

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA PULPA Y
CÁSCARA DE *Mauritia flexuosa* L.F. "AGUAJE"

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES

JOSÉ ALEJANDRO DOMINGUEZ MAYTÁN

PROMOCIÓN 2008 - I

Tingo María - Perú

2009

F40

D74

Dominguez Maytán, José A.

Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante en la Pulpa y Cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "Aguaje". Tingo María, 2009

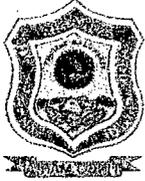
48 h.; 18 cuadros; 11 fgrs.; 23 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales)
Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad
de Recursos Naturales Renovables.

MAURITIA FLEXUOSA L. F. / CUANTIFICACIÓN – POLIFENOLES /

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE / METODOLOGÍA / TAXONOMÍA /

TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 06 de enero de 2009, a horas 11:25 a.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA PULPA Y CASCARA DE *Mauritia flexuosa* L.F. "AGUAJE"

Presentado por el Bachiller: **JOSE ALEJANDRO DOMINGUEZ MAYTAN**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "MUY BUENO".

En consecuencia la sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

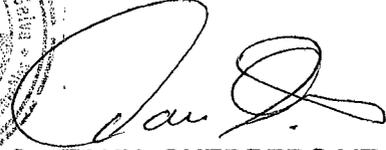
Tingo María, 15 de enero de 2009


Ing. M.Sc. YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE
Presidente


Bigo. JULIO GIRALDO HUAYTA
Vocal

AUSENTE
Ing. MANUEL BRAVO MORALES
Vocal




Ing. M.Sc. TANIA GUERRERO VEJARANO
Asesora

DEDICATORIA

A Dios por brindarme esta única y grandiosa oportunidad y darme bendición, sabiduría e inteligencia durante mi época universitaria.

A mi esforzada y maravillosa madre Claudia Maytán Saavedra, por confiar en mí y perseverar en mi educación.

A mis hermanos, Juvert, Dilmer, Cesar, Jesús, Oscar, Gabi y Sara por el apoyo generoso, económico y considerado durante la universidad.

A mi padre Lube Dominguez Reeves que descansa en paz y haberme dado sus sabios consejos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la bendición de la vida, salud, inteligencia, sabiduría y humildad.

A mi madre por darme el apoyo económico y desmedida confianza en toda la etapa universitaria.

A mis hermanos Juvert, Cesar, Lube, Oscar, Dilmer, David, Sara y Gabi por darme el apoyo económico y desmedida confianza en toda la etapa universitaria.

A Rosa Iliana Tuesta Panduro y su hermano Alfredo Tuesta panduro, por su apoyo considerado ante los diferentes problemas que se presentaron en el transcurso de la tesis.

A la Ing. Tania Guerrero Vejarano, por su apoyo como asesor del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Gunter Daza Rengifo, por darme la oportunidad de investigar en este tema.

Al Ing. Ytavclerh Vargas Clemente, por darme un gran ejemplo a seguir como docente y más que todo como persona.

Al Ing. Ronal H. Tuesta Puerta, por darme la oportunidad de aprender en el campo profesional y un gran ejemplo como persona.

A mis amigos Gunter Daza, Miguel Ángel Laurente, Augusto Saavedra, Igmarr Del Aguila, Charly Utia, Wilfredo Daza, Frits Palomino, Wilmer Caruhajulca, Jenner Lopez, Luis Cruzado y algunos más, por toda la ayuda prestada, y por la linda amistad que se formó durante estos cinco años.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del Aguaje (<i>Mauritua flexuosa</i> L. F.).....	4
2.1.1. Descripción, distribución, ecología y suelo.....	4
2.1.2. Taxonomía.....	5
2.2. Los polifenoles.....	6
2.2.1. Mecanismos de acción de los polifenoles.....	7
2.2.2. Interés de los polifenoles.....	8
2.2.2.1. Interés tecnológico.....	8
2.2.2.2. Interés nutricional.....	9
2.3. Generalidades de antioxidantes.....	9
2.3.1. Definición.....	9
2.3.2. Principales antioxidantes.....	10
2.3.2.1. Antioxidante endógeno.....	10
2.3.2.2. Antioxidantes exógenos.....	10
2.4. Radicales libres.....	10
2.4.1. Radical 2,2 difenil-1-picrilhidrozina (DPPH).....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	16
3.2. Materiales y equipos.....	16
3.2.1. Materiales de laboratorio.....	16
3.2.2. Equipos.....	17
3.2.3. Reactivos.....	17
3.3. Materia prima.....	17
3.4. Método de análisis.....	18
3.4.1. Cuantificación de polifenoles totales.....	18

3.4.2. Evaluación de la actividad antioxidante.....	18
3.5. Metodología experimental.....	18
3.5.1. Obtención de las muestras.....	18
3.5.2. Cuantificación de polifenoles totales.....	20
3.5.3. Actividad antioxidante.....	20
3.5.3.1. Porcentaje de inhibición.....	21
3.5.3.2. Parámetro de cinética de inhibición (IC ₅₀).....	21
3.6. Diseño de la investigación.....	21
3.7. Análisis estadístico.....	24
3.7.1 Cuantificación de polifenoles totales.....	24
3.7.2 Determinación de la actividad antioxidante.....	24
3.7.3. Diferencia entre partes del fruto.....	25
3.7.4. Diseño completamente al azar (DCA).....	25
 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 26
4.1. De la cuantificación de los polifenoles totales en la pulpa y cáscara de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "Aguaje".....	26
4.2. De la capacidad antioxidante de la pulpa y cáscara de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "Aguaje".....	30
4.2.1. Porcentaje de inhibición del radical libre DPPH.....	30
4.2.2. Coeficiente de inhibición IC 50.....	32
4.3. De la diferencia estadística en la cantidad de polifenoles y su capacidad antioxidante entre la pulpa y cáscara de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "Aguaje".....	36
 V. CONCLUSIONES.....	 41
 VI. RECOMENDACIONES.....	 42
 ABSTRACT.....	 43

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS.....	48
1. Curva patrón del ácido gálico.....	49
2. Contenido de polifenoles.....	50
3. Cinética de inhibición del radical libre DPPH.....	51
4. Regresión lineal simple para la obtención del IC ₅₀ de la pulpa y cáscara de aguaje.....	52
5. Análisis estadísticos.....	55
6. Imágenes de ejecución en la tesis.....	57
7. Mapa de ubicación del aguaje.....	59
8. Identificación de la variedad "shambo".....	61
VIII. GLOSARIO.....	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Radicales libres derivados del oxígeno.....	12
2. Otras especies de radicales libres.....	13
3. Análisis de varianza para un DCA.....	25
4 Cantidad de polifenoles totales en la cáscara y pulpa de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "aguaje".....	26
5. Porcentaje de inhibición del radical libre DPPH en los extractos de cáscara y pulpa de aguaje.....	30
6. Capacidad antioxidante expresada en IC 50 (ug/ml).....	32
7. Contenido promedio de polifenoles totales encontrados en la cáscara y pulpa de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "aguaje".....	36
8. Capacidad antioxidante promedio expresado en valores de IC50 en la cáscara y pulpa de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "aguaje".....	38
9. Análisis de varianza de la cantidad de polifenoles en la pulpa de aguaje.	55
10. Prueba múltiple de medias Duncan entre los extractos de pulpa.....	55

11. Análisis de varianza de la cantidad de polifenoles en la cáscara de aguaje.....	55
12. Prueba múltiple de medias Duncan entre los extractos de cáscara.....	55
13. Análisis de varianza combinado entre la pulpa y cáscara de aguaje.....	55
14. Análisis de varianza de la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaje.....	56
15. Prueba múltiple de medias Duncan en la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaje.....	56
16. Análisis de varianza de la capacidad antioxidante de la cáscara de aguaje.....	56
17. Prueba múltiple de medias Duncan en la capacidad antioxidante de la cáscara de aguaje.....	56
18. Análisis de varianza combinado de capacidad antioxidante entre pulpa y cáscara de aguaje.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Química de la inhibición del radical libre por una especie antioxidante.....	15
2. Flujoograma de obtención de muestra de los extractos acuosos.....	19
3. Diseño experimental para la determinación de los polifenoles totales presentes en pulpa y cáscara de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "Aguaje"	22
4. Diseño experimental para la determinación de los parámetros de inhibición de DPPH presentes en pulpa y cáscara de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "Aguaje"	23
5. Cantidad de polifenoles encontrados en la pulpa del "aguaje" en los extractos aplicados.....	27
6. Cantidad de polifenoles encontrados en la cáscara del "aguaje" en los extractos aplicados	28
7. Porcentaje de inhibición del radical libre DPPH con los extractos de pulpa y cáscara de <i>Mauritia flexuosa</i> L. F. "aguaje"	31
8. IC ₅₀ en la pulpa del "aguaje" en cada uno de los extractos aplicados.....	33

9. IC ₅₀ en la cáscara del "aguaje" en cada uno de los extractos aplicados.....	34
10. Cantidad de polifenoles promedio en la pulpa y cáscara del "aguaje"	36
11. IC ₅₀ promedio en la pulpa y cáscara del "aguaje"	39

RESUMEN

Se evaluaron los polifenoles totales y su capacidad antioxidante con el radical libre DPPH en la pulpa y cáscara del aguaje *Mauritia flexuosa* L. F., Los tratamientos evaluados fueron extractos de pulpa y cáscara diluidos en un volumen de 100 ml de agua a 50°C, agua a ebullición y etanol a 48%. Las metodologías aplicadas para cuantificar polifenoles fue azul de Prussian descrito por PRICE y BUTLLER (1977), para la capacidad antioxidante el método descrito por BRAND–WILLIAMS (1995), para determinar si existe diferencias estadísticas se realizó un ANVA para un diseño completo al azar, y para saber cual de los tratamientos fue mejor se aplicó la prueba DUNCAN ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos en polifenoles totales dieron una gran diferencia significativa entre la cáscara y pulpa, los extractos con más cantidad de polifenoles fue de alcohol a 48% en el caso de la cáscara con 189.36950 ± 0.7480 mg de AGE/1 g ms, y para el caso de la pulpa agua a 50°C con 43.2610018 ± 0.9429 mg de AGE/1 g ms. La mayor capacidad antioxidante para el caso de la cáscara fue el extracto con alcohol a 48% $IC_{50} = 22.0392143 \pm 0.7401$ ug/ml seguido del extracto con agua a ebullición con $IC_{50} = 43.5556952 \pm 0.2833$ ug/ml, siendo los tratamientos con diferencia estadística entre si, en la pulpa la mayor C.A. fue el extracto con agua a 50°C $IC_{50} = 498.599161 \pm 18.1942$ ug/ml, seguido por agua a ebullición con $IC_{50} = 916.335079 \pm 2.53926$ ug/ml, altas concentraciones se necesitan para inhibir el 50% de radical libre DPPH en el caso de la pulpa, la cáscara necesita concentraciones relativamente bajos para inhibir el 50% de DPPH en el mismo tiempo, llegando a inhibir hasta un 90.69%.

