento cualitativo de identificación de los taninos presentes en el guácimo se ha utilizado el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2 %, estos extractos tánicos se los trató con cloruro férrico.

Y el tratamiento de cuantificación volumétrica se hizo mediante el método de LOWENTHAL adaptado al método de la A.O.A.C. Edición 14 – 1984.

1.1. Problema de la investigación

El guácimo es una especie muy abundante en zonas climáticas con temporada seca bien marcada o en zonas con vegetación sabanoide, o potreros en casi toda el área cálida húmeda; con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva y en zonas secas y áridas; uno de sus principales usos es en la medicina mediante la decocción para tratar hemorroides, atribuyéndosele propiedades emolientes y astringentes; también se utiliza para tratar contusiones y golpes, como diurético y antigripal; atribuyéndole estas propiedades a la presencia de taninos, ya que estos presentan estas propiedades curativas, también el árbol es utilizado como forraje para ganado vacuno.

A pesar de conocer las propiedades medicinales del guácimo, las cuales son atribuidas a la presencia de taninos, aún no existe una investigación detallada que permita indicar en qué parte de la planta se encuentra la mayor concentración de taninos, por lo que se hace necesaria la investigación de esta especie, pues sería de gran importancia para el desarrollo de la industria extractivo orientada a la medicina alternativa en el nororiente del Perú, a la farmacología en general, a la industria de colas y como alimento del ganado vacuno.

También los taninos pueden tener efectos positivos o negativos sobre el valor nutritivo de los forrajes según la concentración en la que se encuentren. Así, altas concentraciones, deprimen el consumo voluntario y la palatabilidad de las especies forrajeras, reduce la digestibilidad: de la materia seca, de la materia orgánica, de la fibra, de la proteína, y de los carbohidratos y por consiguiente afectan negativamente el desempeño productivo de los animales (Barry *et al.* 1986, Reed *et al.* 1990).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la concentración de taninos que se encuentra en las hojas, corteza y frutos de la especie de *Guazuma ulmifolia* Lam.?

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general:

- Determinar la concentración de taninos en las hojas, corteza y fruto de la especie de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Guácimo).

1.4. Hipótesis

La mayor concentración de taninos se encuentra en la corteza del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Taxonomía del guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.)

Según el Sistema la Clasificación de Cronquist (1998), el "guácimo" se clasifica de la manera siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Dillinidae
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae
Género	: Guazuma
Especie	: <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
Nombres comunes	: Guácimo, huásimo, bolaina negra.

2.1.2. Sinonimia de la especie

Bubroma grandiflorum Willd. ex Spreng.
Bubroma guazuma (L.) Willd.
Bubroma invira Willd.
Bubroma polybotryum (Cav.) Willd.
Bubroma tomentosum (Kunth) Spreng.
Diuroglossum rufescens Turcz.
Guazuma blumei G. Don.
Guazuma bubroman Tussac.
Guazuma coriácea Rusby.
Guazuma grandiflora (Willd. ex Spreng.) G. Don
Guazuma guazuma (L.) Cockerell.
Guazuma invira (Willd.) G. Don.
Guazuma parvifolia A. Rich.
Guazuma polybotra Cav.
Guazuma tomentosa Kunth.
Guazuma utilis Poepp.

Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) K. Schum.

Theobroma tomentosa (Kunth) M. Gómez.

2.1.3. Distribución de la especie

El guácimo es una especie muy abundante en zonas con la temporada seca bien marcada o en zonas con vegetación sabanoide, o potreros en casi toda el área cálida húmeda. Altitud: 0 a 1200 (1500) msnm (Encyclopedie Méthodique, Botanique 3: 52. 1789). Crece desde México hasta Brasil, en bosques primarios y secundarios, bordes de carretera. En el Perú lo encontramos en los departamentos del norte (Tumbes, Piura, Lambayeque y Cajamarca); y del oriente peruano (Amazonas, San Martín, Huánuco, Loreto y Madre de Dios) (Mostacero y Col 2002).

2.1.4. Descripción de la especie

- ❖ **Árbol.** Árbol mediano o arbusto, caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 25 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 30 a 40 cm (hasta 80 cm), normalmente de menor talla (8 m). En algunos casos se desarrolla como arbusto muy ramificado y en otros como un árbol monopódico.
- ❖ **Copa y hojas.** Copa abierta, redondeada y extendida. Hojas alternas, simples; láminas de 3 a 13 cm de largo por 1.5 a 6.5 cm de ancho, ovadas o lanceoladas, con el margen aserrado; verde oscuras y rasposas en el haz y verde grisáceas amarillentas y sedosas en el envés.
- ❖ **Tronco y ramas.** Tronco más o menos recto, produciendo a veces chupones, frecuentemente ramificado a baja altura (desde la base). Ramas largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes.
- ❖ **Corteza.** Externa ligeramente fisurada, desprendiéndose en pequeños pedazos, pardo grisáceo. Interna de color amarillento

cambiando a pardo rojizo o rosado, fibrosa, dulce a ligeramente astringente. Espesor total: 5 a 12 mm.

- ❖ **Flores.** En panículas de 2 a 5 cm de largo; flores actinomorfas pequeñas, blancas y amarillas con tintes castaños, con olor dulce, de 5 mm de diámetro; cáliz vellosos de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y pétalos de color crema. Florece entre los meses de abril a octubre.
- ❖ **Frutos.** Cápsula de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de 10 cm, ovoide, 5-valvada, abriéndose tardíamente, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie, moreno oscura a negra cuando está madura, olor y sabor dulce. Permanecen largos tiempo en el árbol. Los frutos maduran casi todo el año, especialmente de septiembre a abril.
- ❖ **Semillas.** Semillas numerosas (entre 40 a 80) de menos de 1 mm, duras, redondeadas, pardas. Los frutos se abren en el ápice o irregularmente por poros.
- ❖ **Sexualidad.** Es una especie hermafrodita o bisexual (Encyclopédie Méthodique, Botanique 3: 52. 1789).

2.1.5. Calidad de sitio

❖ Ecología

Un componente común del bosque secundario, pero también regenera bien en bosquetes, claros, a lo largo de corrientes de agua, en pastos y laderas de colinas bajas. Especie pionera que coloniza rápidamente áreas abiertas (bosque secundario), los árboles maduros se encuentran en densidades bajas, pero distribuidos regularmente en el bosque.

Especie secundaria, pionera, heliófila; es una especie importante de etapas secundarias muy avanzadas de selvas medianas subperennifolias, dando la impresión de ser elemento primario;

abundante en característica de sitios perturbados. Habita en el Trópico húmedo y Trópico subhúmedo (Encyclopédie Méthodique, Botanique 3: 52. 1789).

❖ Suelo y topografía

El guácimo está adaptado a una gran variedad de suelos y se le puede encontrar en suelos con texturas desde arenas hasta arcillas, probablemente crece en todos los órdenes de suelo que ocurren en su área de distribución natural.

Los suelos de los órdenes Inceptisoles, Alfisoles, Ultisoles, Oxisoles y Vertisoles son hábitats de particular importancia. Los sitios bien drenados son los mejores, pero el guácimo también crece en suelos con drenaje un tanto pobre. Los suelos muy pedregosos e incluso el relleno de construcción recién depositado a la orilla de caminos se ven a menudo colonizados. Es más común encontrar la especie en suelos con un pH arriba de 5.5 y no tolera suelos salinos; es una especie común y crece mejor en laderas en posiciones inferiores en regiones húmedas y en la orilla de riachuelos intermitentes y permanentes en áreas secas. Los rodales naturales crecen en áreas desde cerca del nivel del mar hasta los 1,200 m; sin embargo, la mayoría de la población se encuentra a una altitud de menos de 400 msnm. Los pastizales, las cercas, márgenes de caminos y carreteras son los hábitats preferidos en todas las posiciones topográficas.

❖ Cobertura forestal asociada

Las etapas sucesionales de los bosques semi-caducifolios en Jalisco, México, pueden incluir al guácimo asociado con *Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart., *Casearia parvifolia* Willd., *Castilla elastica* Cervantes, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng., *Cyrtocarpa procera* H.B.K., *Forchhammeria pallida* Liebm., *Heliocarpus* spp., *Luehea candida* Mart., *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth., *Piptadenia* sp., *Spondias purpurea* L., *Thouiria* sp., *Trema micrantha* (L.) Blume y *Xylosma flexuosum* Hemsl.

Las siembras abandonadas en los valles costeros en la provincia de Guanacaste, Costa Rica, contienen árboles sucesionales, tales como *Castilla elastica*, *Cecropia peltata* L., *Cochlospermum vitifolium* y *Mutingia calabura* L., junto con el guácimo. Las colinas de piedra caliza con suelos poco profundos en el área del Cabo Cruz en Cuba sostienen al guácimo en rodales con *Andira inermis* (W. Wright) H.B.K., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Coccoloba diversifolia* Jacq., *Lysiloma latisiliqua* (L.) Benth., *Mastichodendron foetidissimum* (Jacq.) Cronq., *Pera bumeliaefolia* Griseb., *S. mombin* L., *Swietenia mahagoni* Jacq. y *Zanthoxylum martinicense* (Lam.) DC. En el bosque Alisio, que se encuentra a lo largo de riachuelos en los llanos de Venezuela, el guácimo ocurre junto con *Hymenaea courbaril* L., *Lonchocarpus velutinus* Benth., *Fagara chiloperone* (Mart.) Engl., *Senegalia glomerata* (Benth.) Britton & Killip, *Casearia* spp., *Cordia bicolor* A. DC. y *Genipa americana* L (CATIE 1994).

2.1.6. Competencia

El guácimo es muy intolerante a la sombra. Es una especie pionera que se especializa en colonizar lugares abiertos o perturbados. La reproducción puede ser abundante en pastizales y otras áreas perturbadas frecuentadas por el ganado y los ungulados salvajes. Debido a que el guácimo es de tamaño pequeño e intolerante, no sobrevive en bosques altos. La presencia de esta especie en bosques con doseles medianos y bajos indica el uso previo de la tierra como pastizales y otras perturbaciones severas.

El guácimo por lo general constituye solamente un pequeño porcentaje del área basal en un bosque secundario. Un área basal promedio de guácimo de 0.2 m² (cinco árboles) de un área basal total del rodal de 31.4 m² se observó en un bosque subtropical húmedo, basándose en mediciones efectuadas en 16 parcelas de 0.05 ha en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (CATIE 1994).

2.1.7. Agentes dañinos

En Costa Rica, del 12 al 42 por ciento de la cosecha de semillas es destruida por el escarabajo brúcido *Amblycerus cistelinus*. La depredación es más severa en las áreas húmedas que en las áreas secas. Las babosas consumieron cierto número de plántulas nuevas cultivadas en el vivero por el autor. Los insectos *Phelypera distigma* (Curculionidae), *Lirimiris truncata* (Notodontidae) y *Hylesia lineata* (Saturniidae) se alimentan de las hojas de guácimo en Costa Rica. Los árboles muertos y las ramas muertas de los árboles vivos son consumidos por la termita de la madera húmeda, *Nasutitermes costalis* (Holmgren), en Puerto Rico. La madera del guácimo en uso es muy susceptible al ataque por termitas en madera seca, *Cryptotermes brevis* (Walker) y la madera no es resistente a la pudrición (CATIE 1994).

2.1.8. Usos de la especie

❖ Industrializable fruto: (cáscara), semilla

El cocimiento de la corteza, el jugo o los frutos macerados en agua, se utilizan para clarificar jarabes en la manufactura del azúcar de caña, cuando se hace la melaza. Se usa para limpiar el guarapo de la caña, al hacer la melaza.

❖ Melífera: flor

Apicultura. Apreciable para la producción de miel de alta calidad.

❖ Saborizante :semilla, fruto

La semilla molida se usa para saborizar el chocolate. También se consume tostada como el café. Las semillas contienen un 50% de aceite no secante muy apropiada para la industria alimentaria. En grandes cantidades produce obstrucción intestinal.

❖ **Saporífera: semilla (aceite)**

Fabricación de jabones (Encyclopedie Méthodique, Botanique 3: 52. 1789).

❖ **Medicinal: fruto, semilla, hoja, corteza**

Propiedades y acciones: astringente, emoliente, refrigerante, sudorífica, estomáquica, antiulcerogénica, antioxidante, depurativa, diaforética, citotóxica, pectoral, antifúngica, antiamebiana, antibacteriana (G-)e hipocolesterolémica. Frutos: se usan contra las inflamaciones, disentería, erupciones cutáneas, diarrea (con sangre) y enfermedades del riñón (cistitis). Mucílago (untado): contusiones. Hojas, corteza: antiespasmódico, retención de orina, afecciones pectorales, catarro, antipirético, dolor de abdomen, antibiótico, antidiabético, antiinflamatorio, antiséptico, astringente, caída de cabello, purgante.

A nivel cutáneo en erupciones, dermatitis, heridas leves y cuero cabelludo se utiliza la infusión de esta planta como té o aplicando directamente la savia. En Belice, la corteza hervida por 10 minutos se bebe para la disentería y la diarrea, ayuda en los problemas de próstata y se usa como un estimulante uterino para acelerar el parto. Externamente el té es usado para llagas, infecciones y salpullido. En Brasil el té de corteza es considerado diaforético y se usa para fiebres, resfriados, bronquitis, asma, neumonía y problemas del hígado. En Perú, la corteza y las hojas en infusión son empleadas para desordenes del hígado y riñón y contra la disentería. Planta: alopecia, asma, bronquitis, erisipela, dermatitis, heridas, hongos en la piel, elefantiasis, fiebre, hepatitis, lepra, malaria, nefritis, pulmonosis, gonorrea y sífilis. Extractos de hoja y corteza han demostrado clínicamente actividad antibacterial y antifúngica contra numerosos patógenos (Mostacero y Col 2002).

2.1.9. Componentes químicos del guácimo

El valor nutritivo de los árboles varía en los diferentes componentes de la biomasa arbórea: las hojas presentan mayores concentraciones de nutrientes que las ramas y los tallos, la variación también se ha relacionado con la edad y con la posición en el árbol: las hojas jóvenes son más ricas en proteínas que las viejas y estas además presentan porcentajes de digestibilidad bajos, debido a las concentraciones mayores de lignina y posiblemente de taninos (Benavides 1991).

2.1.10. Generalidades de los taninos

Los taninos han sido descritos como penta-(*m*-digaloi) glucosa y por la fórmula química $C_{76} H_{52} O_{46}$. Los taninos (polifenoles) son un grupo significativamente extenso de compuestos secundarios de las plantas. De acuerdo con su definición clásica los taninos son fenoles solubles en agua con un peso molecular relativo entre 500-3 000 Dalton (D), los cuales tienen la propiedad de precipitar los alcaloides, los albuminoides y la gelatina, aparte de sus reacciones fenólicas (Kumar 1992).

❖ Composición de los taninos

El nombre tanino deriva del francés TANIN, y este del germánico TAN TANNA. Químicamente, se define como un compuesto polifenólico elaborado en el interior de las plantas principalmente herbáceas y leñosas, formado por carbono, hidrógeno y oxígeno, al aplicarse en pieles las convierten en cueros, en la que realizan una función protectora.

Son compuestos polifenólicos amorfos coloidales no cristalizables, de reacción ácida, caracterizados por la acumulación de hidróxidos alifáticos y fenólicos, y en algunos casos por grupos carboxílicos; elaborados en el interior de las plantas principalmente herbáceas y leñosas, que desempeñan una función bastante heterogénea, algunas

veces como formadores de diversas sustancias (aceites esenciales, resinas, lignina, etc.), protectores (propiedades fungicidas y bacteriostáticas, moderador de las oxidaciones, antifermentos) y sustancias de reserva. A los taninos se les denomina curtientes, por su capacidad de provocar en las fibras de la piel, un aumento de la temperatura de retracción de las fibras de colágeno de la piel se contraen de manera no armónica cuando se les calienta por encima de ciertas temperaturas; ésta es más elevada cuando las pieles están curtidas. Forman un polvo, blanco-amarillento o bien pequeñas escamas de sabor áspero y astringente. Son solubles en agua, éster acético y glicerina, y muy poco en éter absoluto, benceno, cloroformo y sulfuro de carbono.