I. INTRODUCCIÓN

El incremento de las enfermedades crónicas, es preocupación de la salud pública mundial, lo cual principalmente se da por la forma de vida que llevamos y por la contaminación ambiental que cada día es mayor. Estas enfermedades que son conocidas como las "del desarrollo", tienen más incidencia en el occidente. El hombre ha utilizado a través de la historia hasta la actualidad las plantas para aliviar o curar enfermedades. La diversidad vegetal es muy amplia, en el Perú se encuentran más de 17144 especies, de las cuales existen 1105 especies con propiedades medicinales (Estrella, 1995 citado por DAZA, 2004).

Se han hecho muchos estudios de ciertas plantas y parte de ellas para el tratamiento de muchas enfermedades que afectan a los humanos, esto ha provocado la necesidad de seguir estudiando las plantas, para poder encontrar curación a las enfermedades, es imperiosa la investigación de las propiedades que tienen algunos vegetales que se consume a diario.

En nuestra amazonía tenemos una gran diversidad de plantas cuyos frutos son utilizados en la alimentación y también como medicina alternativa para el tratamiento de diversos tipos de enfermedades. Dentro de

estas plantas tenemos a la *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje", a la cual además de sus propiedades nutricionales, no se lo ha estudiado con profundidad para determinar sus bondades medicinales. Por otro lado tenemos que los polifenoles presentes en las plantas se les atribuyen propiedades antioxidantes, y son una alternativa para llevar una vida más sana ya que protegen del envejecimiento prematuro, del cáncer y otras enfermedades que cada día se incrementan; disminuyendo el promedio de vida.

García (2000) citado por el IIAP (2006) manifiesta que la pulpa de aguaje tiene alto contenido de β -caroteno, que es el que tiene mayor actividad vitamínica, además es uno de los mejores anticancerígenos que existen; también funciona como un excelente protector de la piel contra los rayos ultravioleta y ayuda al mantenimiento del cutis, previniendo el desecamiento, envejecimiento prematuro y también previene la arteriosclerosis.

Según la FUNDACION PERUANA PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (2006), el conocimiento tradicional y recientes estudios médicos hacen referencia a que el aguaje es un milagroso fruto de la selva, que regenera la piel femenina, evita la celulitis, la caída del cabello, y atenúa los efectos de la menopausia; todo esto debido a que contiene fitohormonas.

De la pulpa del aguaje no se conoce que otras propiedades tiene aparte de las nutritivas y sus componentes activos, ya que no existen estudios farmacológicos realizados. Del mismo modo la cáscara del aguaje no ha sido materia de estudio, sobre las propiedades terapéuticas que tiene y los posibles

usos que se le podría dar. Al no existir ningún reporte científico sobre los principios activos y las propiedades terapéuticas de la pulpa y cáscara del aguaje; nace la inquietud de realizar el presente trabajo, para lo cual se plantea la siguiente interrogante: ¿tendrá capacidad antioxidante la pulpa y cáscara del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. F.)?

Actualmente la cáscara de aguaje no se utiliza para ningún propósito comercial, se considera como basura y ha llegado a ser una fuente de contaminación, entonces el aprovechamiento de este sub producto aliviaría el problema de muchos aspectos.

1.1. Objetivos

- Cuantificar los polifenoles totales en la pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje" por el método de PRICE y BLUTER (1997) en extractos de agua a 50°C, agua a ebullición y etanol a 48% y establecer cual de ellos contiene mayor cantidad.
- Determinar la capacidad antioxidante por el método de BRAND y WILLIAMS (1995) de la pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje" en extractos de agua a 50°C, agua a ebullición y etanol a 48%, usando el radical libre DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrozina) expresando los valores en el parámetro IC₅₀ y establecer cual de los extractos tiene mayor capacidad antioxidante.
- Determinar la diferencia estadística en la cantidad de polifenoles y su capacidad antioxidante entre la pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje".

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del aguaje (*Mauritia flexuosa* L.F.)

2.1.1. Descripción, distribución, ecología y suelo

Según la REGIÓN LORETO (2006), el aguaje es una especie nativa amazónica, probablemente originaria de las cuencas de los ríos Huallaga, Marañón y Ucayali en el Perú. En la cuenca amazónica tiene amplia distribución en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela y Guyana. En la selva peruana, se cultiva y explotan poblaciones naturales en los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco y San Martín.

Prospera en terrenos temporales o permanentemente inundados, preferentemente en áreas pantanosas o con mal drenaje o con histisoles ácidos. Se adapta en terrenos infértiles no inundables con buen drenaje o drenaje deficiente, en ultisoles, oxisoles, inceptisoles, altisoles y spodosoles, desde arenosos hasta gley húmicos hidromorfos y provistos de abundante materia orgánica. No tolera estancamientos prolongados de agua, que superan los límites de los neumatóforos o raíces secundarias aeríferas del aguaje (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONIA PERUANA, 2006).

El aguaje es una palmera polígama dioica (palmas con flores femeninas, masculinas o bisexuales), tiene una copa esférica, y en condiciones

naturales puede alcanzar una altura de 35 m. Las hojas son compuestas, flabeladas, de 5-6 m de longitud, agrupadas en número de 10-20 en la parte terminal del tallo formando la copa; Las inflorescencias masculina y femenina son iterfoliares, iguales en tamaño y forma, de 2-3 m de largo; las flores masculinas miden 10 x 7 mm en la yema y la flor femenina mide 2 mm. de largo. El fruto es una drupa, subglobosa o elíptica, mide 5-7 cm de longitud y 4-5 cm de diámetro, el peso varía 40-85 g; el mesocarpo es suave, amiláceo, de color amarillo, anaranjado o anaranjado rojizo, tiene un espesor de 4-6 mm. y constituye entre el 10-21% del fruto (REGIÓN LORETO, 2006).

2.1.2. Taxonomía

CALZADA (1993) menciona que el aguaje tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Plantae
División	: Maynoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Arecales
Familia	: Arecaceae
Género	: <i>Mauritia</i>
Especie	: <i>Flexuosa</i>
Nombre científico	: <i>Mauritia flexuosa</i> L. F.

Nombres comunes: REGIÓN LORETO (2006) menciona que al aguaje se le conoce como: aguaje, achual (Perú); caranday-guazu, ideui (Bolivia); Buriti,

buriti-do-brejo, mirita, buritirana (Brasil);
canangucha, moriche, aguaje, mirita
(Colombia); moriche (Venezuela).

2.2. Los polifenoles

FRANKEL (1995), son un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas y caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizables, que son ésteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares; y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados.

VILLANUEVA (2003), Son metabolitos secundarios de las plantas, constituyen un amplio grupo de sustancias químicas de numerosas especies de plantas. Su función en las plantas es el de actuar como metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción, y como agentes protectores frente al ataque de agentes patógenos, incluyendo bacterias, fungí y virus. En la actualidad, se ha encontrado más de 8,000 compuestos diferentes reportándose que los polifenoles son un conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas.

FRANKEL (1995), los polifenoles que consumimos a través de nuestra dieta, en alimentos y bebidas como frutas, verduras y vino, se absorben en nuestro organismo apareciendo en la sangre y en los tejidos. Simultáneamente, asociado a su consumo se detecta un aumento de la

capacidad antioxidante en la sangre, lo que sustenta la acción antioxidante de los polifenoles *in vivo*.

La presencia de polifenoles es una característica de todos los tejidos vegetales. Así mismo, la actividad benéfica o medicinal de extractos vegetales, esta atribuida al contenido de polifenoles (DORNENBURG y KNORR, 1977; PIETTA *et al.*, 1998 y VALENTAO *et al.*, 2002). Se conocen más de 8000 polifenoles (AZCON - BIETO y TALON, 2000).

2.2.1. Mecanismos de acción de los polifenoles

FRANKEL (1995), Los polifenoles son poderosos antioxidantes que protegen a las lipoproteínas de densidad baja (LDL) del daño oxidativo, y su acción como antioxidante está relacionado no sólo con su estructura química sino que también con su localización en la partícula. Pueden actuar como potentes inhibidores de la oxidación de las LDL por varios mecanismos:

- Como antioxidantes propiamente tales, actuando como atrapadores de radicales libres. Los distintos polifenoles tienen distinta especificidad por las distintas especies oxidantes que se generan en el organismo.
- En forma indirecta, como agentes quelantes de iones de metales de transición, es decir, uniéndose a estos iones y reduciendo la capacidad de estos metales pesados de generar radicales libres.
- Por sus propiedades de solubilidad pueden localizarse sobre la superficie de la partícula de LDL, disminuyendo el consumo de los

antioxidantes propios de las LDL como vitamina E y carotenoides, y en algunos casos regenerando vitamina E oxidada en la partícula de LDL.

2.2.2. Interés de los polifenoles

VILLANUEVA (2003) menciona los siguientes intereses:

2.2.2.1. Interés tecnológico

Los polifenoles intervienen en las características organolépticas de las frutas y verduras, durante el procesamiento, tanto en el color como en el sabor.

a) Contribución al color: Los polifenoles son responsables del color natural de muchas frutas y verduras, entre los que destacan, las antocianinas, que son responsables de los colores rojo, azul, violeta entre otros, estas moléculas son sensibles al cambio de temperatura y pH.

b) Contribución al sabor amargo: Las flavononas, están asociadas con el sabor amargo en los cítricos, entre ellos tenemos a la naringina, en la naranja tenemos a la neohesperidina y en la cerveza tenemos al ácido clorogénico.

c) Contribución al sabor astringente: Los taninos, constituyen la fracción fenólica responsable de las características astringentes en ciertas frutas y verduras, estos presentan buena capacidad para precipitar proteínas. Cuando mayor sea el peso molecular que presentan los taninos, mayor será la eficiencia de precipitación de proteínas.

d) Contribución al pardeamiento: La presencia de pigmentos oscuros durante la manipulación y procesado de frutas y verduras, está influenciada por niveles de polifenoles, la presencia de oxígeno y la actividad de la polifenoloxidasas.

2.2.2.2 Interés nutricional

La presencia de algunos tipos de flavonoides, ayuda a la absorción de minerales al torrente sanguíneo, tales como el hierro, sin embargo un exceso en el consumo de taninos, llegan a comportarse como antinutrientes, formando complejos con las proteínas, causando una disminución en la absorción en el intestino.

2.3. Generalidades de antioxidantes

2.3.1. Definición

Antioxidante es cualquier sustancia que a bajas concentraciones reduce, retrasa significativamente o previene la oxidación de un sustrato. Un antioxidante puede ser definido como una sustancia que en pequeñas cantidades puede retardar o inhibir la acción de un prooxidante (oxidante) en una reacción de oxidación (SÍES, 1997).

SÍES (1997) menciona que los antioxidantes son compuestos que prolongan la vida útil de alimentos, protegiendo contra el deterioro causado por la oxidación. Los antioxidantes inhiben la propagación de radicales libres por

eso son utilizados para prevenir el deterioro de los alimentos, evitando la rancidez de las grasas y los cambios de color. Los antioxidantes se clasifican en antioxidantes naturales y antioxidantes sintéticos.

2.3.2. Principales antioxidantes

Estos agentes pueden dividirse en dos categorías, antioxidantes endógenos (enzimáticos) y antioxidantes exógenos (GONZALES *et al.*, 2000).

2.3.2.1. Antioxidante endógeno

GONZALES *et al.* (2000), menciona que los antioxidantes endógenos o antioxidantes enzimáticos, actúan a nivel celular. Existe tres sistemas principales de enzimas antioxidantes: 1). Superoxido dismutasa (SOD), 2) Catalasa (CTL) y 3) Gútation peroxidasa (GPX).

2.3.2.2. Antioxidantes exógenos

Los antioxidantes exógenos o no enzimáticos, transforman los radicales en menos agresivos. Entre ellos tenemos: Flavonoides, alfa tocoferol (vitamina E), beta caroteno, vitamina C, glutati3n, urato, etc.

2.4. Radicales libres

ANDERSON y PHILLIPS (2001) manifiestan que los radicales libres son moléculas que contienen uno o más electrones desapareados, siendo altamente reactivas. Cualquier molécula o átomo que contienen uno o más electrones desapareados es un radical libre. Por lo tanto. Los radicales libres

intentarán arrancar un electrón de otra molécula y en este proceso rompen otras parejas de electrones para conseguir su propio apareamiento creando así moléculas inestables generándose una reacción en cadena. Los radicales libres (RL) presentan al menos un electrón desapareado en su orbital más externo (ELEJALDE, 2001).

Los RL son extraordinariamente reactivos, inestables y tienen una vida media muchas veces inferior a una milésima de segundo. Estas especies reactivas son implicadas, en muchas enfermedades incluyendo arterosclerosis, desordenes del tracto respiratorio, enfermedades neurodegenerativas, inflamatorios y cáncer (ANDERSON y PHILLIPS, 2001; ELEJALDE, 2001).

Las especies reactivas de oxígeno (ROS) incluyen radicales oxígeno y no radicales derivados de oxígeno como oxígeno singlete (O_2) y peróxidos de hidrógeno (H_2O_2). Los radicales libres y especies de oxígeno reactivo son producidos constantemente en los seres humanos bajo circunstancias normales. Se considera que la mitocondria es la fuente generadora de ROS más importante. El incremento en la formación de O_2 y H_2O_2 se justifica con el hallazgo que en el envejecimiento se modifican las condiciones de flujo de electrones en la cadena de transporte de éstos.

Los investigadores postulan que las ROS generadas pueden producir daño tanto en la membrana interna de la mitocondria como a los

componentes de la cadena de transportes de electrones o al ADN mitocondrial. Este proceso en turno incrementa la producción de ROS y causa más daño a la mitocondria e incremento del estrés oxidativo por aumentar la producción de oxidantes (DAZA, 2004).

Cuadro 1. Radicales libres derivados del oxígeno.

Radical	Nombre	Características
$^1\text{O}_2$	Oxígeno molecular	A pesar de su carácter radicalario, es estable y moderadamente agresivo (*).
O_2^-	Anión superóxido	Otra variedad de oxígeno molecular que se forma a partir de O_2 normal por captura de un electrón (*). Es muy reactivo en medio hidrófobo, pero no puede atravesar libremente las membranas biológicas, en condiciones fisiológicas puede transformarse en peróxido de hidrógeno.
HO^-	Hidroxilo	Es el más reactivo y se le ha relacionado con el daño sufrido directamente a las proteínas, membranas celulares, ADN y lípidos (*).
ROO^-	Peroxilo	Formado a partir de hidroperoxidos orgánicos como lípidos o por pérdida de un hidrógeno de hidroperoxidos orgánicos (**).

(*) Radicales Primarios o Inorgánicos, (**) Radicales Secundarios u Orgánicos.

Fuente: Adaptado de VILLANUEVA, (2003).

Cuadro 2. Otras especies de radicales libres.

Radical	Nombre	Características
ONOO^\cdot	Peroxinitrito	Se forma a partir de la reacción del radical superóxido con el ácido nítrico. Se le ha relacionado directamente con la patología de varios desórdenes neurodegenerativos como la enfermedad de Alzheimer.
H^\cdot	Átomo de Hidrógeno	Es el radical libre más simple.
RS^\cdot	Tiol	Nombre general para un grupo de radicales con un electrón desapareado ubicado en el sulfuro.
RO^\cdot	Alcoxil	Radical ubicado en el oxígeno, formado durante el rompimiento de peróxidos orgánicos.
$\cdot\text{CCl}_3$	Triclorometil	Radical desapareado ubicado en el carbono; el CCl_3 se forma durante el metabolismo de CCl_4 y contribuye al efecto tóxico de este solvente.

Fuente: Adaptado de VILLANUEVA, (2003).

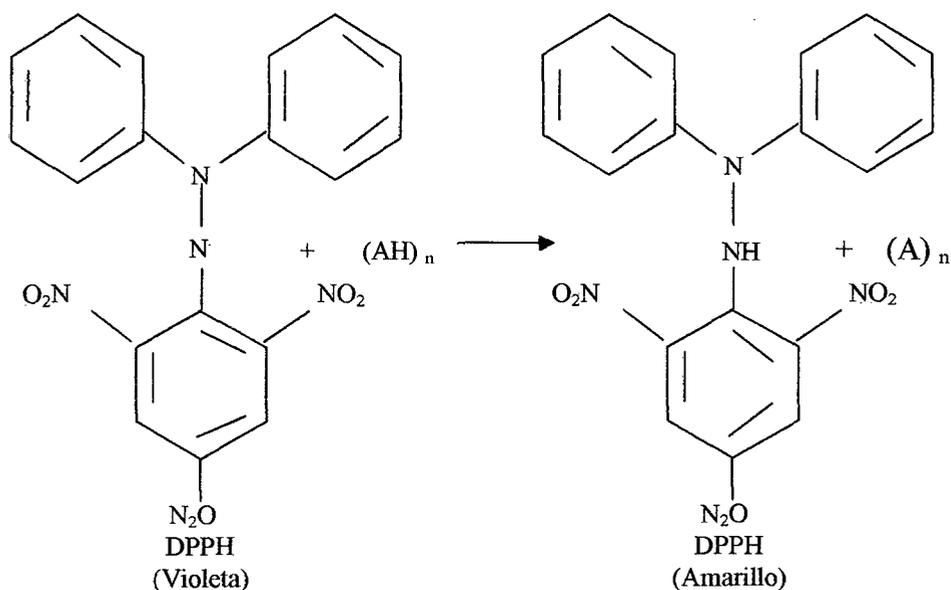
La célula tiende a generar oxidantes y antioxidantes en una forma interdependiente. Mientras que los oxidantes estimulan la producción endógena de antioxidantes; la administración de antioxidantes suprime varios componentes de las defensas endógenas. De acuerdo con dicha teoría existe interrelación entre la generación de oxidante, la protección oxidante y la respiración del daño oxidativo (los dos últimos pueden ser inducidos en respuesta al daño). La expectativa de vida puede ser aumentada al disminuir el grado de los fenómenos oxidantes.

Los procesos de oxidación producen radicales libres que pueden interferir en los procesos normales y dañar las células corporales causando estrés oxidativo. El estrés oxidativo, se define como el desbalance entre la producción de radicales libres y la cantidad de oxidantes presentes en el ambiente intracelular. Es la pérdida de equilibrio entre prooxidación y antioxidantes a favor de los prooxidantes (ELEJALDE, 2001).

2.4.1. Radical 2,2 Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

El radical DPPH, es un reactivo que se usa ampliamente para investigar la inhibición de radicales libres por los polifenoles (HIRAMATSU *et al.*, 1997; YILDIRIM *et al.*, 2003), también sufre decoloración (Figura 2) por la cisteína, glutatión, ácido ascórbico, tócoferol, compuestos polihidroxiaromaticos (hidroquinona, pirogalol, etc.) y aminas aromáticas (p-fenilendiamina, p-aminofenol, etc.) (BLOIS, 1958).

El mecanismo de reacción consiste en sustraer un átomo de hidrógeno de un fenol donador para dar difenilpicrilhidrazina y un radical fenoxil (Figura 2), (LEBEAU *et al.*, 2000). La reacción involucra un cambio de color de violeta a amarillo, que fácilmente es monitoreado. (BRAND – WILLIAMS, 1995; BLOIS, 1958).