Figura 01. Clasificación de los taninos

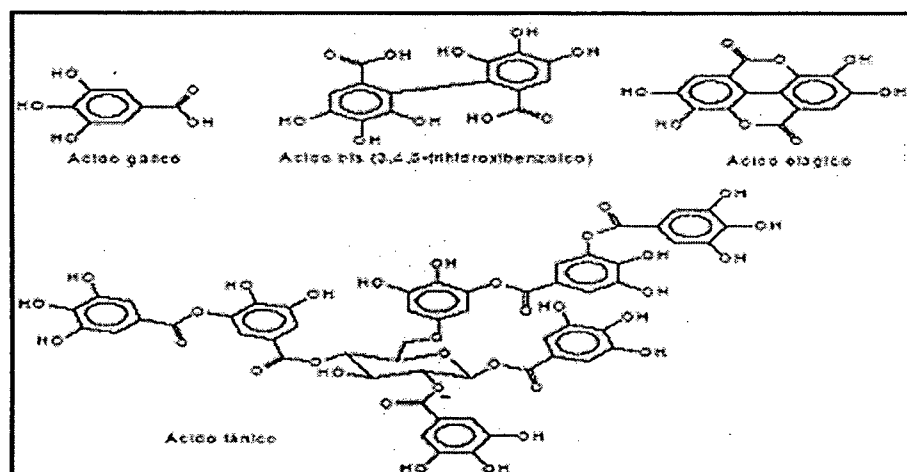


Fig. 1. Taninos hidrolizables y monómeros provenientes de los forrajes.

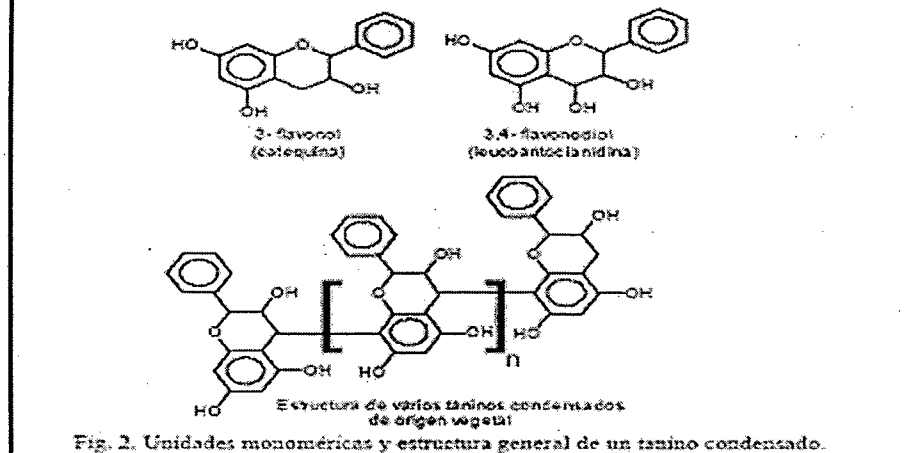


Fig. 2. Unidades monoméricas y estructura general de un tanino condensado.

Fuente:(Hummel y Scholl 1998, Soto *et al.* 2005).

El tanino se distingue por una "reacción cromática", característica. Con una solución de una sal ferrosa exenta de sal férrica, de un precipitado gelatinoso, que, expuesto a la luz, toma rápidamente color azul, y con sales férricas un precipitado azul negruzco y en solución muy diluida, un líquido del mismo color.

La propiedad más importante del tanino es la de precipitar grupos complejos de compuestos químicos. Precipitan sales metálicas como las de plomo, cobre, mercurio, bismuto, etc., y da precipitados insolubles con gran número de bases orgánicas, especialmente alcaloides y materiales colorantes. Precipita la albúmina, gelatina, almidón y muchos glucósidos de sus soluciones acuosas, formando lo que se llaman tanatos, los que utilizan los curtidores para curtir sus pieles sin que éstas se alteren y son absorbidos de su solución acuosa por la piel del animal, algodón, etc. Todas las precipitaciones son amorfos y, por regla general, de composición inconstante, no formando compuestos químicos definidos, sino productos de adsorción.

Los taninos, como se ha planteado anteriormente, han sido durante años los extraíbles mejor aprovechados de la corteza de los árboles. En este aspecto existe información extensa y de fácil acceso, sobre todo por su reconocido uso como sustancia curtiente para pieles, aunque actualmente han entrado en desuso, por el uso de sales industriales.

El descortezado de las trozas de pino debe hacerse en primavera, o a lo sumo, a comienzos del verano que es el momento cuando se activa la savia. Son de mucha utilización por su contenido de sustancias curtientes las cortezas de mangle. El extracto presenta un color rojo oscuro muy parecido al de quebracho.

Otras propiedades muy importantes han sido reveladas los taninos en estudios recientes. Investigaciones realizadas mostraron la capacidad protectora de los taninos de algunas especies vegetales, entre ellas el

pino, contra el daño de las radiaciones ultravioletas, lo que coincide con una buena actividad antioxidante de los mismos (González y Col 2001).

La actividad antioxidante ante los radicales libres dañinos al organismo humano está siendo intensamente estudiada en los últimos años y en la formulación de algunos productos farmacéuticos han encontrado aplicación la corteza de pino, dado por la presencia en ella de proantocianidinas oligoméricas (García y Col 1999).

NOX PRIMER es el nombre comercial de un producto que se ha obtenido en Chile a base de taninos de corteza de pino el cual constituye un excelente inhibidor de la corrosión del acero (NOX PRIMER 2002).

❖ **Características de los taninos**

Curtido de la piel: Los taninos se intercalan entre las fibras de colágeno, estableciendo uniones reversibles (interacciones hidrófobas, enlaces de hidrógeno, etc.) e irreversibles (enlaces covalentes). Dichas fibras adquieren así una gran resistencia frente al agua y el calor y la piel se convierte en cuero. Forman sólidos amorfos.

Solubilidad: Son solubles en agua, forman soluciones coloidales y en disolventes orgánicos polares (acetona, alcohol, glicerina) pero son insolubles en disolventes orgánicos polares (éter etílico, cloroformo).

❖ **Capacidad de precipitar**

- a) Con agua de cal (solución de hidróxido cálcico).
- b) Con agua de barita (solución de hidróxido bórico).
- c) Con wolframato o molibdato amónico.
- d) Con alcaloides, proteínas, celulosa y otras macromoléculas.

Capacidad de formar complejos: Son agentes quelantes con metales pesados como cobre, mercurio, plomo, etc.

Propiedad de Redox: Se oxidan con facilidad, sobre todo en medio ácido y pueden actuar como reductores de ciertos compuestos (ácido fosfowolfrámico, ácido fosfomolibdénico, ferrocianuro férrico).

Estabilidad: Son moderadamente estables. Los taninos hidrolizables se hidrolizan fácilmente en medio ácido mientras que los taninos condensados son más resistentes a la hidrólisis. No obstante algunos de sus enlaces pueden romperse y polimerizan dando productos de intenso color rojo.

❖ **Clasificación de los taninos**

Estos interesantes compuestos están presentes en todas las plantas vasculares, y por su gran variedad estructural se subdividen en dos grandes grupos: los taninos hidrolizables y los condensados, aunque algunos autores proponen un tercer grupo que lo constituyen aquellos que están unidos a metales, formando compuestos coordinados. No obstante, es muy común encontrarse estructuras tánicas que contengan diferentes tipos de taninos acoplados de diferente naturaleza (Mueller-Harvey 2001).

A. Los taninos hidrolizables

Son polifenoles de carbohidratos como la glucosa y los ácidos carboxílicos fenólicos como el ácido gálico (galotaninos), otros provienen del ácido hexahidroxidibenzoico (ácido elágico) y se denominan elagitaninos, los derivados del ácido químico (taragalotaninos), y las combinaciones del ácido químico con el ácido caféico conocidos como cafetaninos. Los taninos hidrolizables son característicos de dicotiledóneas.

Se hidrolizan tanto por hidrólisis ácida o básica como por hidrólisis enzimática. Por destilación seca producen pirogalol (1, 2, 3-trihidroxibenceno). Al tratar los taninos hidrolizables con cloruro férrico (FeCl_3) aparece una coloración azul.

B. Los taninos condensados: (catéquicos o proantocianidinas)

Son dímeros o polímeros flavánicos con uniones carbono-carbono entre las diferentes unidades de flavan-3-ol. Se forman por polimerización de las Catequinas y leucoantocianos. Además de encontrarse en Dicotiledóneas producen también en helechos y Gimnospermas. Son muy resistentes a la hidrólisis ácida o enzimática (que rompe ciertos enlaces) y se convierten en antocianinas, los cuales pueden polimerizar para formar los flobáfenos insolubles (color rojo intenso).

Por destilación seca producen catecol (1,2-dihidroxibenceno). Por este motivo, reciben también el nombre de taninos catéquicos. Al tratar los taninos condensados con cloruro férrico (FeCl_3) aparece una coloración verde.

❖ Fuentes naturales de dónde se pueden obtener

Las plantas utilizadas para la extracción industrial de taninos son:

Los taninos gálicos se obtienen a partir de la corteza del castaño (*Castanea sativa*) y de las agallas de los robles (*Quercus* sp. pl), que se forman por la picadura en las yemas de la hembra de insecto *Cynips gallae-tinctoriae*, llegando a tener hasta un 70 % de taninos; estos taninos condensados se obtienen de la madera de catecú (*Acacia catechu*) y de la corteza de algunas especies de eucalipto (*Eucalyptus rostrata*) entre otros.

Los pseudotaninos son ácidos orgánicos derivados del ácido caféico que muestran una actividad farmacológica muy interesante. Destacan en este sentido las hojas de alcachofa (*Cynara scolymus*) que contienen cinarina y ácido clorogénico de acción colagocolerética y hepatoreguladora y la sumidad del romero (*Rosmarinus officinalis*) con ácido rosmarínico, de acción semejante.

Los alimentos en los que se encuentran estas sustancias presentan un sabor áspero y amargo. Están presentes en alimentos como el té, el café, las espinacas, las pasas negras y algunas frutas como la granada, la manzana. En la granada, la corteza y los tabiques internos son las partes del fruto con más cantidad de taninos. En el caqui, la presencia de taninos, abundantes en la pulpa, disminuye con la maduración. En la manzana, los taninos aparecen cuando se deja oscurecer la pulpa rallada de una manzana pelada.

Son muy abundantes en el mundo vegetal, especialmente en algunas familias (Fagaceae, Rosaceae, Fabaceae, Myrtaceae, etc.) y en diversos orgánicos: raíces rizomas (ruibarbo), cortezas (quina, roble), leño (catecú), hojas (hamamelis), frutos (cinorrodon). (Aguilar, 2012).

❖ **Efectos anti nutritivos**

A pesar de todas sus propiedades, los taninos son considerados sustancias anti-nutritivas. Esto se debe a que una concentración elevada puede provocar que la absorción de algunos nutrientes se vea disminuida. En el caso de las proteínas, los taninos se combinan con ellas y alteran su absorción. En cuanto al hierro, cuando los taninos están en elevadas concentraciones, forman con este mineral complejos insolubles en agua que no pueden ser absorbidos en el epitelio intestinal. Para contrarrestar esta situación, conviene saber las combinaciones dietéticas que favorecen la absorción de hierro vegetal, como acompañar los alimentos con otros ricos en vitamina C: zumo de naranja, kiwi, piña o ensalada de tomate. (Longstaff y McNab 1991; Ahmed *et al.* 1991).

❖ **Comercialización**

En el comercio el tanino se presenta en dos formas: como cortezas, frutos, etc., macerados y/o pulverizados, o bien, como

extractos ya sea líquidos o secos. Algunas curtidorías prefieren la materia prima tal cual es, pero la mayor parte y principalmente las curtidorías modernas emplean de preferencia los extractos curtientes para evitar el trabajo de lixiviación, limitándose a preparar sus baños curtientes haciendo mezclas de los extractos secos comerciales con algunas materias primas de la región. Con relación a los extractos la industria tiende a desecharlos en algunos casos, puesto que se presentan adulteraciones, ya que se les pueden incorporar productos minerales de gran densidad como sulfato de bario, óxido de hierro, etc., que los hace aumentar de peso.

Otras veces se presentan adulteraciones con polvos de productos curtientes de inferior calidad, lo cual demerita la capacidad o el tipo de curtido. Se acostumbra, cuando se compran extractos curtientes, a realizar su correspondiente análisis a fin de obtener el porcentaje de taninos y el de cenizas para certificar su pureza.

La venta comercial de productos curtientes en su forma original está cayendo en desuso y casi no se venden las cortezas o frutos y se prefieren los extractos por su uniformidad, facilidad de disolución, reduciendo el volumen de almacenamiento y homogeneidad de los baños curtientes. En nuestro país, sin embargo, se siguen vendiendo los productos naturales como el "cascalote", en forma de fruta partida en dos o la "suelta con suelta", en forma destrozos de más o menos 10-15 cm de longitud.

Los extractos se presentan en el comercio en forma de polvos o de pequeños cubos. En el primer caso se les empaca en cajas de madera o en sacos de yute que llevan en su interior un saco de papel; cuando es en forma de cubos se prefiere el empleo de cajas de madera o de cartón. En ambos casos el envase debe indicar el porcentaje de taninos contenido. El extracto sólido contiene hasta el 70 % de taninos (AKÚ, 2001).

2.2. Bases teóricas

Definición de taninos

Son sustancias que se encuentran en forma natural y extensamente en agallas, cortezas, frutos, hojas, ramillas, raíces o incluso en la madera de algunas especies arbustivas o arbóreas. Son derivados del ácido gálico, útil en la industria de la curtiduría de pieles, se presentan en polvo amorfo, brillante y débilmente amarillo, como escamas brillantes o como una masa esponjosa (Romhan de la V. 1984).

Curtiduría de pieles, desnaturalizante, elaboración de productos químicos como tanatos, ácido gálico e hidrosales de metales nobles, alcoholes, fabricación de tintes y en la industria farmacéutica.

A pesar de todas sus propiedades, los taninos son considerados sustancias anti-nutritivas. Esto se debe a que una concentración elevada puede provocar que la absorción de algunos nutrientes se vea disminuida. En el caso de las proteínas, los taninos se combinan con ellas y alteran su absorción. En cuanto al hierro, cuando los taninos están en elevadas concentraciones, forman con este mineral complejos insolubles en agua que no pueden ser absorbidos en el epitelio intestinal. Para contrarrestar esta situación, conviene saber las combinaciones dietéticas que favorecen la absorción de hierro vegetal, como acompañar los alimentos con otros ricos en vitamina C: zumo de naranja, kiwi, piña o ensalada de tomate (KuKlinski 2000).

Importancia económica

En el año de 1979, se importó un valor de 1, 831 millones de pesos en taninos. En 1976 se produjeron 2 651,191 kg pero se fue de caída por perturbación a las selvas bajas en México (Flores 1997).

Los taninos forman parte de la fracción denominada extraíble de los árboles. Son polímeros polifenólicos producidos en las plantas como compuestos secundarios y que tienen la capacidad de formar complejos con proteínas,

polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides y saponinas desempeñando en las plantas una acción defensiva ante los insectos (Hon y Shiraishi 2001).

Masson *et al.* (1994), los taninos se acumulan en las células del parénquima donde se almacenan hasta que alcanzan un nivel en el que la vacuola se altera expulsándolos, momento en el que migran a distintas partes de la planta por diversos procesos de difusión. Streit y Fengel (1994) mediante análisis por microscopía electrónica (SEM y TEM) han comprobado que el tanino, además de estar presente en las células del parénquima, también se encuentra localizado en los vasos, las fibras y en las paredes celulares.

Se han identificado aproximadamente 500 especies de plantas que contienen cantidades significativas de taninos. Entre las principales familias botánicas con importancia en la obtención de taninos se pueden citar las siguientes: Anacardiaceae, Leguminosae, Rosaceae, Polygonaceae, Fagaceae, Rhizophoraceae y Myrtaceae. Algunos géneros como las acacias, las encinas y algunos pinos que habitan en bosques de pino-encina o zonas de transición son importantes en la extracción de estos productos (Bickley 1991).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén; las muestras de corteza, hojas y frutos de guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) fueron recolectadas del sector Montegrando del distrito y provincia de Jaén, a una altitud de 740 msnm; ubicado geográficamente en la Latitud Sur 05° 41' 30" y Longitud Oeste 78° 55' 30".

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Frutos, hojas y corteza de *Guazuma ulmifolia* Lam (100 g de cada uno).

3.2.2. Material de campo

Tijeras de podar, cuchillos, cámara fotográfica y GPS.

3.2.3. Material y equipo de laboratorio

Material de vidrio: balón, matraz, vasos de precipitación, probetas, pipetas, baguetas, morteros.

Reactivo: Sulfito de sodio al 2 %, cloruro férrico, carmín índigo, KMnO_4 , CINA y caolín.

Equipos: Cocina eléctrica, termómetro, balanza analítica, zaranda (número de malla taylor), cámara fotográfica digital, estufa y molino de martillo.