Donde:

DPPH – H = Radical DPPH reducido.

$(\text{A H})_n$ = Especies de antioxidantes.

n = Indica la presencia de 1 ó más especies de antioxidantes.

Figura 1. Química de la inhibición del radical libre por una especie antioxidante.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de análisis de alimento y fitoquímica a cargo de la Facultad de Industrias Alimentarias (FIA) y Facultad de Recursos Naturales Renovables (FRNR) respectivamente, estos laboratorios están dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco a una altitud de 660 m.s.n.m., humedad relativa media de 84% y temperatura media anual de 24°C.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitación de 50, 100 y 500 mL.
- Pipetas graduadas de 5 y 10 mL.
- Micropipetas de 20 – 200, 100 – 1000 μ L.
- Cubetas de poliestireno de 1000 μ L (1 cm x 1 cm x 4.5 cm).
- Fiolas de 50 y 100 mL.
- Papel filtro número 40, 125 y 390.
- Gradilla.
- Embudos de vidrio.

- Tubos de ensayos.

3.2.2. Equipos

- Estufa.
- Molino.
- Refrigeradora.
- Balanza analítica.
- Agitador magnético.
- Espectrofotómetro ultravioleta visible de Termö Spectronic.

3.2.3. Reactivos

- 2,2 diphenyl-1-picrilhidrazyl (DPPH) radical libre
- Ethanol (CH₃OH) al 96%, para análisis P. A.
- Acido clorhídrico. (HCl) al 35% P.A.
- Acido gálico (C₇H₆O₅.H₂O) al 75% P.A.
- Cloruro de fierro (FeCl₃) al 99% P.A.
- Ferrocianuro de potasio (K₃Fe (CN)₆) al 98% P.A.
- Ethanol (CH₃OH) al 48%.

3.3. Materia prima

Cómo materia prima se utilizó pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje" de la variedad "shambo"; previamente identificada, (Anexo 8) los frutos fueron recolectados de palmeras existentes en afilador - Tingo María (Anexo 7).

3.4. Método de análisis

3.4.1. Cuantificación de polifenoles totales

Se realizó con el método Azul de Prussian, reportado por PRICE y BUTLER (1997).

3.4.2. Evaluación de la actividad antioxidante

Esta parte se evaluó con el método descrito por BRAND y WILLIAMS *et al.* (1995).

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Obtención de las muestras

Se utilizaron frutos frescos de aguaje, se desprendió del fruto la cáscara y pulpa en forma separada. Para obtener muestras de pulpa y cáscara de dicho fruto, se procedió a trabajar de la siguiente manera:

Para evitar pérdida de polifenoles por la acción del calor, se trabajó con pulpa fresca, y para expresarlo como pulpa seca en resultados finales se procedió a realizar la fracción de la masa constante:

Se peso 5 gr de muestra fresca y se colocó a estufa a $\pm 105^{\circ}\text{C}$ hasta que tome un peso constante:

$$K = \frac{Ms}{Mf} \quad \Rightarrow \quad K \times Mt = Mst$$

Donde:

Ms: muestra seca al horno.

Mt: muestra trabajada.

Mf: muestra fresca.

Mst: muestra seca trabajada.

K: constante.

Finalmente la constante K se multiplicó con la pulpa fresca añadida a la dilución, obteniendo pulpa seca cuantitativamente.

La cáscara tendrá un secado de 40 – 45 °C por 72 horas. Luego la cáscara y pulpa de manera particular se molieron, pesaron y depositaron en tres tratamientos diferentes; Agua a 50°C, Agua a Ebullición y Alcohol al 48%. Seguidamente se agitaron estos extractos acuosos para luego extraer los polifenoles por la acción de la temperatura por espacio de 5 minutos y se filtró de manera sucesiva (filtro N° 40, 125 y 390), obteniéndose extractos acuosos que sirvieron para los diferentes análisis.

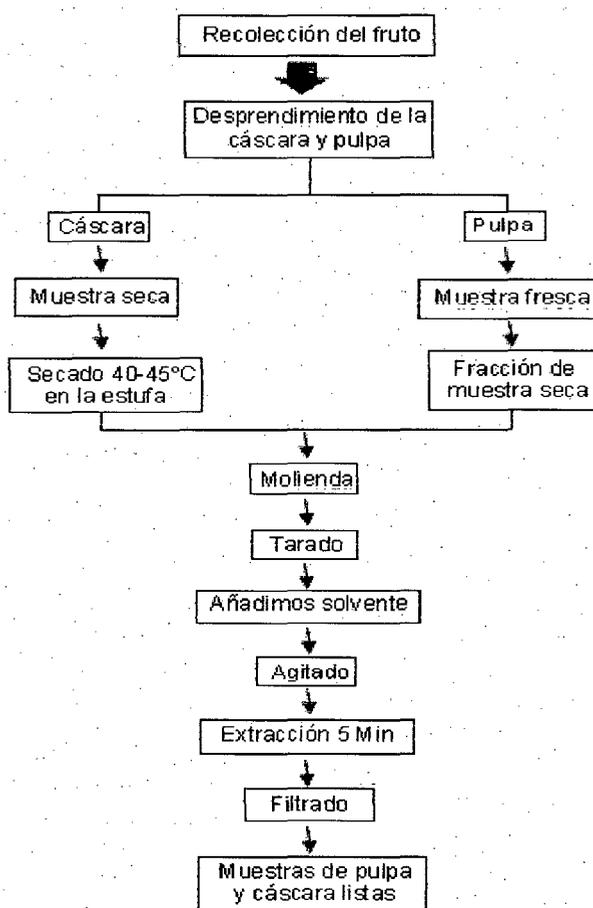


Figura 2. Flujograma de obtención de muestra de los extractos acuosos.

3.5.2. Cuantificación de polifenoles totales

Se determinó los polifenoles totales en la pulpa y cáscara del aguaje (Anexo 2), empleando el método Azul de Prussian reportado por PRINCE y BUTLER (1997). Se hizo reaccionar 600 uL de FeCl_3 0,008 M (solución A) con 200 uL del extracto acuoso por un espacio de 10 minutos (min), luego se le añadió 600 uL de $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 1 mM (solución B) por otros 10 min, terminado este tiempo se vertió un volumen de 1 mL en las cubetas de poliestireno y se hizo la lectura en el espectrofotómetro a una absorbancia de 720 nm. Para la curva patrón se utilizó el ácido gálico como estándar (Anexo 1), los resultados se expresaron en mg de ácido gálico equivalente/1g de muestra seca.

Para minimizar el error de muestreo, se tomó tres muestras por cada tratamiento y se hizo correr tres repeticiones por cada una de ellas.

3.5.3. Actividad antioxidante

Para determinar la actividad oxidante de los polifenoles que se encuentran en la pulpa y cáscara del aguaje, se utilizó el radical libre DPPH; para lo cual se recurrirá al método descrito por BRAND y WILLIAMS *et al.* (1995). Donde 50 uL de muestra de extracto acuoso reaccionará con 950 uL de una solución etanólica al 96% con DPPH 100 uM, luego se monitoreará en el espectrofotómetro con una absorbancia de 517 nm durante 15 min. (Anexo 3).

3.5.3.1. Porcentaje de inhibición

La inhibición de los radicales libres DPPH fue determinado por la decoloración de violeta a amarillo, A medida de un mayor secuestro de los radicales libres por los antioxidantes presentes en el extracto acuoso la absorbancia va disminuyendo. Para la determinación del porcentaje de inhibición se utilizó la siguiente ecuación:

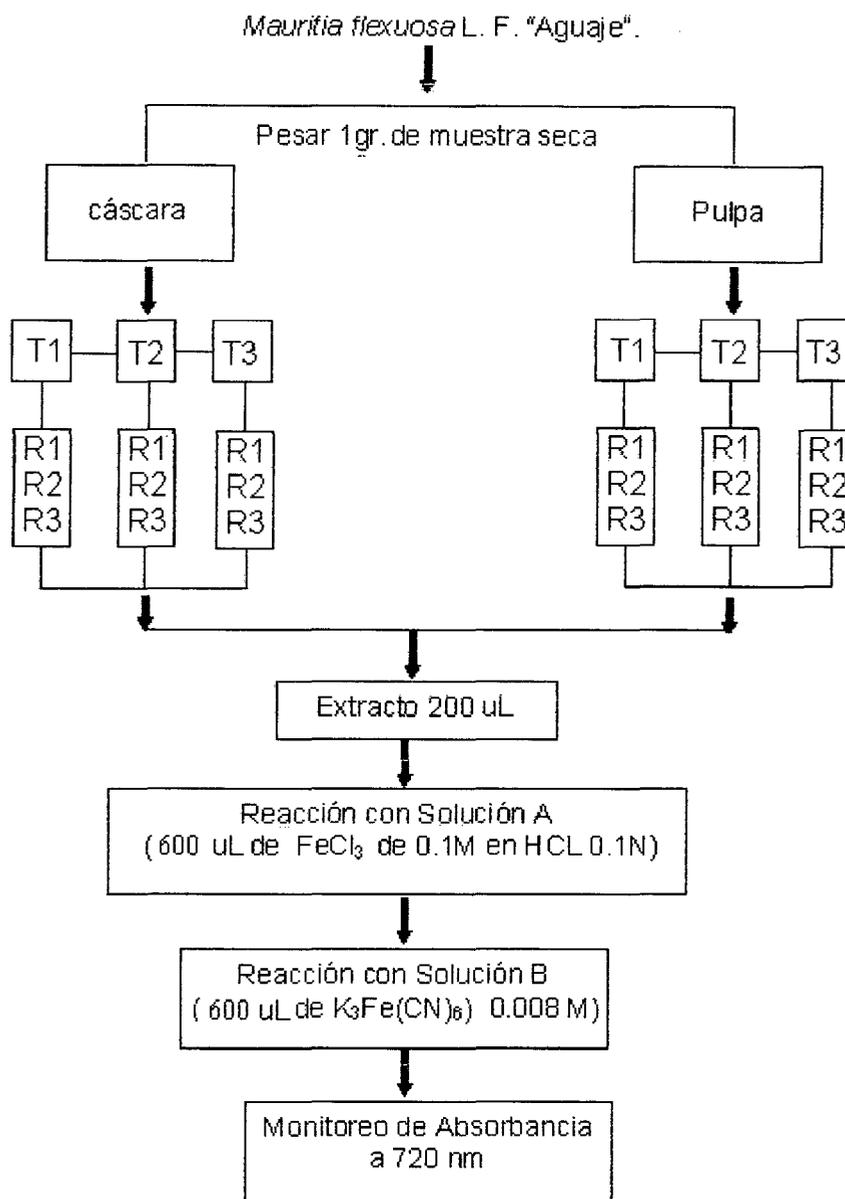
$$\% \text{ INHIBICIÓN DPPH} = \frac{A_{\text{Control}} - A_{\text{Muestra}}}{A_{\text{Control}}} \times 100$$

3.5.3.2. Parámetro de cinética de inhibición (IC₅₀)

La actividad antioxidante será expresada por el IC₅₀, donde se extrapola el porcentaje de inhibición con las concentraciones iniciales de 30, 50 y 100 (600, 1000 y 2000 ug/ml); (Anexo 4).

3.6. Diseño de la investigación

El diseño de investigación fu en base a la determinación de polifenoles totales y parámetros de inhibición del DPPH en la cáscara y pulpa de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje" (Figura 3 y 4).



Donde: T1 = Agua a 50°C

T2 = Agua a Ebullición

T3 = Etanol al 48%

Figura 3. Diseño experimental para la determinación de los polifenoles totales presentes en pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje".

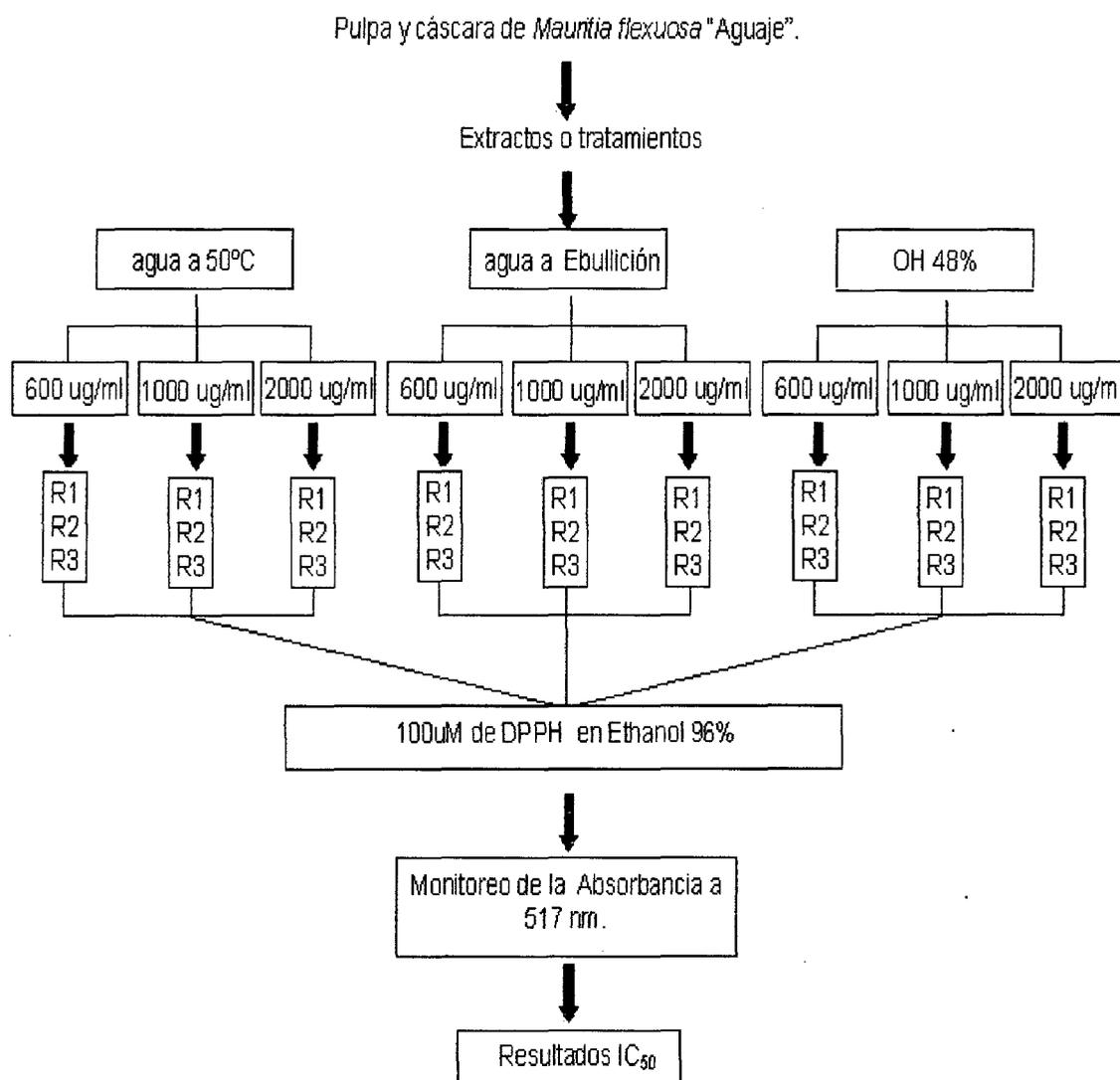


Figura 4. Diseño experimental para la determinación de los parámetros de inhibición de DPPH presentes en pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje".

3.7. Análisis estadístico

3.7.1. Cuantificación de polifenoles totales

Se utilizó un Análisis de Regresión Lineal, con un modelo aditivo lineal simple, con tres repeticiones.

$$Y = a + bx$$

Se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente al azar (DCA) para ver las diferencias estadísticas, como resultado significativo se aplicó la prueba DUNCAN y se determinó que tratamiento fue de mayor significancia.

3.7.2. Determinación de la actividad antioxidante

El parámetro IC₅₀, se interpoló las concentraciones (30, 50 y 100 ug/ml) y el promedio de las tres repeticiones expresadas en porcentaje de inhibición de cada tratamiento, esto generó una regresión lineal simple y una ecuación que sirvió para expresarlos cuantitativamente.

Se realizó un diseño Completo al Azar (DCA), luego un análisis de varianza para establecer la diferencia estadística. Se aplicó la prueba Duncan para determinar cual de los tratamientos fue el mayor significativo.

3.7.3. Diferencia entre partes del fruto

Para determinar la variación existente entre la pulpa y cáscara del aguaje en la variedad en estudio, se efectuó un ANVA combinado de partes del fruto, con un diseño completo al azar, luego se realizó la prueba de Duncan.

3.7.4. Diseño completamente al azar (DCA)

Modelo:

$$y_{ij} = u_i + e_{ij}$$

Lo llamaremos modelo completo ya que incluye una media separada para cada una de las poblaciones definidas por los tratamientos.

Si no hay diferencia entre medias de las poblaciones es decir $u_1 = u_2 = u_3 = u_4$, entonces se genera el modelo reducido que $y_{ij} = u_i + e_{ij}$ establece que las observaciones provienen de la misma población con media u . (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza para un DCA.

Fuente de variación	G.L.	SS	MS	F
Tratamientos	k-1	SSA	SSA/(k-1)	MSA/MSE
Error	(n-1)k	SSE	SSE/k(n-1)	
Total	kn-1	SST	Total	

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De la Cuantificación de los polifenoles totales en la pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. “aguaje”

La cantidad de polifenoles encontrados en la pulpa muestra diferencia significativa entre los extractos aplicados; el extracto con agua a 50° C muestra una cantidad de 43.2610018 ± 0.9429 mg de AGE/1 g de muestra seca, este extracto tiene el valor más alto, ofreciendo un mayor contenido de polifenoles, y por lo tanto mayor significancia (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cantidad de polifenoles totales en la cáscara y pulpa de *Mauritia flexuosa* “aguaje shambo”.

POLIFENOLES (mg de AGE/1 g de muestra seca)		
Extracto	Pulpa ^{1A}	Cáscara ^{1B}
Agua a 50°C ^a	43.2610018 ± 0.9429	115.12791 ± 0.8906
Agua a ebullición ^b	20.8536091 ± 0.8724	153.26904 ± 0.9103
Etanol a 48% ^c	26.6138409 ± 0.6602	189.36950 ± 0.7480
Promedio	30.2428173 ± 11.636	152.5888167 ± 37.13

¹Datos expresados en Promedio \pm SD, n =3. a, b, c representan diferencia estadística entre tratamientos según la prueba Duncan ($p < 0.05$), evaluado con el diseño DCA, y A, B representan a la diferencia estadística entre las partes del fruto según la prueba Duncan ($p < 0.05$), evaluado con un DCA combinado (Anexo 5).

El extracto con alcohol etílico a 48%, tiene un valor de 26.6138409 ± 0.6602 mg de AGE/1 g de muestra seca, mostrando diferencia significativa con cada uno de los extractos y es el segundo valor más alto. El extracto con agua a ebullición, tiene menor efecto significativo por tener la más baja cantidad de polifenoles con 20.8536091 ± 0.8724 mg de AGE/1 g de muestra seca. En la Figura 5, observamos las diferencias que tienen las medias de los extractos y la variación que presentan las repeticiones.