3.3. Metodología

3.3.1 Trabajo en campo

Se realizó el registro de árboles para evaluar la situación poblacional de esta especie, y se seleccionó el individuo para recolectar las muestras de hojas, corteza y frutos para el análisis de taninos.

Tabla 01. Registro de árboles de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Nº de árboles	Diámetro (cm)	Altura comercial (m)	Altura Total (m)
1	1.20	2.00	6.00
2	0.40	1.30	3.00
3	0.60	1.00	3.00
4	0.20	1.30	2.50
5	0.40	1.40	2.50
6	0.20	1.30	3.00
7	0.40	1.35	2.50
8	0.20	1.25	2.00

Foto 1: Árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam.



3.3.2 Trabajo en laboratorio

Para la obtención de taninos de guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), se sometió la materia prima al proceso de extracción discontinua con agua y solución acuosa de sulfito de sodio Q. P al 2 %.

Preparación de la materia prima

❖ Recolección

Ubicado el árbol, se procedió a recolectar la corteza de guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), mediante un proceso de desprendimiento de ramas secas y verdes utilizando para esto machete afilado; asimismo se recolectaron frutos maduros y hojas bien formadas, cada uno de éstas muestras por separado.

Foto 02. Recolección de hojas de guácimo



Foto 03. Recolección de corteza de guácimo

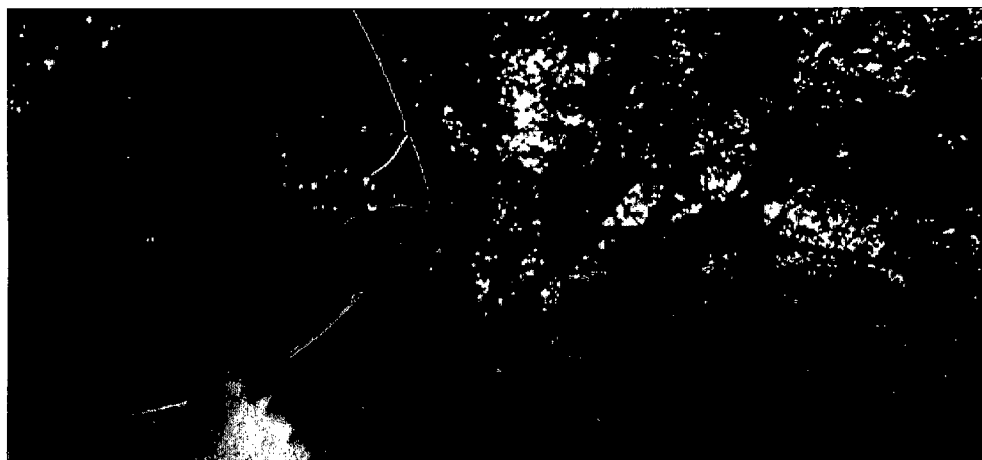


Foto 04. Recolección de frutos de guácimo



❖ **Secado**

La materia prima se procedió a secarla en la estufa a 105 °C por un tiempo de 48 horas. Para evitar el ataque de microorganismos que pudieran afectar el proceso de extracción de taninos, así como poder macerar con facilidad la materia prima.

❖ **Triturado**

Se procedió a triturar la corteza seca en un molino; los frutos y las hojas se trituraron en un mortero. El material se guardó en bolsas herméticas de papel.

❖ **Tamizado**

Las muestras de corteza molidas, fueron tamizadas con tamices N° 50 y 60, para obtener corteza con tamaño de partícula de 250 micrones.

❖ **Método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2 %**

Se colocó la corteza, frutos y hojas por separado en matraces de 100 y 150 ml respectivamente con un agitador.

Se agregó agua en una proporción de 1:5 de corteza, hojas y frutos y se sometió a una temperatura de 70 °C.

Con agitación por 45 minutos y filtró en vacío (Filtrado fase I).

Foto 05. Fase I con los frutos de guácimo

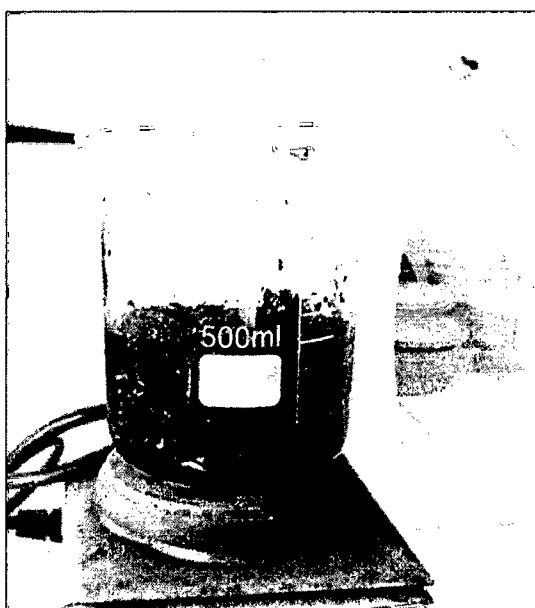


Foto 06: Fase I con la corteza de guácimo

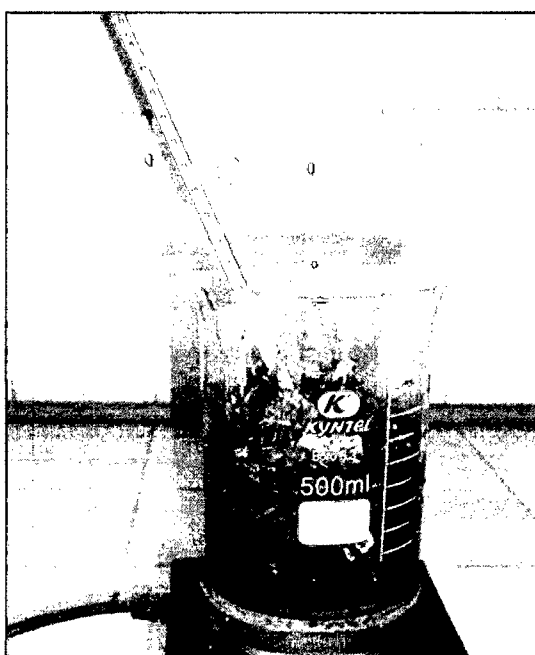
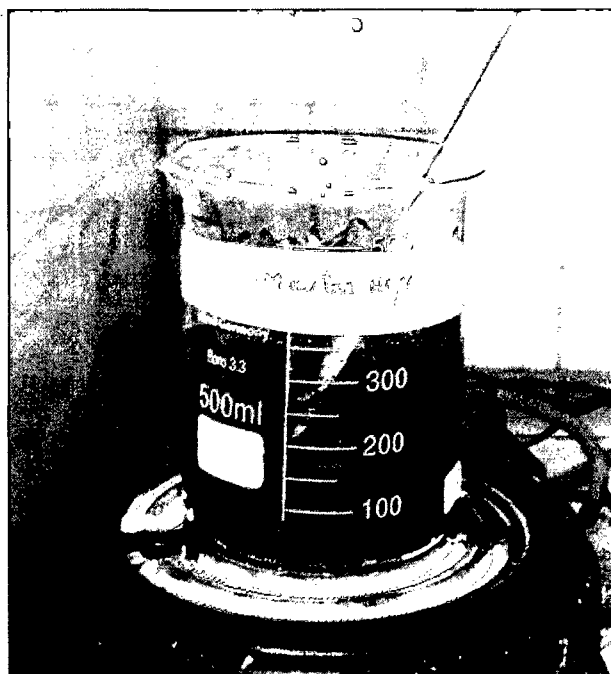


Foto 07: Fase I con las hojas de guácimo

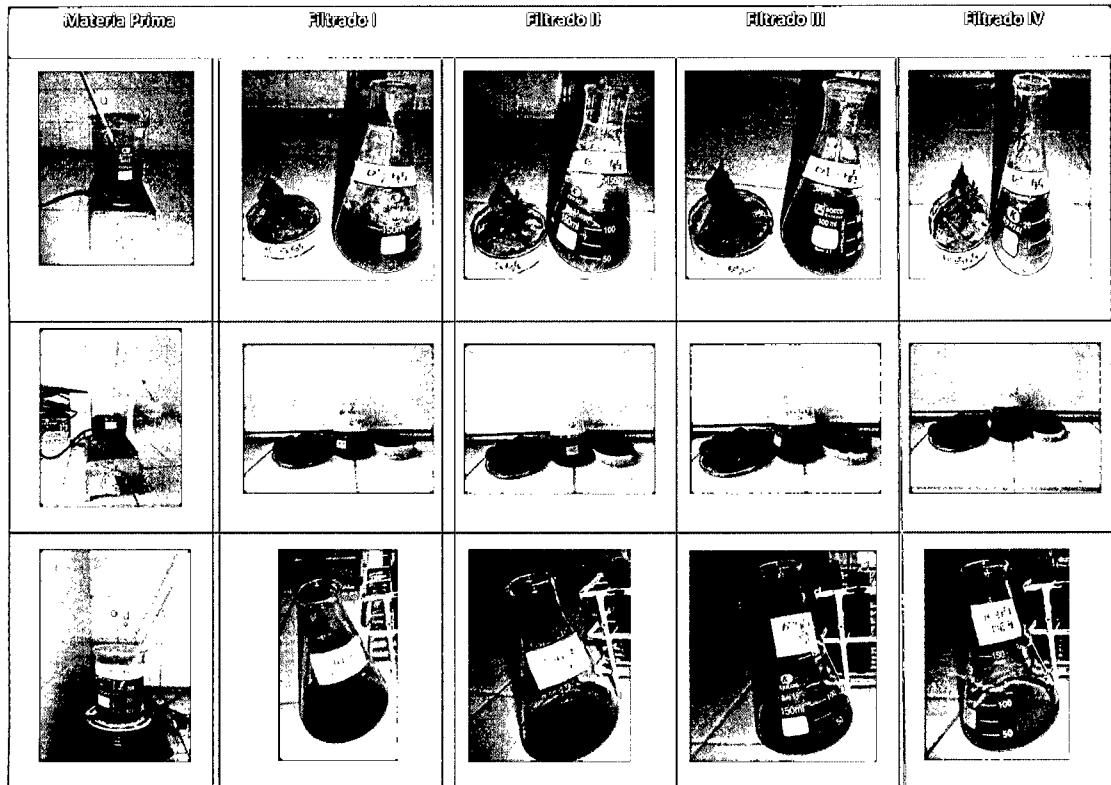


El residuo se volvió a someter a una segunda extracción, agregándole igual cantidad de agua a 70 °C y manteniéndolo así por otros 45 min filtrar con vacío (Filtrado fase II).

El residuo se volvió a someter a una tercera extracción, agregándole esta vez el mismo volumen, pero de solución de sulfito de sodio al 2 %, preparada previamente y luego filtrar con vacío (Filtrado fase III).

El residuo se volvió a someter a una cuarta extracción, agregándole el mismo volumen de solución de sulfito de sodio al 2 %, luego filtrar con vacío (Filtrado fase IV).

Foto 08. Filtrado de las fases I, II, III y IV de la corteza, frutos y hojas de guácimo



El residuo de la materia prima se desechó luego de la toma de resultados.

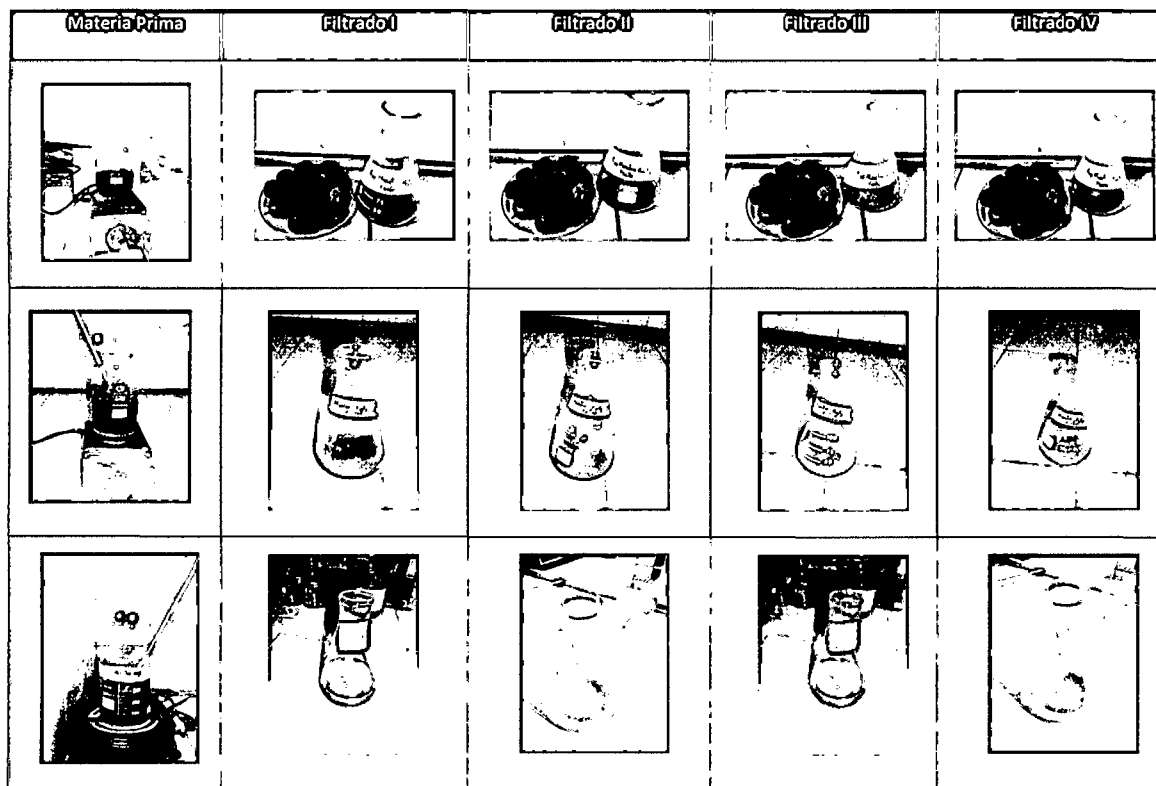
El filtrado fase I, filtrado fase II, filtrado fase III y el filtrado fase IV, se realizó sin mezclar las fases, se calentaron en un horno a temperatura no mayor de 70 °C, hasta total sequedad.

Foto 09. Secado por separado de los filtrados de las fases I, II, III y IV



Se pesó los residuos de los extractos tánicos.

Foto 10. Residuos de extractos tánicos



Este procedimiento se realizó para todas las muestras.

Se utilizó la estadística con tres tratamientos de extracción en tres partes de la planta (hojas, fruto y corteza) con veinte repeticiones.

Tabla 02. Modelo de ordenamiento de contenido de residuos tánicos en gramos para hojas, frutos y corteza según ensayo y fases.

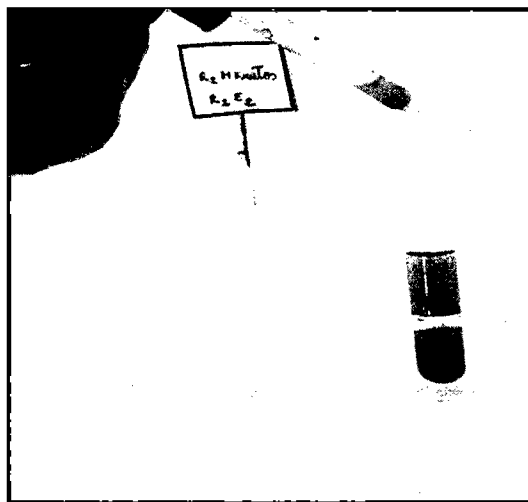
Materia Prima	Repeticiones	Total de extracción Fase 1 y 2	Total de extracción Fase 3 y 4
Frutos	1	R1	R1
	2	R2	R2
	3	R3	R3
	4	R4	R4
	5	R5	R5
	6	R6	R6
	7	R7	R7
	8	R8	R8
	9	R9	R9
	10	R10	R10
	11	R11	R11
	12	R12	R12
	13	R13	R13
	14	R14	R14
	15	R15	R15
	16	R16	R16
	17	R17	R17
	18	R18	R18
	19	R19	R19
	20	R20	R20
Sumatoria			
Promedio			
Hojas	1	R1	R1
	2	R2	R2
	3	R3	R3
	4	R4	R4
	5	R5	R5
	6	R6	R6
	7	R7	R7
	8	R8	R8
	9	R9	R9
	10	R10	R10
	11	R11	R11
	12	R12	R12
	13	R13	R13
	14	R14	R14
	15	R15	R15
	16	R16	R16
	17	R17	R17
	18	R18	R18
	19	R19	R19
	20	R20	R20
Sumatoria			
Promedio			
Corteza	1	R1	R1
	2	R2	R2
	3	R3	R3
	4	R4	R4
	5	R5	R5
	6	R6	R6
	7	R7	R7
	8	R8	R8
	9	R9	R9
	10	R10	R10
	11	R11	R11
	12	R12	R12
	13	R13	R13
	14	R14	R14
	15	R15	R15
	16	R16	R16
	17	R17	R17
	18	R18	R18
	19	R19	R19
	20	R20	R20
Sumatoria			
Promedio			

Análisis cualitativos de los taninos

Para todas las fases de cada tratamiento, en todas las muestras, se realizó la reacción de cloruro férrico, que consistió en lo siguiente:

Se colocó 5 ml de solución al 25 % de solución tánica, en un tubo de ensayo añadir gota a gota solución de cloruro férrico al 10 %, hasta la aparición de color verde oscuro en la solución.