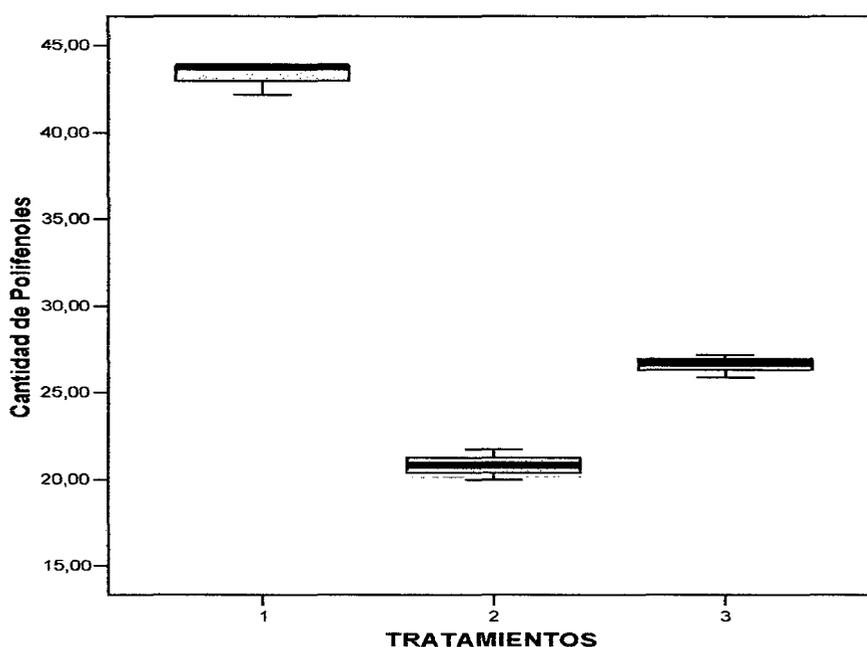


Figura 5. Cantidad de polifenoles encontrados en la pulpa del "aguaje" en los extractos aplicados.

En el caso de la cáscara, los resultados fueron sorprendentes por tener valores altos (Cuadro 4), los tres extractos aplicados son significativamente diferente de cada uno; el extracto con alcohol etílico a 48% posee el mayor efecto significativo con 189.36950 ± 0.7480 mg de AGE/1 g de

muestra seca, seguido del extracto de agua a ebullición (98°C) con 153.26904 ± 0.9103 mg de AGE/1 g de muestra seca, el extracto con agua a 50° C es el de menor efecto significativo con 115.12791 ± 0.8906 mg de AGE/1 g de muestra seca . En la Figura 6 se muestra las medias de los extractos con su variación de sus repeticiones, se puede distinguir claramente la gran diferencia que existe entre cada extracto.

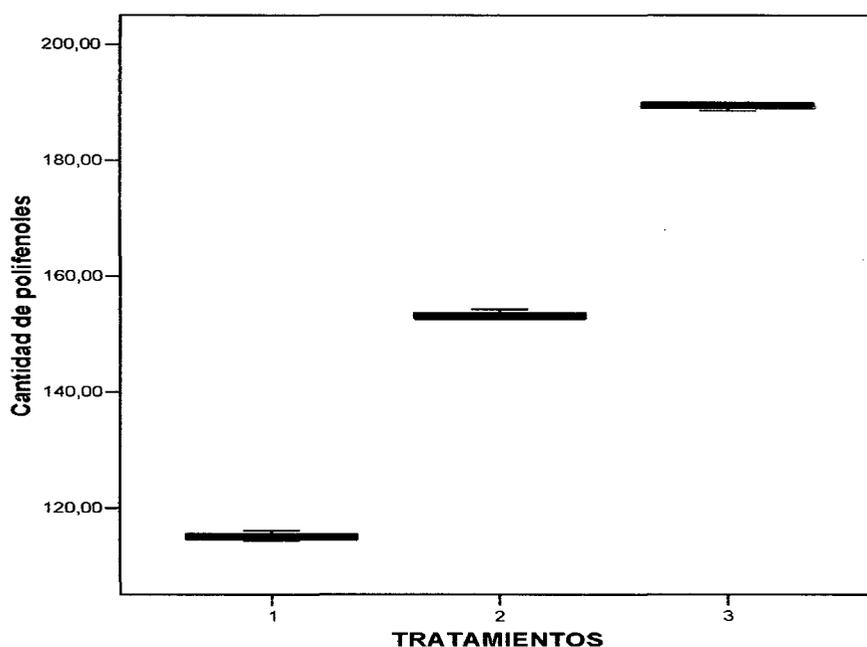


Figura 6. Cantidad de polifenoles encontrados en la cáscara del “aguaje” en los extractos aplicados.

Un aumento en la temperatura provocará un aumento en la solubilidad y un disminuyo en algunos casos en los sólidos en general (HERNANDEZ, 2000), en el caso de la pulpa es evidente que la temperatura ha influenciado de manera negativa en la obtención de polifenoles, y en el caso de la cáscara ha ocurrido lo contrario. La diferencia que existe entre los extractos

se debe probablemente a la solubilidad de los polifenoles en diferentes medios, siendo relativamente solubles en compuestos polares como el agua, o siendo relativamente solubles en compuestos orgánicos como el alcohol, esto se debe posiblemente a la afinidad química que tienen los polifenoles con los solventes (MURILLO *et al.*, 2007). Para GEANKUPLIS, (1982); SINGH y HELDMAN, (1998) y TROMELIN, (2003) la diferencia del contenido de polifenoles, encontrados en los extractos está influenciada por las propiedades fisicoquímicas de las diferentes estructuras, la polaridad del solvente y el tiempo de extracción. Ahora comparamos los resultados obtenidos con otras especies vegetales; Estrella (2002) citado por DAZA (2004), determinó el contenido de polifenoles en *Aloysia triphylla* "cedrón" que obtuvo $2,44 \pm 0,05$ mg AGE/g peso fresco y ESTELO (2003) determinó el contenido de polifenoles en dos especies de "chanca piedra", obteniendo para *Phyllanthus urinaria* de $7,32 \pm 0,05$ mg AGE/g y *P. niruri* de $3,010 \pm 0,05$ mg AGE/g muestra seca, DAZA (2004) en *Callicophyllum spruceanum* (Benth.) Hook "capirona", realizado por las dos formas de extracción (acetona/agua con $2,0814 \pm 0,2816$ mg AGE/g y agua a 45°C con 0.3185 ± 0.0176 mg AGE/g), podemos manifestar que en comparación a estas especies los valores tanto de la pulpa y cáscara del aguaje están por encima.

4.2. De la capacidad antioxidante de la pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje"

4.2.1. Porcentaje de inhibición del radical libre DPPH

Se muestra que existe una relación entre las concentraciones experimentadas y los extractos, siempre el mayor porcentaje de inhibición lo presenta la concentración más alta, y el menor porcentaje de inhibición la concentración más baja, se da la misma singularidad en las seis gráficas que se presenta, sin embargo hacemos hincapié que los porcentajes de inhibición no son los mismos. En el caso de pulpa con el extracto con agua a 50°C tiene el porcentaje de inhibición más bajo en la concentración de 600 ug/ml, pero uno de los más altos porcentajes de inhibición con la concentración de 2000 ug/ml, el porcentaje mas elevado lo tiene la concentración de 2000 ug/ml en el extracto con alcohol a 48% (Cuadro 5 y Figura 7).

Cuadro 5. Porcentaje de inhibición del radical libre DPPH en los extractos de cáscara y pulpa de aguaje.

Extractos	Pulpa			Cáscara		
	Concentraciones (ug/ml)					
	600	1000	2000	600	1000	2000
Agua a 50°C	13.2967	14.6591	18.7461	27.5689	53.0641	74.6507
Agua a ebullición	16.2160	16.7999	18.8434	40.5760	54.1993	90.6258
Etanol 48%	18.5515	19.0056	20.1409	50.5340	70.4177	90.6907

En el caso de la cáscara los valores son elevados, los resultados en el extracto de alcohol a 48%. llegan hasta un 90.69 % de inhibición del

radical libre DPPH, en una concentración de 2000 ug/ml, el valor más bajo es el presentado en la concentración de 600 ug/ml con un valor de 27.5688% de inhibición del DPPH, en el extracto con agua a 50°C el porcentaje de inhibición más bajo esta presentado por la concentración a 600 ug/ml, con un valor de 27.56%, y el más alto con un valor de 74.65% con una concentración de 2000 ug/ml. (Figura 7).

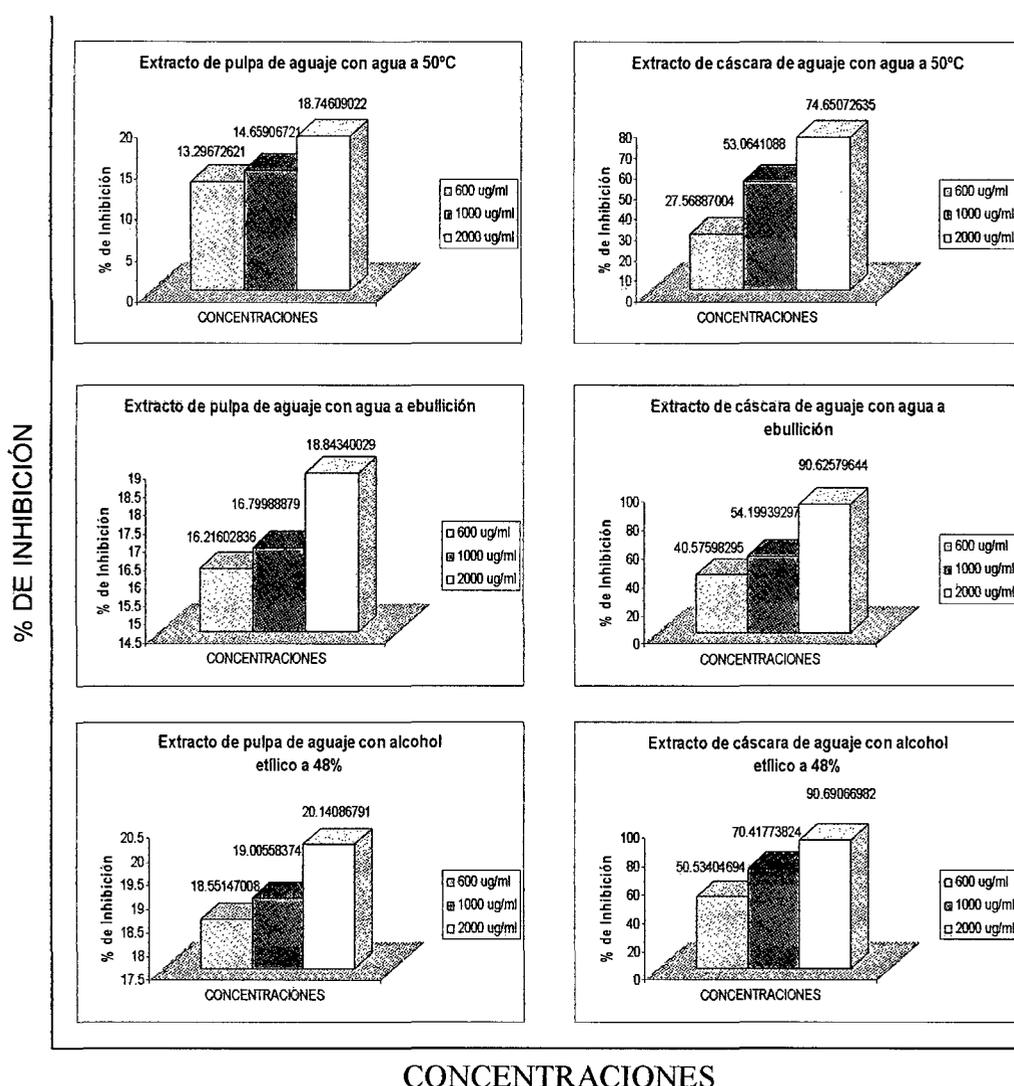


Figura 7. Porcentaje de inhibición del radical libre DPPH con los extractos de pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje".