Foto 11. Reacción de Cloruro Férrico



Análisis cuantitativo de los taninos

El análisis cuantitativo de los taninos de guácimo, se realizó mediante el método volumétrico de Lowenthal, para el cual se hirvió durante 30 minutos una muestra de 5 g en 400 ml de agua, se transfirió a un matraz de 500 ml de agua y enrasar, luego se añadió 10 ml de esta infusión, 25 ml de carmín índigo y 750 ml de agua.

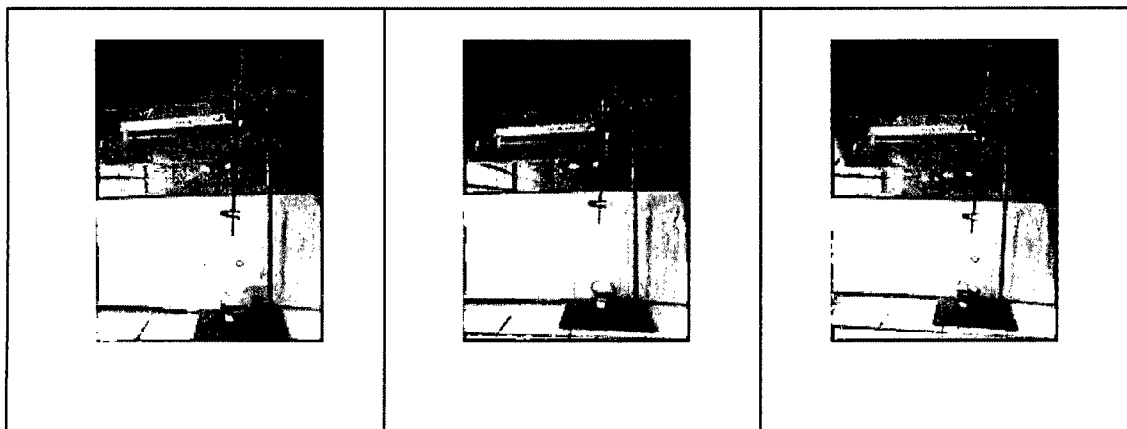
Luego se dejó caer a partir de una bureta la disolución de KMnO_4 , procedimiento que se hizo previamente titulado para determinar los ml de ácido oxálico 0,1 N equivalente a 1 ml de esta disolución) hasta que el color vire a verde claro y para luego continuar la titulación gota a gota hasta que la disolución adquiera un color amarillento brillante; se designó a los ml de KMnO_4 utilizados como a.

Fotos 12, 13 y 14. Procedimiento de la fase "a" del método Lowenthal para hojas, corteza y frutos de guácimo



Se mezcló luego 100 ml de la infusión con 50 ml de disolución de gelatina, 100 ml de la disolución ácida de ClNa y 10 g de caolín en polvo, se agitó la mezcla durante unos minutos, se esperó a que sedimente y se decantó a través de un filtro. Se Valoró con KMnO_4 procediendo de la misma forma que en el paso anterior y se designó a los ml de KMnO_4 utilizados como **b**. Se realizará la diferencia **a-b** que se designe a los ml de KMnO_4 requeridos para oxidar taninos de la muestra. Un ml de ácido oxálico 0,1N equivale a 0,0042 g de tanino (ácido galotánico) (Hart y Fisher 1984).

Fotos 15, 16 y 17. Procedimiento de la fase "b" del método Lowenthal para las hojas, corteza y frutos de guácimo.



Evaluación de resultados mediante análisis estadístico factorial y con resultados previos de otros autores.

3.3.1. Trabajo en gabinete

3.3.1.1. Pesado y secado de corteza, frutos, hojas del guácimo.

Tabla 03. Peso Húmedo y seco de las muestras de corteza, frutos, hojas.

Repeticiones	Muestra corteza		Muestra frutos		Muestra hojas	
	Peso Húmedo (g)	Peso seco (g)	Peso Húmedo (g)	Peso seco (g)	Peso Húmedo (g)	Peso Seco (g)
R1	101.0860	59.0000	101.5632	42.8619	100.1234	30.4657
R2	100.5325	60.3102	100.0829	45.1937	101.1312	32.4516
R3	100.1108	57.4021	102.6230	44.1202	100.3456	35.1767
R4	101.1718	51.7020	100.0994	43.4372	100.1312	32.5678
R5	100.7479	60.6112	100.2556	41.0050	100.3425	33.4567
R6	101.3636	60.7011	101.1984	44.9401	102.4563	33.5672
R7	100.4037	50.1512	100.6570	38.7033	101.2345	35.6782
R8	101.0050	59.4212	101.8780	45.0189	100.1234	40.5634
R9	100.1480	54.9011	100.5138	43.2108	100.1517	32.4567
R10	100.9383	59.1561	101.4814	39.0397	101.1456	30.4570
R11	100.2534	56.4217	101.4476	42.5432	102.3456	35.6780
R12	100.8999	55.9210	102.5456	43.4218	100.1324	30.6462
R13	100.9196	58.2110	101.1536	43.0531	100.2342	30.1213
R14	100.2040	64.5321	100.3190	41.7065	100.4565	30.1220
R15	100.8174	59.5021	100.7312	41.8579	101.1111	31.4560
R16	100.7180	59.5317	100.4320	40.9619	100.1423	30.4378
R17	104.2418	59.3000	100.1566	40.5962	100.3456	32.3245
R18	100.75150	57.7161	100.6258	40.3368	101.2331	31.0000
R19	100.24120	58.1118	100.6430	40.9196	101.2132	31.1220
R20	101.13120	57.1010	100.8248	34.1277	101.3425	32.1000

3.3.1.2. Peso de residuos tánicos.

Tabla 04. Contenido de residuos tánicos en gramos para hojas, frutos y corteza según ensayo y fases

Materia Prima	Repeticiones	Total de extracción Fase 1 y 2(g)	Total de extracción Fase 3 y 4(g)	Total (g)	Media
Frutos	1	0.50	0.94	1.44	
	2	0.61	0.94	1.55	
	3	0.53	0.64	1.17	
	4	0.60	1.04	1.64	
	5	0.58	1.39	1.97	
	6	0.61	1.39	2.00	
	7	0.50	0.74	1.24	
	8	0.63	1.49	2.12	
	9	0.63	1.56	2.19	
	10	0.67	1.34	2.01	
	11	0.51	1.14	1.65	
	12	0.57	1.34	1.91	
	13	0.69	1.44	2.13	
	14	0.59	1.14	1.73	
	15	0.59	1.36	1.95	
	16	0.54	1.20	1.74	
	17	0.66	1.56	2.22	
	18	0.60	1.35	1.95	
	19	0.52	0.96	1.48	
	20	0.48	1.09	1.57	
Sumatoria		11.61	27.25	38.86	
Promedio		0.5805	1.3625	1.943	0.9715
Hojas	1	0.42	0.66	1.08	
	2	0.35	0.60	0.95	
	3	0.47	0.41	0.88	
	4	0.50	0.58	1.08	
	5	0.35	0.34	0.69	
	6	0.44	0.41	0.85	
	7	0.56	0.45	1.01	
	8	0.42	0.63	1.05	
	9	0.42	0.49	0.91	
	10	0.48	0.38	0.86	
	11	0.44	0.39	0.83	
	12	0.39	0.51	0.90	
	13	0.55	0.50	1.05	
	14	0.37	0.36	0.73	
	15	0.33	0.41	0.74	
	16	0.29	0.21	0.50	
	17	0.40	0.47	0.87	
	18	0.45	0.41	0.86	
	19	0.29	0.33	0.62	
	20	0.34	0.36	0.70	
Sumatoria		8.26	12.1	20.36	
Promedio		0.413	0.605	1.018	0.509
Corteza	1	1.33	1.56	2.89	
	2	1.37	1.25	2.62	
	3	1.34	1.67	3.01	
	4	1.53	1.52	3.05	
	5	1.53	1.57	3.10	
	6	1.51	1.35	2.86	
	7	1.23	1.77	3.00	
	8	1.62	1.49	3.11	
	9	1.70	1.56	3.26	
	10	1.33	2.04	3.37	
	11	1.42	1.64	3.06	
	12	1.25	1.55	2.80	
	13	1.91	1.34	3.25	
	14	1.40	1.84	3.24	
	15	1.54	1.44	2.98	
	16	1.45	1.57	3.02	
	17	1.43	1.37	2.80	
	18	1.32	1.54	2.86	
	19	1.53	1.55	3.08	
	20	1.42	1.77	3.19	
Sumatoria		29.16	34.59	63.75	
Promedio		1.458	1.7295	3.1875	1.59375
Media		0.8172	1.2323		1.0247

Tabla 05. Estandarización de permanganato de potasio 0.1N

Valoración	Volumen Gastado (ml)	Normalidad	Factor de Corrección
1	8.5	0.058	0.058
2	8.5	0.058	0.058
3	8.5	0.058	0.058

Se realizaron tres valoraciones para estandarizar la solución de permanganato de potasio 0.1 N con ácido oxálico, obteniendo a partir del volumen gastado la normalidad práctica dividiéndola con la normalidad teórica. De la misma manera se obtuvo el valor del factor de corrección.

Cálculo para determinar la Normalidad del Permanganato de Potasio 0.1N.

Reacción estequiométrica:



Los iones $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ se oxidan por el esquema:



Por consiguiente, los equivalentes gramos del $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ es:

$$E_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{126.06}{2}$$

$$E_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 63.03 \text{ g}$$

$$meq = \frac{PM_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}}{\# e^- * 1000}$$

$$meq = \frac{63.03}{1000}$$

$$meq = 0.063 \text{ meq}$$

$$N = \frac{gr / \text{alícuota}}{V * meq}$$

Dónde:

g= gramos del patrón primario

V= Volumen gastado (KMnO₄ 0.1N)

meq = Miliequivalentes del patrón primario (H₂C₂O₄.2H₂O).

PM =Peso molecular. (H₂C₂O₄.2H₂O).

Sustituyendo datos en la formula tenemos:

$$N = \frac{0.03152}{8.5 * 0.063}$$

$N = 0.058$

Calculo para la obtención de gramos de taninos

1 ml de KMnO₄ 0.1 N _____ 0.0042g de taninos

0.0754 ml kMnO₄ 0.1N _____ X

X = 0.0754 ml KMnO₄ 0.1N x 0.0042g de taninos / 1 ml KMnO₄ 0.1N

$X = 0.00031 \text{ g de taninos}$

Cálculo para el Porcentaje de Taninos en los

5g _____ 100 %

0.00031 g _____ X

$X = 0.0066\% \text{ de tanino}$

Tabla 06. Total de Residuos tánicos extraídos de los frutos del guácimo.

Materia Prima	Repeticiones	Total de extracción Fase 1 y 2 (g)	Total de extracción Fase 3 y 4 (g)	Total de residuos tánicos extraídos (g)
Frutos	1	0.50	0.94	1.44
	2	0.61	0.94	1.55
	3	0.53	0.64	1.17
	4	0.6	1.04	1.64
	5	0.58	1.39	1.97
	6	0.61	1.39	2.00
	7	0.50	0.74	1.24
	8	0.63	1.49	2.12
	9	0.63	1.56	2.19
	10	0.67	1.34	2.01
	11	0.51	1.14	1.65
	12	0.57	1.34	1.91
	13	0.69	1.44	2.13
	14	0.59	1.14	1.73
	15	0.59	1.36	1.95
	16	0.54	1.2	1.74
	17	0.66	1.56	2.22
	18	0.60	1.35	1.95
	19	0.52	0.96	1.48
	20	0.48	1.09	1.57
Sumatoria		11.61	27.25	35.66
Promedio		0.5805	1.3625	1.78
Desviación estándar				0.301
Coefficiente de Variación				16.54%

Tabla 07. Total de Residuos tánicos extraídos de hojas del guácimo

Materia Prima	Repeticiones	Total de extracción Fase 1 y 2 (g)	Total de extracción Fase 3 y 4 (g)	Total de residuos tánicos extraídos (g)
Hojas	1	0.42	0.66	1.08
	2	0.35	0.6	0.95
	3	0.47	0.41	0.88
	4	0.5	0.58	1.08
	5	0.35	0.34	0.69
	6	0.44	0.41	0.85
	7	0.56	0.45	1.01
	8	0.42	0.63	1.05
	9	0.42	0.49	0.91
	10	0.48	0.38	0.86
	11	0.44	0.39	0.83
	12	0.39	0.51	0.9
	13	0.55	0.5	1.05
	14	0.37	0.36	0.73
	15	0.33	0.41	0.74
	16	0.29	0.21	0.5
	17	0.4	0.47	0.87
	18	0.45	0.41	0.86
	19	0.29	0.33	0.62
	20	0.34	0.36	0.7
Sumatoria		8.26	12.1	17.16
Promedio		0.413	0.605	0.858
Desviación Estándar				0.1546
Coefficiente de Variación				18.01%

Tabla 08. Total de Residuos tánicos extraídos de la corteza del guácimo

Materia Prima	Repeticiones	Total de extracción Fase 1 y 2 (g)	Total de extracción Fase 3 y 4 (g)	Total de residuos tánicos extraídos (g)
Corteza	1	1.33	1.56	2.89
	2	1.37	1.25	2.62
	3	1.34	1.67	3.01
	4	1.53	1.52	3.05
	5	1.53	1.57	3.10
	6	1.51	1.35	2.86
	7	1.23	1.77	3.00
	8	1.62	1.49	3.11
	9	1.70	1.56	3.26
	10	1.33	2.04	3.37
	11	1.42	1.64	3.06
	12	1.25	1.55	2.80
	13	1.91	1.34	3.25
	14	1.4	1.84	3.24
	15	1.54	1.44	2.98
	16	1.45	1.57	3.02
	17	1.43	1.37	2.8
	18	1.32	1.54	2.86
	19	1.53	1.55	3.08
	20	1.42	1.77	3.19
Sumatoria		29.16	34.59	60.55
Promedio		1.458	1.73	3.0275
Desviación Estándar				0.1643
Coefficiente de Variación				5.42%

IV. RESULTADO Y DISCUSIONES

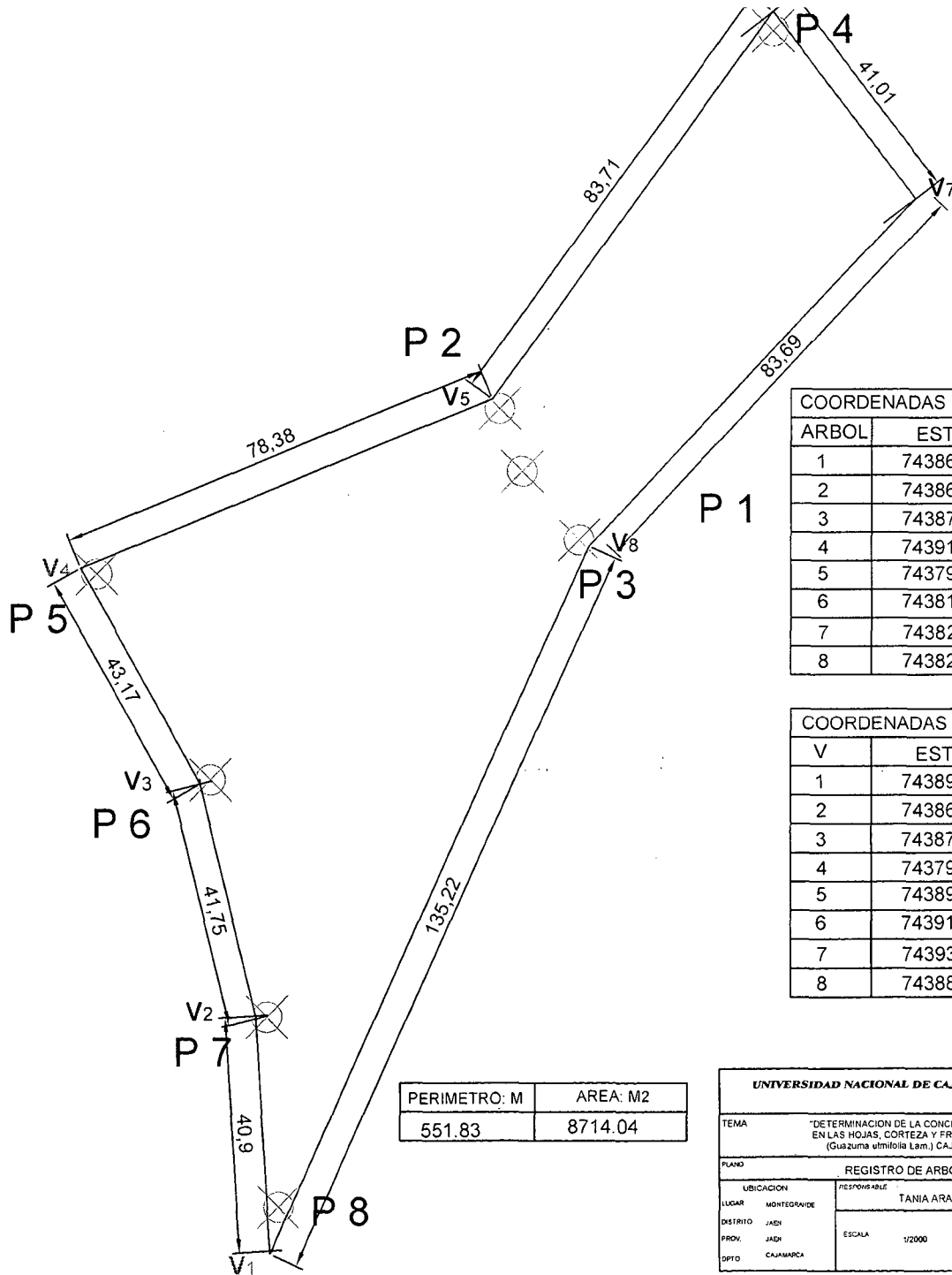
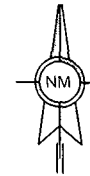
4.1. Resultados

Según el inventario realizado en 1000 m² solo existieron 3 árboles de *Guazuma ulmifolia* Lam., de los cuales el 33.3 % tienen un diámetro menor de 60 cm, la altura total menor de 3 m; y el 66.7 % tienen un diámetro mayor de 60 cm con altura total mayor de 3 m; por lo que el inventario se extendió a 8000 m² para tener mayor información y se obtuvo un total de 8 individuos de *Guazuma ulmifolia* Lam., donde el 87.5 % tienen un diámetro menor de 60 cm, la altura total menor de 3 m; y el 12.5 % tienen un diámetro mayor de 60 cm con altura total mayor de 3 m; es una especie de fácil propagación y abundante en bosques secundarios, la zona evaluada está teniendo presión por la explosión demográfica.

La preocupación por la presión demográfica está siempre presente en la bibliografía sobre deforestación, degradación del suelo, pérdida de biodiversidad, amenazas a la paz y estabilidad futuras, escasez de alimentos, calentamiento de la Tierra y subdesarrollo. Muchos estudios se centran en la sobrepoblación al analizar el aprovechamiento de los recursos (Abernathy 1993, Avise 1994, Holdren 1992, Meffe, Ehrlich y Ehrenfeld 1993, Wilson 1992). Según Wilson (1992), "el monstruo que se cierne sobre la tierra es el crecimiento de la población. En su presencia, la sostenibilidad no es sino un frágil concepto teórico". En un documento del Banco Mundial se afirma que "las causas de la degradación ambiental son tan variadas como sus manifestaciones. Pero en el centro del problema se encuentra la rápida tasa de crecimiento de la población en muchos países en desarrollo" (Banco Mundial 1987, en Banuri y Marglin 1993).

La desaparición de individuos de guácimo por la explosión demográfica y conociendo sus usos medicinales, de forraje y otros es necesario considerar la reforestación con esta especie.

Obtención de taninos de *Guazuma ulmifolia* Lam (guácimo), por el proceso de extracción discontinua con agua y solución acuosa de sulfito de sodio Q.P al 2 %.



COORDENADAS DE ARBOLES WGS-84		
ARBOL	ESTE	NORTE
1	743869	9367651
2	743865	9367662
3	743879	9367639
4	743913	9367728
5	743794	9367633
6	743814	9367597
7	743824	9367556
8	743826	9367523

COORDENADAS DE VERTICES WGS-84		
V	ESTE	NORTE
1	743892.13	9367652.13
2	743864.7	9367660.01
3	743878.26	9367637.12
4	743791.16	9367634
5	743894.28	9367664.77
6	743912.95	9367731.34
7	743937.99	9367698.86
8	743880.68	9367637.87

PERIMETRO: M	AREA: M2
551.83	8714.04

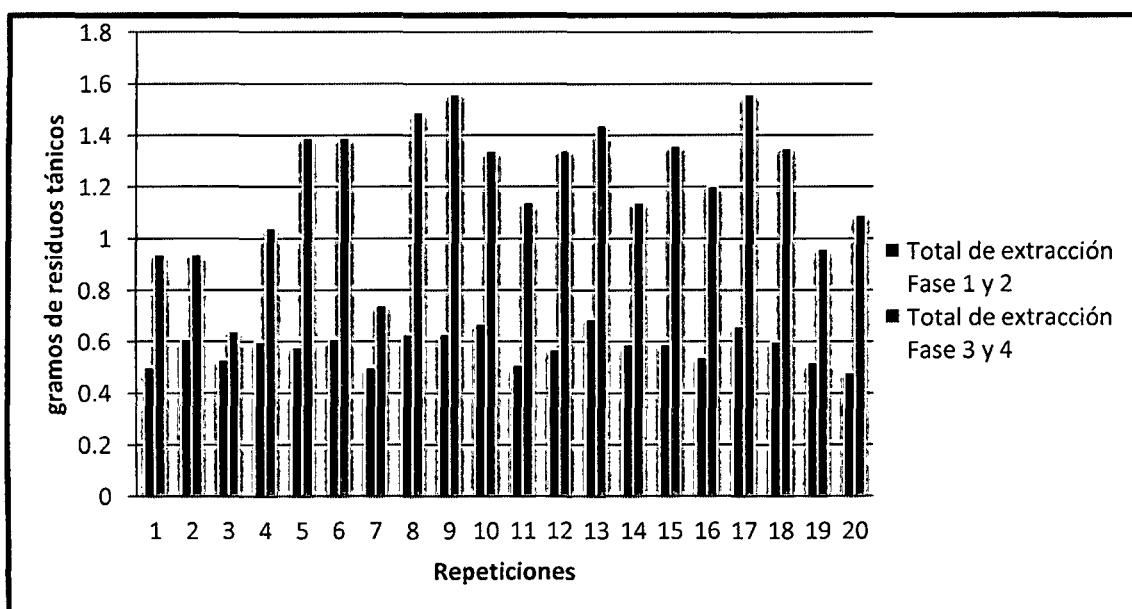
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - SECCION JAÉN			
TEMA		"DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE TANINOS EN LAS HOJAS, CORTEZA Y FRUTO DE LA ESPECIE DE GUACIMO (Guazuma ulmifolia Lam.) CAJAMARCA PERU"	
PLANO			
REGISTRO DE ARBOLES			
UBICACION		RESPONSABLE	
LUGAR	MONTEGRANDE	TANIA ARACELY HOYOS BARAONA	
DISTRITO	JAEN	LÁMINA	
PROV.	JAEN	ESCALA	1/2000
DPTO.	CAJAMARCA	FECHA	MARZO 2014
			IF-01

Tabla 09. Resultado de extracción de taninos de los frutos del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Repeticiones	Total de extracción Fase 1 y 2(g)	Total de extracción Fase 3 y 4(g)	Total de residuos tánicos extraídos (g)
1	0.50	0.94	1.44
2	0.61	0.94	1.55
3	0.53	0.64	1.17
4	0.60	1.04	1.64
5	0.58	1.39	1.97
6	0.61	1.39	2.00
7	0.50	0.74	1.24
8	0.63	1.49	2.12
9	0.63	1.56	2.19
10	0.67	1.34	2.01
11	0.51	1.14	1.65
12	0.57	1.34	1.91
13	0.69	1.44	2.13
14	0.59	1.14	1.73
15	0.59	1.36	1.95
16	0.54	1.20	1.74
17	0.66	1.56	2.22
18	0.60	1.35	1.95
19	0.52	0.96	1.48
20	0.48	1.09	1.57
Sumatoria	11.61	27.25	35.66
Promedio	0.5805	1.3625	1.78

En la tabla 09, se observa que la mayor cantidad de residuos tánicos extraídos de los frutos se obtuvo con el tratamiento de Na_2SO_3 (Na_2SO_3 : frutos) con un promedio de 1.362 g; y la extracción realizado con H_2O (agua: frutos) con un promedio de 0.5805 g, en total se obtuvo de la marcha de extracción en las 4 fases un promedio de 1.78 g de residuos tánicos con una tendencia a variar por debajo o por encima de 0.301 g, con un C.V. de 16.54 % lo que indica heterogeneidad en los datos.

Gráfica 01. Cantidad de residuos tánicos obtenidos de los frutos del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam con los extractivos: agua y Sulfito de Na.



En la gráfica 01, se observa que en las repeticiones de los tratamientos realizados se tiene lo siguiente:

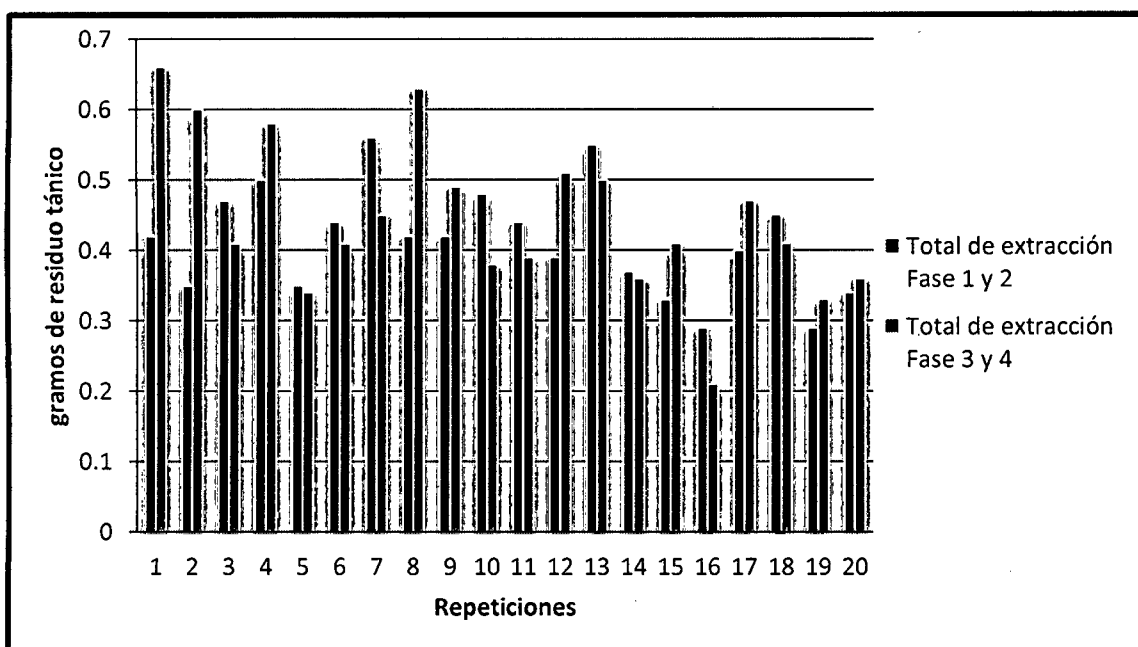
- ❖ En la extracción de la Fase 1 y 2 (Fruto: H_2O), el peso mínimo extraído es de 0.48 g.
- ❖ En la extracción de la Fase 1 y 2 (Fruto: H_2O), el peso máximo extraído es de 0.69 g.
- ❖ En la extracción de la Fase 3 y 4 (Fruto: Na_2SO_3), el mínimo extraído es de 0.64 g; y
- ❖ En la extracción de la Fase 3 y 4 (Fruto: Na_2SO_3), el máximo extraído es de 1.56 g.

Tabla 10. Resultado de extracción de taninos de las hojas del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Repeticiones	Total de extracción Fase 1 y 2 (g)	Total de extracción Fase 3 y 4 (g)	Total de residuos tánicos extraídos (g)
1	0.42	0.66	1.080
2	0.35	0.60	0.950
3	0.47	0.41	0.880
4	0.50	0.58	1.080
5	0.35	0.34	0.690
6	0.44	0.41	0.850
7	0.56	0.45	1.010
8	0.42	0.63	1.050
9	0.42	0.49	0.910
10	0.48	0.38	0.860
11	0.44	0.39	0.830
12	0.39	0.51	0.900
13	0.55	0.50	1.050
14	0.37	0.36	0.730
15	0.33	0.41	0.740
16	0.29	0.21	0.500
17	0.40	0.47	0.870
18	0.45	0.41	0.860
19	0.29	0.33	0.620
20	0.34	0.36	0.700
Sumatoria	8.26	12.1	17.160
Promedio	0.413	0.605	0.858

En la tabla 10, se observa que la mayor cantidad de residuos tánicos extraídos de las hojas se obtuvo con el tratamiento de Na₂SO₃ (Na₂SO₃: Hojas) con un promedio de 0.605 g; y la extracción realizado con H₂O (H₂O: Hojas) con un promedio de 0.413 g, en total se obtuvo de la marcha de extracción en las 4 fases un promedio de 0.858 g de residuos tánicos con una tendencia a variar por debajo o por encima de 0.154 g, con un C.V. de 18.01 % lo que indica heterogeneidad en los datos.

Gráfica 2. Cantidad de extractos tánicos obtenidos con los extractivos: agua y Sulfito de Na de las hojas del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam.



En la gráfica 2, se observa que en las repeticiones de los tratamientos realizados se tiene lo siguiente:

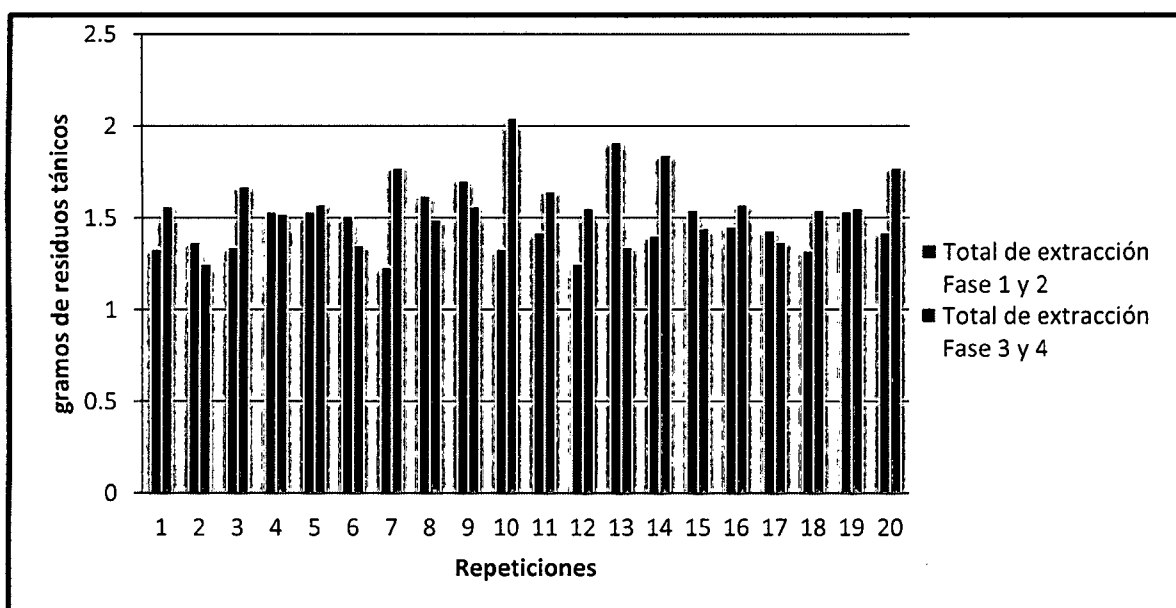
- ❖ En la extracción de la Fase 1 y 2 (Hojas: H₂O), el peso mínimo extraído es de 0.29 g.
- ❖ En la extracción de la Fase 1 y 2 (Hojas: H₂O), el peso máximo extraído es de 0.56 g.
- ❖ En la extracción de la Fase 3 y 4 (Hojas: Na₂SO₃), el mínimo extraído es de 0.33 g; y
- ❖ En la extracción de la Fase 3 y 4 (Hojas: Na₂SO₃), el máximo extraído es de 0.66 g.