4.2.2. Coeficiente de inhibición IC₅₀

En la pulpa la capacidad antioxidante del extracto con agua a 50°C mostró un mayor efecto significativo en comparación a los extractos de agua a ebullición y alcohol a 48%, con un IC₅₀ de 498.599161 ± 18.1942 ug/ml, el extracto con agua a ebullición tiene un IC₅₀ de 916.335079 ± 2.53926 ug/ml, ahora el extracto con alcohol tiene un IC₅₀ de 1415.46238 ± 11.5336 ug/ml. estos valores exorbitantes expresados con el parámetro IC₅₀, quiere decir que el valor más bajo tendrá una mayor capacidad antioxidante (Cuadro 6).

Cuadro 6. Capacidad antioxidante expresada en IC 50 (ug/ml).

Extracto	IC 50 (ug/ml)	
	Pulpa ^{1A}	Cáscara ^{1B}
Agua a 50°C ^a	498.599161 ± 18.1942	57.2106614 ± 0.9513
Agua a ebullición ^b	916.335079 ± 2.53926	43.5556952 ± 0.2833
Etanol 48% ^c	1415.46238 ± 11.5336	22.0392143 ± 0.7401
Promedio	943.46554 ± 459.0333	40.9351903 ± 17.732

¹Datos expresados en Promedio \pm SD, n =3. a, b, c representan diferencia estadística entre tratamientos según la prueba Duncan ($p < 0.05$), evaluado con el diseño DCA, y A, B representan a la diferencia estadística entre las partes del fruto según la prueba Duncan ($p < 0.05$), evaluado con un DCA combinado (Anexo 5).

La capacidad antioxidante en la pulpa es relativamente baja, obteniendo mejores resultados en el extracto con agua a 50°C, esto quiere decir que se necesitará una concentración de 498.599161 ± 18.1942 ug/ml para inhibir el 50% del radical libre DPPH en un tiempo de 15 minutos, este

valor es el mejor entre los extractos probados en la pulpa, ya que el extracto con agua a ebullición requiere de 916.335079 ± 2.53926 ug/ml, lo cual hace referencia que se necesita una mayor concentración para inhibir el 50% del radical libre DPPH a una concentración de 100 uM, esto se debe probablemente a la cantidad de polifenoles encontrados en los extractos en estudio.

En la Figura 8, se muestra las medias de cada extracto como los valores establecidos por cada una de las repeticiones, mostrando de esta manera las variaciones.

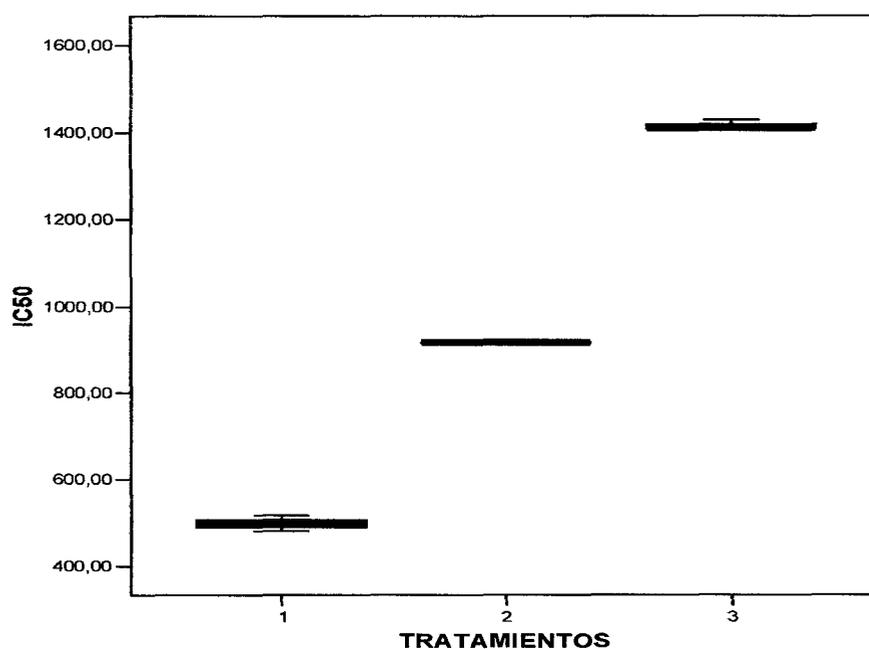


Figura 8. IC₅₀ en la pulpa del "aguaje" en cada uno de los extractos aplicados.

En el caso de la cáscara el IC_{50} presentado en el extracto de etanol a 48% resultó siendo mayor significativo que los otros dos extractos, tiene un valor de 22.0392143 ± 0.7401 ug/ml por lo tanto una mayor capacidad antioxidante; el extracto a agua a ebullición tiene un IC_{50} de 43.5556952 ± 0.2833 ug/ml, y el menos significativo es el de extracto con agua a $50^{\circ}C$, con un IC_{50} 57.2106614 ± 0.9513 ug/ml (Cuadro 6). Finalmente se observa muy claro que las medias más altas indican una menor capacidad antioxidante, la media del extracto de agua a $50^{\circ}C$ posee el valor más alto, seguido del extracto de agua a ebullición y el extracto con etanol a 48% quien posee la mayor capacidad antioxidante por tener el valor más bajo en IC_{50} . (Figura 9).

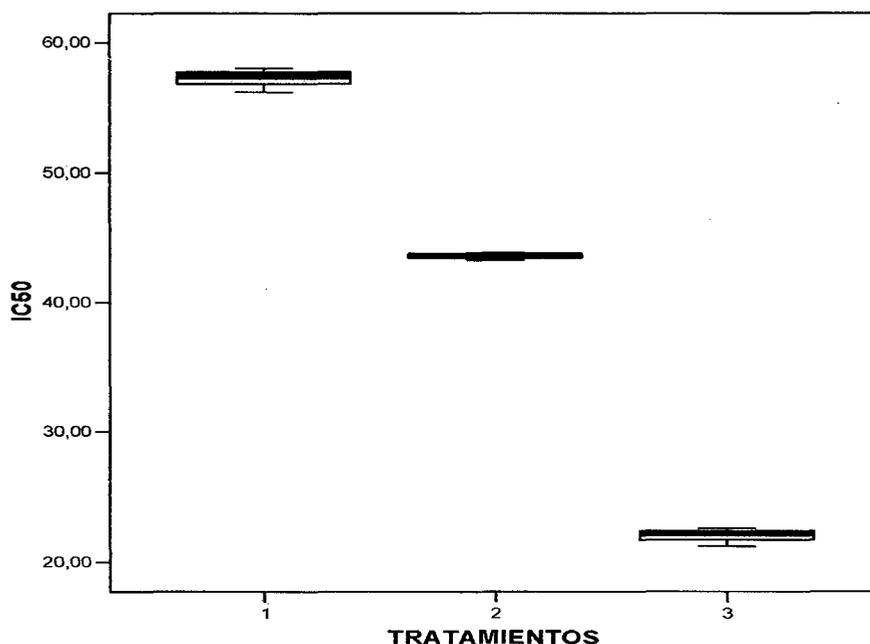


Figura 9. IC_{50} en la cáscara del "aguaje" en cada uno de los extractos aplicados.

Existe mejor capacidad antioxidante en la cáscara, ahora el extracto con etanol a 48% es el mejor por tener un valor de $IC_{50}=22.0392143 \pm 0.7401$ ug/ml, esto quiere decir que sólo se requiere esta concentración para inhibir el 50% de radicales libres con una concentración de 100 uM en un tiempo de 15 minutos, seguido del extracto con agua a ebullición y finalmente el extracto con agua a 50°C, esto se debe probablemente al contenido de polifenoles encontrados en cada extracto (Cuadro 4). Compararemos estos resultados con otras especies vegetales: DAZA (2004), menciona valores de $IC_{50} = 37,148 \pm 5,565$ µg/mL; acuoso $IC_{50} = 52,352 \pm 2,669$ µg/mL, ahora VILLANUEVA (2003) en cáscara pintón seco de *Myrciaria dubia* "camu camu" $IC_{50} = 46,20 \pm 0,10$ µg/mL. Además, RAMOS (2002), reporta un $IC_{50} = 32,43 \pm 0,389$ µg/mL en hoja de *Camellia sinensis* "té verde"; mientras que ESTELO (2003) reporta un $IC_{50} = 138,831$ y $1454,284$ µg/mL en la *Phyllanthus urinaria* y *P. niruri* "chanca piedra", la capacidad antioxidante de la cáscara de aguaje resulta ser más alta que las otras especies mencionadas. Investigaciones realizadas por MUÑOZ *et al*, (1999), en vinos peruanos encontraron capacidad de secuestro del radical DPPH con un porcentaje de inhibición del 96% obtenidos a los 10 minutos de reacción y el aguaje 90.69 % en 15 minutos, se está demostrando que la cáscara de aguaje tiene propiedades antioxidantes increíbles y que estas se deben a sus componentes.