Tabla 11. Resultado de extracción de taninos de la corteza del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Repeticiones	Total de extracción Fase 1 y 2 (g)	Total de extracción Fase 3 y 4 (g)	Total de residuos tánicos extraídos (g)
1	1.33	1.56	2.890
2	1.37	1.25	2.620
3	1.34	1.67	3.010
4	1.53	1.52	3.050
5	1.53	1.57	3.100
6	1.51	1.35	2.860
7	1.23	1.77	3.000
8	1.62	1.49	3.110
9	1.70	1.56	3.260
10	1.33	2.04	3.370
11	1.42	1.64	3.060
12	1.25	1.55	2.800
13	1.91	1.34	3.250
14	1.40	1.84	3.240
15	1.54	1.44	2.980
16	1.45	1.57	3.020
17	1.43	1.37	2.800
18	1.32	1.54	2.860
19	1.53	1.55	3.080
20	1.42	1.77	3.190
Sumatoria	29.16	34.59	60.550
Promedio	1.458	1.730	3.0275

En la tabla 11, se observa que la mayor cantidad de residuos tánicos extraídos de la corteza se obtuvo con el tratamiento de Na_2SO_3 (Na_2SO_3 : corteza) con un promedio de 1.730 g; y la extracción realizado con H_2O (agua: corteza) con un promedio de 1.458 g, en total se obtuvo de la marcha de extracción en las 4 fases un promedio de 3.0275 g de residuos tánicos con una tendencia a variar por debajo o por encima de 0.164 g, con un C.V. de 5.42 % lo que indica heterogeneidad en los datos.

Gráfica 3. Cantidad de extractos tánicos obtenidos con los extractivos: agua y Sulfito de Na de la corteza del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam.



En la gráfica 3, se observa que en las repeticiones de los tratamientos realizados se tiene lo siguiente:

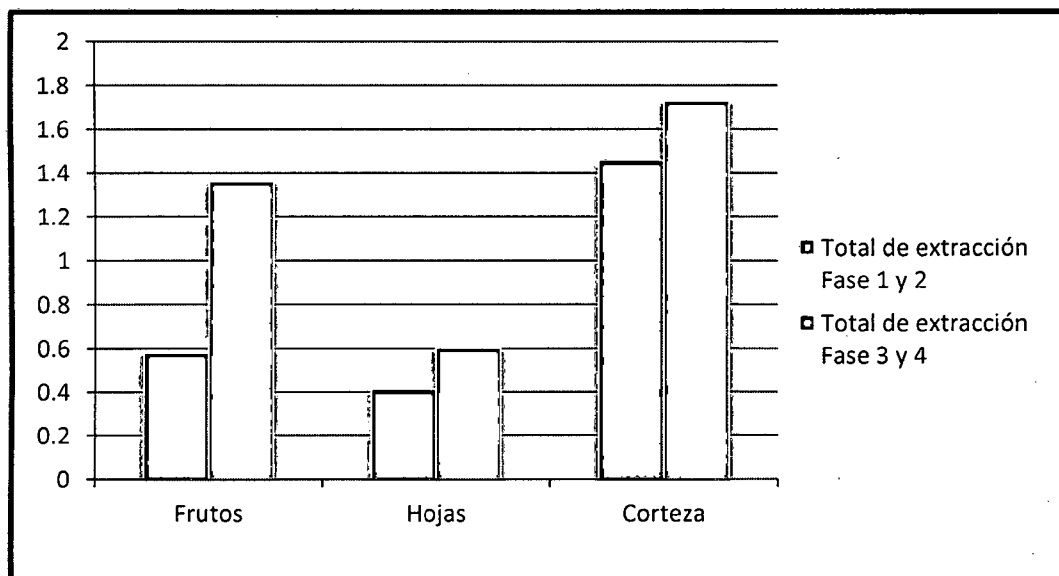
- ❖ En la extracción de la Fase 1 y 2 (Corteza: H₂O), el peso mínimo extraído es de 1.32 g.
- ❖ En la extracción de la Fase 1 y 2 (Corteza: H₂O), el peso máximo extraído es de 1.91 g.
- ❖ En la extracción de la Fase 3 y 4 (Corteza: Na₂SO₃), el mínimo extraído es de 1.25 g.
- ❖ En la extracción de la Fase 3 y 4 (Corteza: Na₂SO₃), el máximo extraído es de 2.04 g.

Tabla 12. Promedio de residuos tánicos de los frutos, hojas y corteza del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Materia Prima	Total de extracción Fase 1 y 2 (g)	Total de extracción Fase 3 y 4 (g)
Frutos	0.5805	1.3625
Hojas	0.413	0.605
Corteza	1.458	1.730

En la tabla 12, se observa que el promedio máximo extraído de residuos tánicos en las fase 1 y 2 con un peso de 1.458 g fue en la corteza; y en la fase 3 y 4 con un peso de 1.730 g también en la corteza.

Gráfica 4. Cantidad de extractos tánicos obtenidos con los extractivos: agua y Sulfito de Na de la materia prima



En la gráfica 4, se observa que el total de extracción de las fases (1,2 y 3,4), la mayor cantidad extraída de residuos tánicos fue de la corteza con un promedio de 3.027 g.

Proyección de extracción de residuos tánicos de los frutos de una Ha. de
Guazuma ulmifolia Lam.

Tabla 13. Peso húmedo y seco de la muestra de corteza *Guazuma ulmifolia* Lam.

Muestra corteza		
Repeticiones	Peso Húmedo (g)	Peso seco(g)
R1	101.0860	59.0000
R2	100.5325	60.3102
R3	100.1108	57.4021
R4	101.1718	51.7020
R5	100.7479	60.6112
R6	101.3636	60.7011
R7	100.4037	50.1512
R8	101.0050	59.4212
R9	100.1480	54.9011
R10	100.9383	59.1561
R11	100.2534	56.4217
R12	100.8999	55.9210
R13	100.9196	58.2110
R14	100.2040	64.5321
R15	100.8174	59.5021
R16	100.7180	59.5317
R17	104.2418	59.3000
R18	100.75150	57.7161
R19	100.24120	58.1118
R20	101.13120	57.1010
Promedio	100.88	57.9852

En la tabla 13, se observa que de un promedio de 100.88 g de muestra fresca que llevado a una estufa a 70 °C por 72 horas tiene un peso de 57.98 g de muestra seca; que al pasar el procedimiento de extracción con agua y sulfito de sodio se obtuvo 3.0275 g de residuos tánicos.

De una hectárea de *Guazuma ulmifolia* Lam., sembrado a una distancia de 6x6 m se obtiene un total de 277 árboles; sabiendo que de cada planta de guácimo produce un promedio de 30 kg de corteza fresca y un peso seco de 17.24 kg.

Entonces de una hectárea de *Guazuma ulmifolia* Lam se obtendrá un promedio de 249.3 kg de residuos tánicos.

Tabla 14. Peso húmedo y seco de la muestra de frutos de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Repeticiones	Muestra frutos	
	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)
R1	101.5632	42.8619
R2	100.0829	45.1937
R3	102.6230	44.1202
R4	100.0994	43.4372
R5	100.2556	41.0050
R6	101.1984	44.9401
R7	100.6570	38.7033
R8	101.8780	45.0189
R9	100.5138	43.2108
R10	101.4814	39.0397
R11	101.4476	42.5432
R12	102.5456	43.4218
R13	101.1536	43.0531
R14	100.3190	41.7065
R15	100.7312	41.8579
R16	100.4320	40.9619
R17	100.1566	40.5962
R18	100.6258	40.3368
R19	100.6430	40.9196
R20	100.8248	34.1277
Promedio	100.9615	41.8527

En la tabla 14, se observa que de un promedio de 100.96 g de muestra fresca que llevado a una estufa a 70 °C por 72 horas se reduce a un peso de 41.8527 g de muestra seca; que al que al pasar el procedimiento de extracción con agua y sulfito de sodio se obtuvo 1.78 g de residuos tánicos.

De una hectárea de *Guazuma ulmifolia* Lam. Sembrado a una distancia de 6x6 m se obtiene un total de 277 árboles; y que de cada planta de guácimo se produce un promedio de 45 kg de frutos frescos y un peso seco de 18.65 kg. Entonces de una hectárea de *Guazuma ulmifolia* Lam se obtendrá un promedio de 29.71 kg de residuos tánicos.

Tabla 15. Peso húmedo y seco de la muestra de hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam.

Repeticiones	Muestra hojas	
	Peso Húmedo (g)	Peso Seco (g)
R1	100.1234	30.4657
R2	101.1312	32.4516
R3	100.3456	35.1767
R4	100.1312	32.5678
R5	100.3425	33.4567
R6	102.4563	33.5672
R7	101.2345	35.6782
R8	100.1234	40.5634
R9	100.1517	32.4567
R10	101.1456	30.4570
R11	102.3456	35.6780
R12	100.1324	30.6462
R13	100.2342	30.1213
R14	100.4565	30.1220
R15	101.1111	31.4560
R16	100.1423	30.4378
R17	100.3456	32.3245
R18	101.2331	31.0000
R19	101.2132	31.1220
R20	101.3425	32.1000
Promedio	100.7870	32.592

En la tabla 15, se observa que de un promedio de 100.7870 g de muestra fresca que llevado a una estufa a 70 °C por 72 horas se reduce a un peso de 32.5924 g de muestra seca; que al que al pasar el procedimiento de extracción con agua y sulfito de sodio se obtuvo 0.858 g de residuos tánicos.

De una hectárea de *Guazuma ulmifolia* Lam., sembrado a una distancia de 6x6 m se obtiene un total de 277 árboles; que de cada planta de guácimo produce un promedio de 6.40 kg de forraje fresco en un árbol con un diámetro de 40 cm. Según Toledo *et al.* (1995), y un peso seco de 2.06 kg. Entonces de una hectárea de *Guazuma ulmifolia* Lam., se obtendrá un promedio de 15.088 kg de residuos tánicos.

A. Análisis cualitativo

Se realizó la reacción con cloruro férrico a los residuos tánicos del guácimo, asimismo se comparó con el testigo de solución tánica de tara.

Foto 18. Solución tánica al 0.033 % de tara.

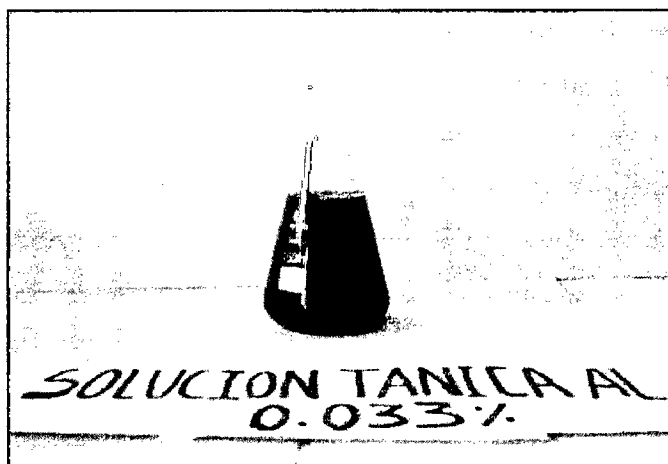


Foto 19. Preparación de la muestra de frutos

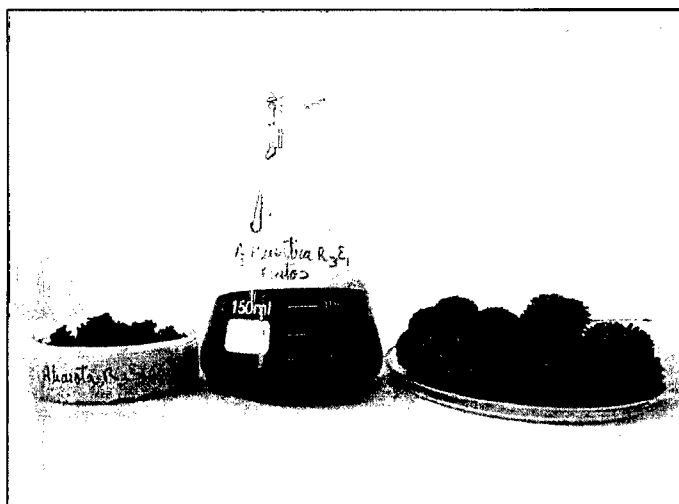


Foto 20. Preparación de la muestra de corteza

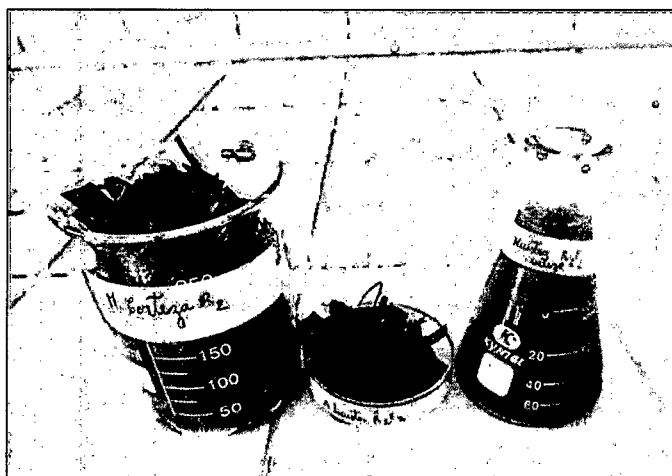


Foto 21. Preparación de la muestra de hojas

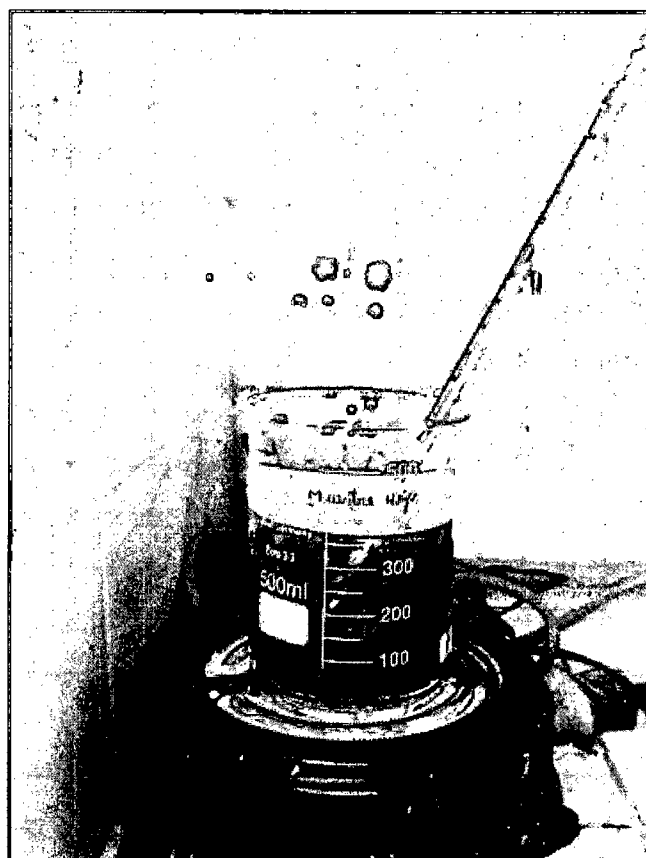


Foto 22. Prueba del cloruro férrico

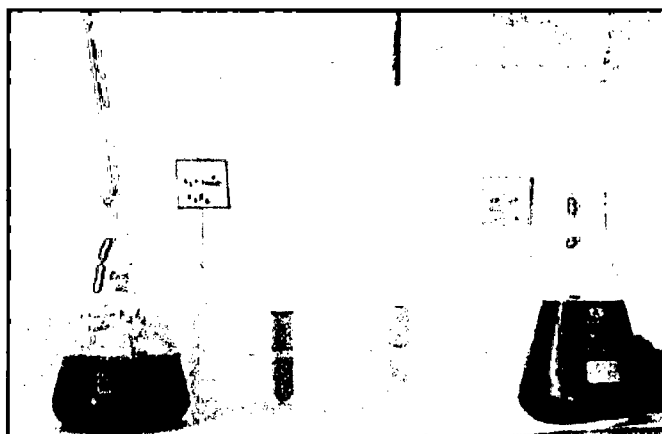


Foto 23. Proceso de la prueba del cloruro férrico

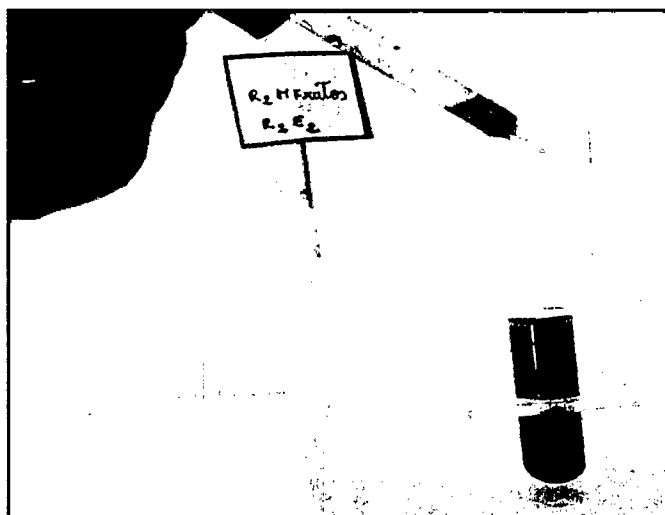
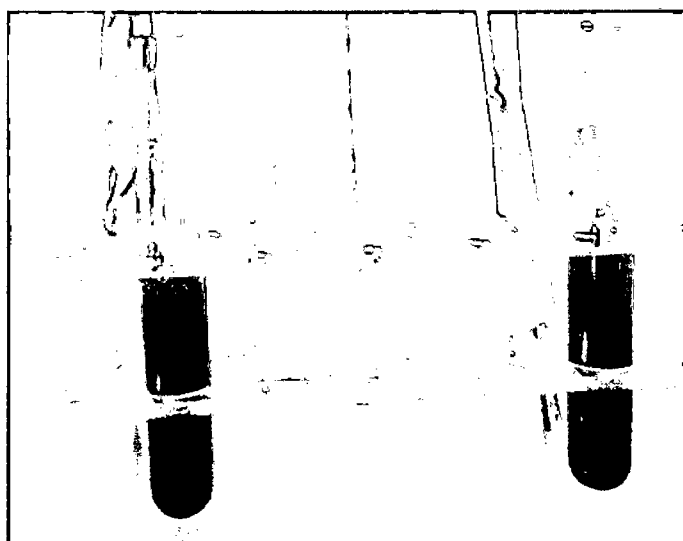


Foto 24. Análisis cualitativo de taninos



Por destilación seca producen catecol (1,2-dihidroxibenceno). Por este motivo, reciben también el nombre de taninos catéquicos. Al tratar los taninos condensados con cloruro férrico (FeCl_3) aparece una coloración verde.

Durante los últimos años, las investigaciones sobre el guácimo se han enfocado al análisis fitoquímico y la identificación de los compuestos responsables de las propiedades medicinales que se le confieren. Así, Hör y colaboradores aislaron de la corteza precursores de los taninos condensados del tipo de las proantocianidinas con un alto grado de polimerización y, en un estudio clínico con conejos, demostraron que dichos compuestos tienen la capacidad de inhibir la toxina de la bacteria del cólera (*Vibrio cholerae*).

Estudios realizados a la fracción etil acetato derivado de la planta *Guazuma ulmifolia Lam* demostraron que inhiben la replicación de BHV-1, debido a la presencia de catequinas y taninos condensados en su composición en el trabajo de investigación evaluación de la eficacia antiviral de nuevos fármacos candidatos o fitoproductos (Felipe y Col 2006).

Según estudios realizados a las plantas medicinales mexicanas para tratar afecciones gastrointestinales. Cáceres *et al.* (1990,1993) también se identificaron en su composición flavonoides, antocianinas, proantocianinas, esteroides insaturados, esteroles, β -sisterol-Glucósidos cardiacos, bitulina y taninos condensados en la corteza; en las hojas se identificaron cafeína, cedrina, quinonas, terpenos esteroides, flavonoides, saponinas, taninos y compuestos fenólicos; y en los frutos cafeína, taninos condensados y flavonoides.

Tabla 16. Cantidad de taninos contenidos en los frutos de *Guazuma ulmifolia* Lam (guácimo) determinado con KMnO_4 0.1N

Volumen gastado "a" (ml)	Volumen gastado "b" (ml)	Volumen gastado "a-b" (ml)	FC de KMnO_4 0.1N	Volumen corregido (a-b) x FC (ml)	Gramos de taninos por (g)	Porcentaje de taninos (%)
2.50	1.2	1.30	0.058	0.0754	0.00031	0.0062
2.30	1.2	1.10	0.058	0.0638	0.00026	0.0052
2.50	1.1	1.40	0.058	0.0812	0.00034	0.0068
						0.0066

En la tabla 16 se observa que el análisis de resultados indica que el porcentaje de concentración de taninos en el fruto de *Guazuma ulmifolia* Lam., es de 0.0066 %, Se realizó la diferencia **a - b** que se designó a los ml de KMnO_4 requeridos para oxidar taninos de la muestra; según la literatura un ml de ácido oxálico 0,1N equivale a 0,0042 g de tanino. (Hart y Fisher, 1984), realizado el cálculo se tiene que se consumió un promedio de 0.0754 ml de KMnO_4 0.1N obteniéndose 0.00031 g de extracto tánico lo que representa el 0.0066 % del total del peso.

Este valor encontrado en la muestra seca de frutos de *Guazuma ulmifolia* Lam, está comprendido dentro de los rangos menores del 2 % reportado previamente por Pizzani (2006) en el estudio realizado en la composición fotoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de interés forrajero en Venezuela.

Tabla 17. Cantidad de taninos contenidos en las hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam (guácimo) determinado con KMnO_4 0.1N

Volumen gastado "a" (ml)	Volumen gastado "b" (m)	Volumen gastado "a-b" (ml)	FC de KMnO_4 0.1N	Volumen corregido (a-b) x FC (ml)	Gramos de taninos por (g)	Porcentaje de taninos (%)
1.1	0.60	0.50	0.058	0.0290	0.000121	0.0024
1.0	0.60	0.40	0.058	0.0232	0.000097	0.0019
1.1	0.60	0.50	0.058	0.0290	0.000128	0.0024
						0.0023

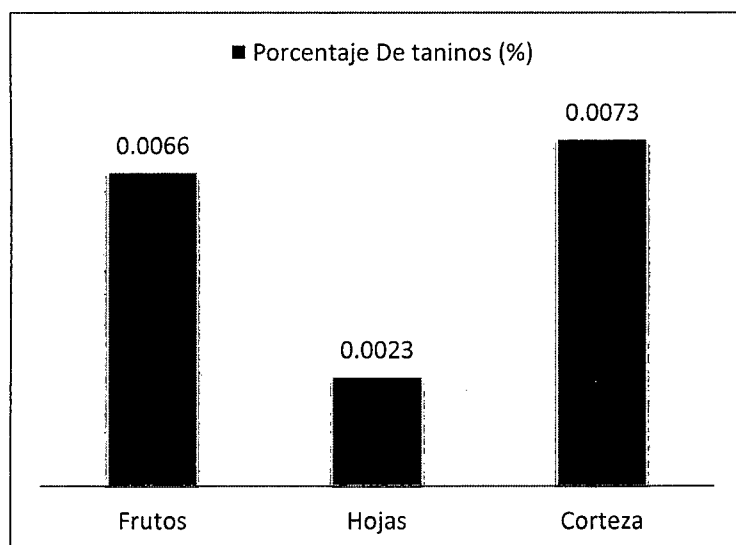
En la tabla 17 Se observa que el análisis de resultados indica que el porcentaje de concentración de taninos en hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam., es de 0.0023 %, Se realizó la diferencia **a - b** que se designó a los ml de KMnO_4 requeridos para oxidar taninos de la muestra; según la literatura un ml de ácido oxálico 0,1N equivale a 0,0042 g de tanino. (Hart y Fisher, 1984), realizado el cálculo se tiene que se consumió un promedio de 0.087 ml de KMnO_4 0.1N obteniéndose 0.000128 g de extracto tánico lo que representa el 0.0023 % del total del peso; este valor también está comprendido dentro de los rangos menores del 2 % reportado por Pizzani (2006).

Tabla 18. Cantidad de taninos contenidos en la corteza de *Guazuma ulmifolia* Lam (guácimo) determinado con KMnO_4 0.1N

Volumen gastado "a" (ml)	Volumen gastado "b" (ml)	Volumen gastado "a - b" (ml)	FC de KMnO_4 0.1N	Volumen corregido (a-b) x FC (ml)	Gramos de taninos por (g)	Porcentaje de taninos (%)
3	1.50	1.50	0.058	0.087	0.000365	0.0073
3.2	1.70	1.50	0.058	0.087	0.000365	0.0073
3	1.50	1.50	0.058	0.087	0.000365	0.0073
						0.0073%

En la Tabla En la tabla 18 Se observa que el análisis de resultados indica que el porcentaje de concentración de taninos en hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam., es de 0.0073 %, Se realizó la diferencia **a - b** que se designó a los ml de KMnO_4 requeridos para oxidar taninos de la muestra; según la literatura un ml de ácido oxálico 0,1N equivale a 0,0042 g de tanino. Hart y Fisher (1984), realizado el cálculo se tiene que se consumió un promedio de 0.087 ml de KMnO_4 0.1N obteniéndose 0.000365 g de extracto tánico lo que representa el 0.0073 % del total del peso; este valor también está comprendido dentro de los rangos menores del 2 % reportado por Pizzani (2006).

Gráfica 5. Porcentaje de concentración de taninos



Al realizar las valoraciones para la cuantificación de taninos con KMnO_4 0.1N se gastaron para las diferentes muestras volúmenes pequeños, donde se puede apreciar en la tabla 16 de frutos la diferencia de volúmenes es pequeña pero constante para las tres valoraciones donde da un porcentaje de tanino de 0.0066 %, en la tabla 17 de hojas la diferencia de volúmenes es constante, donde da un porcentaje de taninos condensado es 0.0023 % en la tabla 18 de corteza, la diferencia de volúmenes es pequeña pero constante para las tres valoraciones donde da un porcentaje de tanino condensado de 0.0073 %.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las tablas 16,17 y 18 se puede visualizar en la gráfica 5 que la mayor concentración de taninos se encuentra en la corteza de la *Guazuma ulmifolia* Lam.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La concentración de taninos en corteza, frutos y hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam., fue de 0.0073 %, 0.0066 % y 0.0023 %, respectivamente.

El extractivo con el que se obtuvo mayor cantidad de residuos tánicos fue con el sulfito de sodio (Na_2SO_3) al 2 %.

El promedio máximo extraído de residuos tánicos en las fases I – II, III-IV fue en la corteza con cantidades de 1.458 g y 1.730 g respectivamente.

El análisis cualitativo indica la presencia de taninos condensados en el árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam. por el indicador verde que viró al ser tratado con cloruro férrico.

Por la constante presión antrópica la especie *Guazuma ulmifolia* Lam., se ve disminuido en su población.

5.2. Recomendaciones

Conociendo ya las propiedades del árbol de *Guazuma ulmifolia* Lam., se recomienda reforestar para aprovechar sus potencialidades medicinales.

Realizar estudios de dosificación para tratamientos virales e infecciones gastrointestinales.

VI. RESUMEN

El guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), es una especie vegetal abundante en zonas con temporada seca bien marcada o en zonas con vegetación sabanoide, y en casi toda el área cálida húmeda; con potencial para reforestación con fines de producción en áreas degradadas de selva y en zonas secas y áridas; Uno de los principales usos de la especie es en la medicina tradicional. La “determinación de la concentración de taninos en las hojas, corteza y frutos de la especie de guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.)”, se realizó mediante un análisis cualitativo utilizando el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2 %, los extractos tánicos obtenidos de cada una de las muestras (hojas, corteza y frutos) fueron tratados con cloruro férrico. La cuantificación volumétrica de cada una de las muestras se realizó mediante el método de LOWENTHAL adaptado al método de la A.O.A.C. Edición 14 - 1984, este método se basa en la oxidación de taninos con una solución de permanganato de potasio 0.1 N en presencia de índigo carmín como un indicador para mostrar el punto final. La mayor concentración de taninos se encontró en la corteza de guácimo que fue de 0.0073 % en comparación con las hojas y frutos; así mismo se identificaron la presencia de taninos condensados en los frutos, hojas y corteza.

Palabras Claves: guácimo, taninos, extracción y volumetría.

ABSTRACT

The Guacimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), is a plant species abundant in areas with dry season well marked or in areas with vegetation sabanoide, and in almost the entire area warm moist; with potential for reforestation for production in degraded areas of jungle and in dry and arid zones; one of the main uses of the species is in the traditional medicine. "The determination of the concentration of tannins in the leaves, bark and fruit of the species of Guacimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.)", was carried out using a qualitative analysis using the method of removal in successive stages with water and aqueous solution of sodium sulfite to 2 %, the tannic extracts obtained from each of the samples (leaves, bark and fruits) were treated with ferric chloride. The volumetric quantification of each of the samples was carried out using the method of LOWENTHAL adapted to the method of the A. O. A. C. Edition 14 - 1984, this method is based on the oxidation of tannins with a solution of potassium permanganate 0.1 N in the presence of indigo carmine as an indicator to show the end point. The largest concentration of tannins found in the bark of guacimo that was 0.0073 % in comparison with the leaves and fruits; it is also identified the presence of condensed tannins in the fruits, leaves and bark.

Key Words: guacimo, tannins, removal and volumetry

VII. LITERATURA CITADA

ABERNATHY, V. 1993. Population politics: the choices that shape our future. Nueva York, Plenum/Insight.

AGUILAR, Jorge, 2012 extracción y evaluación de taninos condensados a partir de la corteza de once especies maderables de costa rica.

AHMED, A.E., Smithhard, R. & Ellis, M. 1991. Activities of enzymes of pancreas, and the lumen and mucosa of small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. Brit. J. Nut. 65:189.

AOAC. 1990. Official método of análisis (13th ed). Association of Official Analytical Chemists. Washington, USA.

AKÚ RAMÍREZ, I. L. 2001. Evaluación del Contenido Tánico en la Corteza de dos Especies forestales guatemaltecas, Mangle Colorado (*Rhizophora mangle*) y pinoblanco (*Pinus ayacahuite*) por medio de dos métodos de extracción. Tesis Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería. USAC.

AVISE, J. 1994. The real message from Biosphere 2. *Conserv. Biol.*, 8(2): 327-9.

BANCO MUNDIAL. 1987. Environment, growth and development. Paper prepared by World Bank staff for consideration by the Development Committee at its April 1987 meeting. Washington, D.C. (mimeo).

BANURI, T. Y MARGLIN, F. 1993. Who will save the forests? Knowledge, power and environmental destruction. Londres, Zed.

BARRY, T. N., T. R. Manley, and S. J. Duncan. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 4. Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. Br. J. Nutr. 55:123.

BENAVIDES, J.E.1991. Integración DE árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. El chasqui (C.R.) N° 25: 6-38.

BICKLEY JC, 1991. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists* 76, 1.

CACERES *et al.* 1990. Plantas medicinales de México para las afecciones gastrointestinales.

CATIE. 1994. *Guazuma ulmifolia* Lam. Sterculiaceae. Un árbol de uso múltiple. Colección de materiales de extensión.

FELIPE y Cols. 2006. Evaluación de la eficacia antiviral de nuevos fármacos candidatos a fitoproductos.

FLORES , E. G. 1997. Cuadro sobre productos no maderables, usos y distribución. Inedito.UACH. Chapingo, México.

GARCÍA Y COL. 1999. Plantas con propiedades antioxidantes. Revista Cubana de investigaciones Médicas. 2^o (3): págs. 231- 235.

GONZÁLEZ Y COL. 2001. Taninos de diferentes especies vegetales en la prevención de la foto envejecimiento. Revista Cubana de Investigaciones médicas. 20 (16): 16.

Guazuma ulmifolia Lam. 1979. Publicado en: *Encyclopédie Méthodique, Botanique* 3: 52. 1979.

HART, F.; FISHER, H, 1984. Análisis Moderno de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

HOLDREN, C. 1992. Population alarm. *Science*, 255:1358.

HUMMEL DO, Scholl F. 1998. *Atlas of Polymer and Plastics Analysis*. Carl Hanser Verlag Munich.

KUMAR, R. 1992. Antinutritional factors. The potential risks of toxicity and the methods to alleviate them. In: Legumes trees and other fodder trees as protein source for livestock. (Eds. Speedy, A. W. & Pugliese, P.L.). FAO Animal Production and Health Paper. No. 102. p. 145.

LONGSTAFF, M. & McNab, M.J, 1991. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba L.*) on the digestion of amino acids, starch and lipid and on digestive enzyme activities in young chicks. *Brit. J. Nutr.* 65:199.

M.A, Felipe, Benati, J., Lihares, R., Galina, K., Toledo, C., Mello, G.,

MASSON G, Puech JL, 1994. Moutounet M. *Phytochemistry* 37, 1245.

MEFFE, G., Ehrlich, A. y Ehrenfeld, D. 1993. Human population control: the missing agenda. *Conserv. Biol.*, 7(1): 1-3.

MOSTACERO, J., F. MEJÍA, O. GAMARRA. 2002; Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Volumen I. Editorial Norma – Trujillo- Perú. Pág. 499.

MUELLER-HARVEY I. 2001. Advances in plant cell biochemistry and biotechnology. Morrison, Londres. pp. 151-159. Mueller-Harvey I.

NOX PRIMER. 2002. Ventajas de la pasivación de aceros antes de su protección anticorrosiva . [www. Industrias Químicas. Nox. Ltda. htm](http://www.Industrias Químicas. Nox. Ltda. htm).

NOZAWA, C., 2006. Antiviral Effect of *Guazuma ulmifolia* and *Stryphnodendron adstringens* on Poliovirus and Bovine Herpesvirus. *Biol. Pharm. Bull*, vol 29, no 6, p. 1092-1095.

PIZZANI, Pablo. 2006 Composición fitoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de interés forrajero en Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias* Vol. 47 N° 2, Macaray.

REED, J. D., H. Soller, and A. Woodward. 1990. Fodder tree and straw diets for sheep: Intake, growth, digestibility and the effects of phenolics on nitrogen utilisation. *h i m . Feed Sci. Technol.* 30:39.

ROMHAN de la Vega, C. F. (1984). Principales productos forestales no maderables de México. DICIFO. UACH. Chapingo, México. 561p.

SOTO R, Freer J, 2005 Baeza J. *Bioresource Technology* 96, 95.

STREIT W, Fengel D. *Holzforschung* 48, 361 (1994).

WILSON, E. 1992. *The diversity of life*. Nueva York, W.W. Norton.

WILSON, E. 1992. *The diversity of life*. Nueva York, W.W. Norton.

ANEXO

ANEXO 1: Panel Fotográfico.

Foto 25: Recolección de corteza de *Guazuma ulmifolia* Lam.



Foto 26: Recolección de hojas y frutos de *Guazuma ulmifolia* Lam.



Foto 27: Hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam.



Foto 28: Frutos de *Guazuma ulmifolia* Lam.



Foto 29: Corteza de *Guazuma ulmifolia* Lam.



Foto 30: Calentamiento de muestra de frutos *Guazuma ulmifolia* Lam.

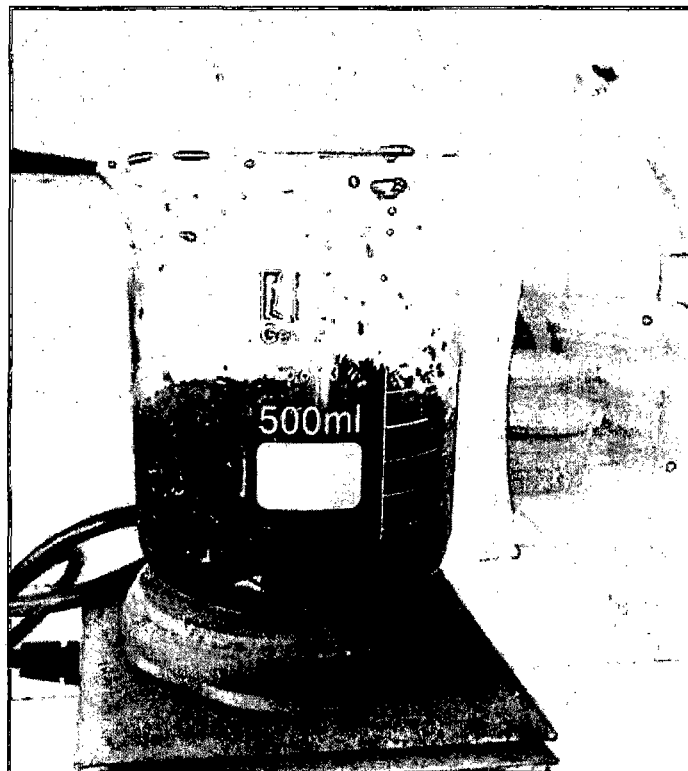


Foto 31: Filtrado de Hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam.

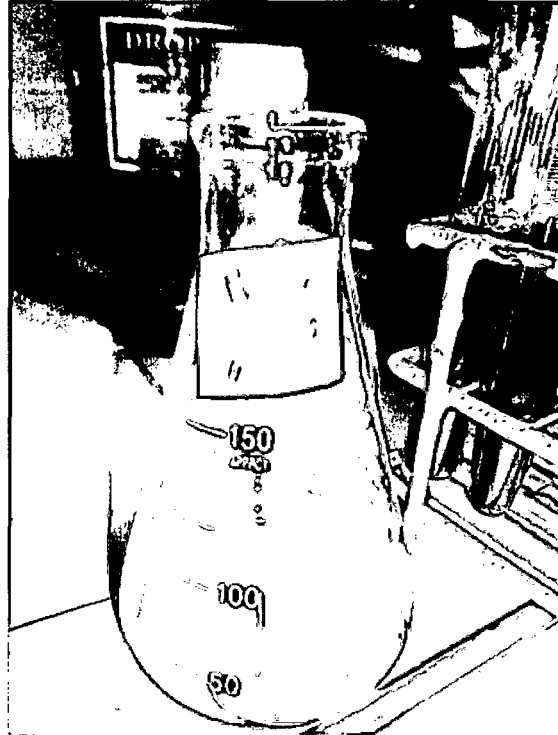


Foto 32: Filtrado de frutos de *Guazuma ulmifolia* Lam.

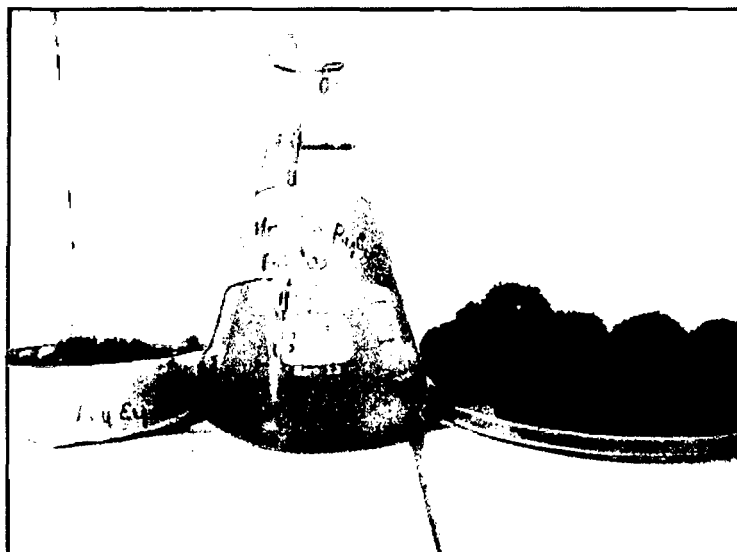


Foto 33: Filtrado de corteza de *Guazuma ulmifolia* Lam.

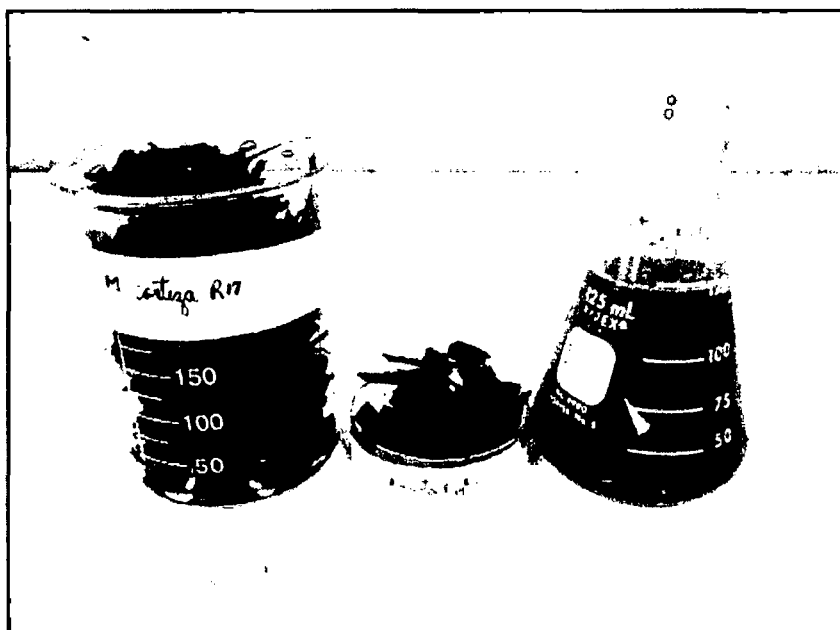


Foto 34: Secado de filtrados de las fases I, II, III y IV.



Foto 35: Residuos tánicos de las hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam.

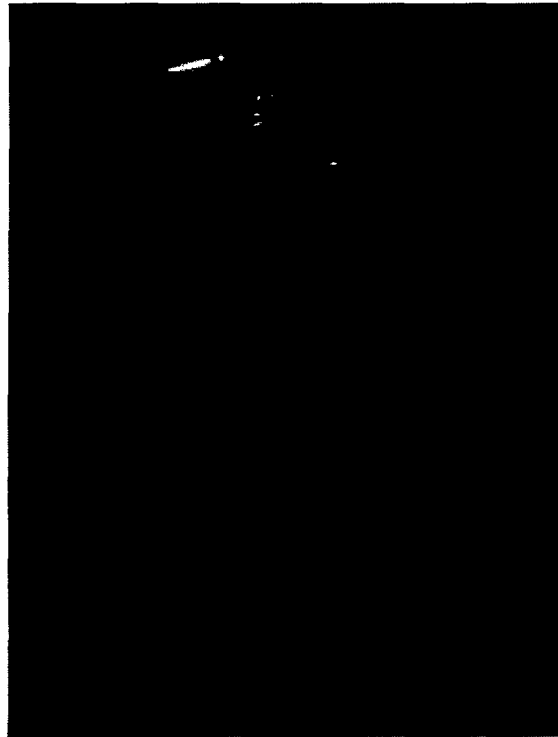


Foto 36: Residuos tánicos.

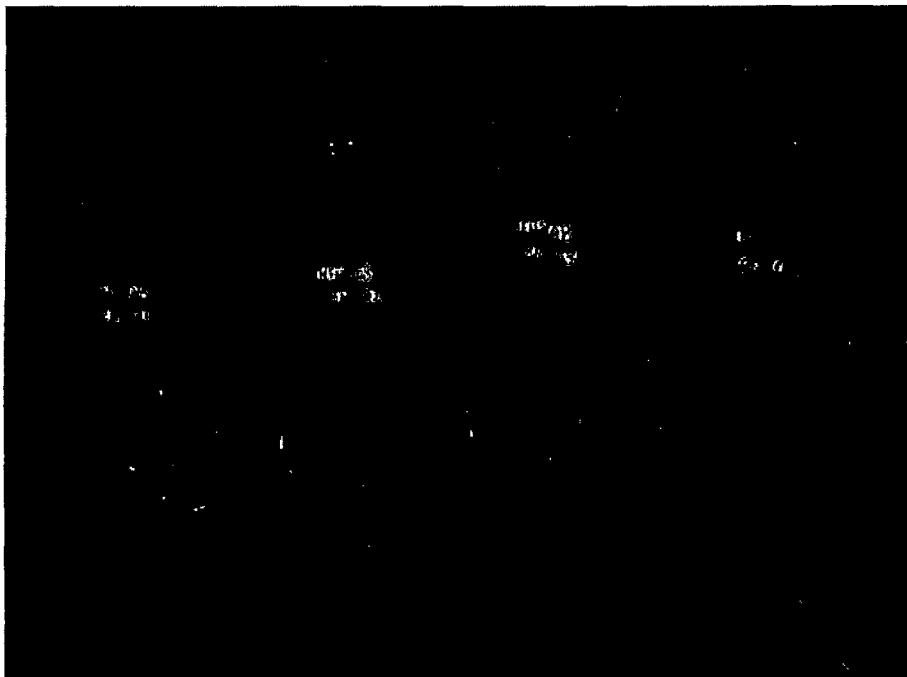


Foto 37: Tratamiento cualitativo de cloruro férrico.

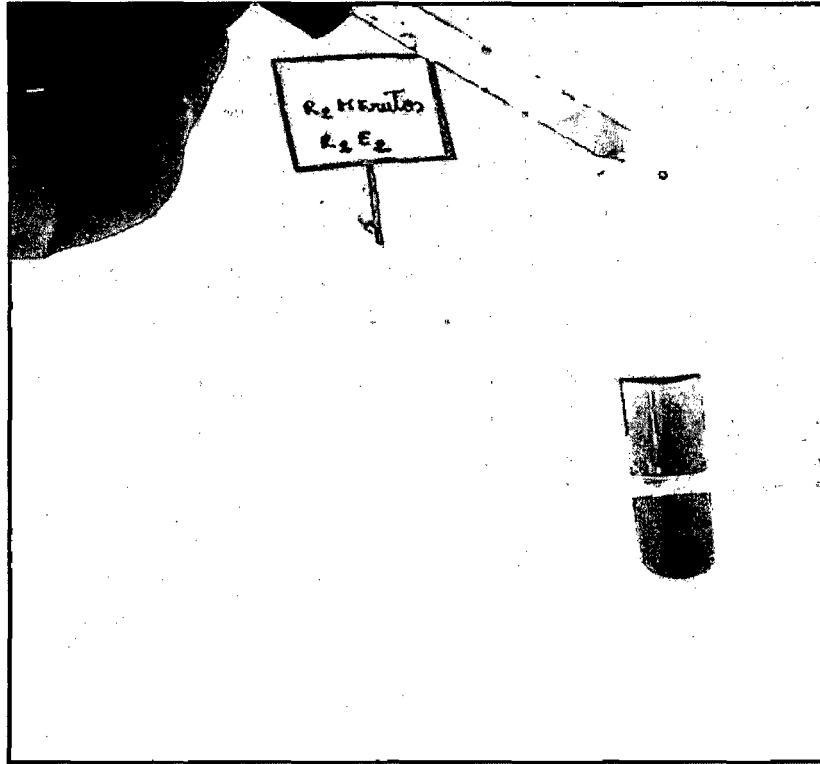


Foto 38: Identificación de taninos condensados.

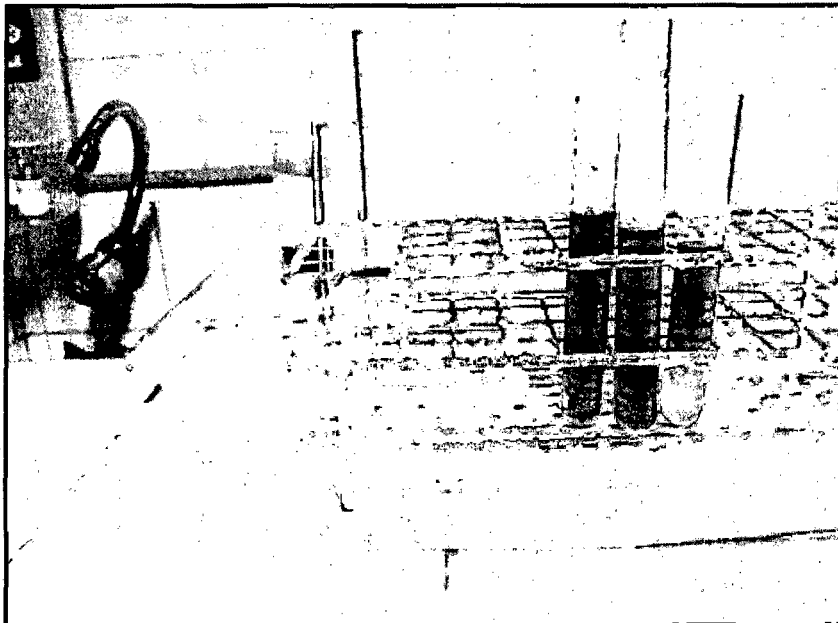


Foto 39: Preparación de reactivos.



Foto 40: Estandarización del Permanganato de Potasio.



Foto 41: Tratamiento cuantitativo.



Foto 41: Preparación de carmín índigo.