4.3. De la diferencia estadística en la cantidad de polifenoles y su capacidad antioxidante entre la pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. “aguaje”

El contenido de polifenoles totales en la pulpa y cáscara de *Mauritia flexuosa* L. F. “aguaje” (Cuadro 7 y Figura 10) son significativamente diferentes. La cáscara posee mayor significancia, por lo tanto mayor contenido de polifenoles en comparación con la pulpa, así lo muestra el análisis de varianza combinado (Anexo 5).

Cuadro 7. Contenido promedio de polifenoles totales encontrados en la cáscara y pulpa de *Mauritia flexuosa* L. F. “aguaje”.

POLIFENOLES (mg de AGE/1 g de muestra seca)		
Extracto	Pulpa ^{1A}	Cáscara ^{1B}
Promedio	30.2428173 ± 11.636	152.5888167 ± 37.13

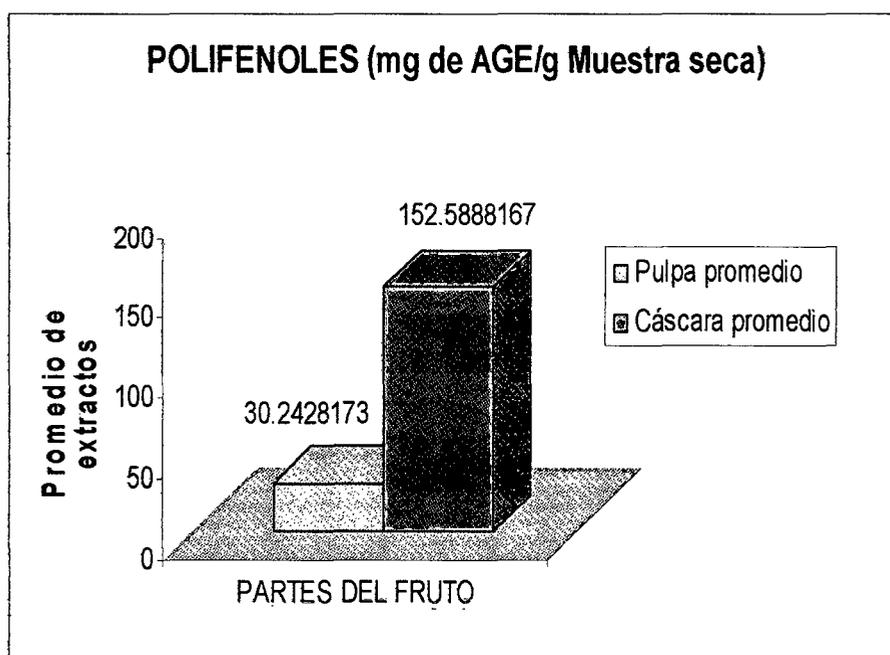


Figura 10. Cantidad de polifenoles promedio en la pulpa y cáscara del “aguaje”.

Los polifenoles totales encontrados en la cáscara y pulpa del aguaje fueron diferentes, existe mayor cantidad de polifenoles en la cáscara con un promedio de los extractos de 152.5888 mg AGE/ 1g de muestra seca, en el caso de la pulpa los polifenoles encontrados es significativamente menor con un valor promedio de 30.24282 mg AGE/ 1g de muestra seca. En la actualidad se ha encontrado que las cáscaras de los frutos son las principales fuentes de antioxidantes naturales (RINCÓN *et al.*, 2006). Los compuestos polifenólicos se encuentran en la piel, especialmente en las células epidérmicas, y en las pepas; su concentración es baja en la pulpa LEIGHTON (2004), aun así cabe mencionar que la temperatura a jugado un papel importante por ser un factor físico que en el caso de los sólidos en general un aumento de la temperatura provocará un aumento de la solubilidad o una disminución en algunos casos (HERNANDEZ, 2000) por tales motivos se encontró menor cantidad de polifenoles en la pulpa, y en la cáscara se encontró los más elevados niveles de polifenoles, y estos se encuentran generalmente en la cáscara de las frutas. Esto debido a que posee mayor cantidad de compuestos fenólicos y a la naturaleza de actuar como parte protectora de factores externos que puedan dañar a la planta (PALAZON *et al.* 2001). Ahora compararemos los resultados obtenidos de este trabajo con otras especies vegetales, DAZA (2005) determinó el contenido de polifenoles de *Callicophyllum spruceanum* (Benth.) Hook., acetona/agua con $2,0814 \pm 0,2816$ mg AGE/g y agua a 45°C con 0.3185 ± 0.0176 mg AGE/g, ESTELO (2003), determinó el contenido de polifenoles en dos especies de "chanca piedra", obteniendo para *Phyllanthus urinaria* de $7,32 \pm 0,05$ mg AGE/g y *P. niruri* de

3,010 ± 0,05 mg AGE/g muestra seca; ESTRELLA (2002), determinó el contenido de polifenoles en *Aloysia triphylla* "cedrón" que obtuvo 2,44 ± 0,05 mg AGE/g peso fresco, es imperativo mencionar que la especie estudiada tiene valores relativamente altos en comparación de estos vegetales en especial la cáscara que es un sub producto del fruto que se desperdicia y es considerada como basura, sin embargo es extraordinario las propiedades que tiene y nos ofrece.

La pulpa y cáscara, (Cuadro 8 y Figura 11), muestra diferencias significativas entre estas partes del fruto (Anexo 5), es imperativo mencionar que la cáscara tiene un promedio de IC₅₀ de 40.9351903 ± 17.732 ug/ml a comparación del promedio IC₅₀ de la pulpa 943.46554 ± 459.0333 ug/ml.

Cuadro 8. Capacidad antioxidante promedio expresado en valores de IC50 en la cáscara y pulpa de *Mauritia flexuosa* L. F. "aguaje".

Extracto	IC 50 (ug/ml)	
	Pulpa ^{1A}	Cáscara ^{1B}
Promedio	943.46554 ± 459.0333	40.9351903 ± 17.732

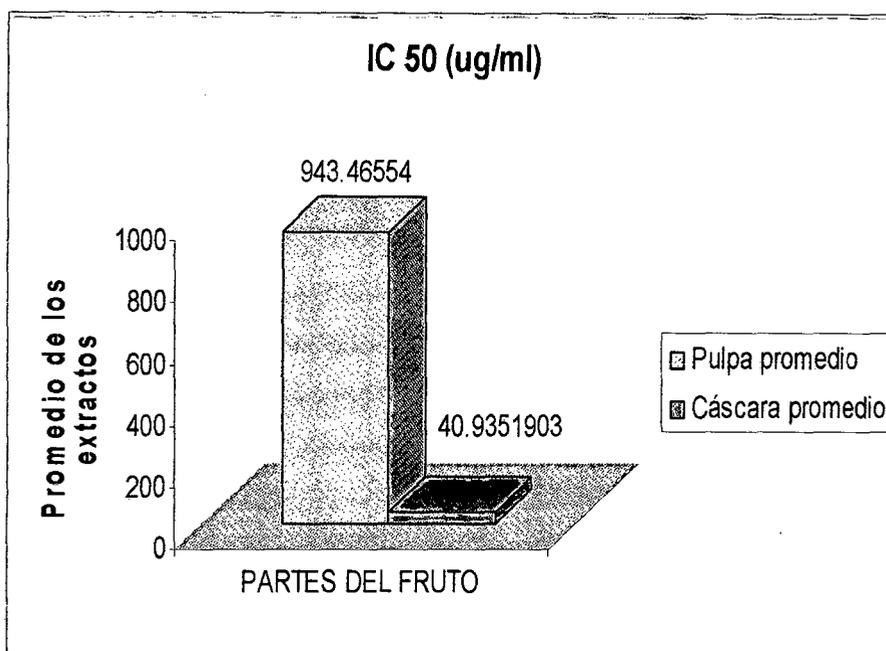


Figura 11. IC₅₀ promedio en la pulpa y cáscara del "aguaje".

La capacidad antioxidante expresada en IC₅₀ de la cáscara y pulpa de aguaje es inversamente proporcional a la cantidad de polifenoles totales encontrados, (Cuadro 4 y 5), sin embargo los valores de IC₅₀ nos indican que a menor valor es mejor; el presente estudio demuestra que la pulpa tiene un promedio entre los tres tratamientos de IC₅₀ = 943.46554 ug/ml, esto quiere decir que necesitamos una concentración de 943.46554 ug/ml, para inhibir el 50 % del radical DPPH a una concentración de 100 uM en un tiempo de 15 minutos, es una concentración relativamente alta, aun así los inhibe, por otro lado la cáscara de aguaje tiene un promedio entre tratamientos de IC₅₀ = 40.9351903 ug/ml, esto quiere decir que sólo se necesita esta cantidad para inhibir el 50% del radical libre DPPH en 15 minutos, es obvia la gran diferencia que existe entre la cáscara y la pulpa ARAUJO y RODRÍGUEZ (2007),

determinaron que la capacidad antioxidante de la piel fue diez veces superior a la de la pulpa.

V. CONCLUSIONES

1. La cáscara de aguaje presentó mayor cantidad de polifenoles en el extracto etanol a 48% con 43.2610018 ± 0.9429 AGE/g de muestra seca, y la pulpa de aguaje presentó mayor cantidad de polifenoles en el extracto con agua a 50°C con 189.36950 ± 0.7480 AGE/g de muestra seca.
2. La cáscara presenta mayor capacidad antioxidante reflejada en términos de IC_{50} en el extracto etanol a 48% con 22.0392143 ± 0.7401 ug/ml, y la pulpa en el extracto con agua a 50°C con 498.599161 ± 18.1942 ug/ml.
3. Existe diferencia significativa entre la pulpa y la cáscara; los datos obtenidos reflejan una buena cantidad de polifenoles totales en la cáscara así mismo una buena capacidad antioxidante, la pulpa a comparación de la cáscara presenta un valor menor sin embargo no se escatima que sea un valor insignificante, la capacidad antioxidante es baja, así mismo la cantidad de polifenoles encontrados en ella reflejan que debe tener una mayor capacidad antioxidante pero a concentraciones más elevadas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar derivados de la cáscara de aguaje, ya que posee una gran cantidad de polifenoles y buena capacidad antioxidante.
2. Promocionar los valores obtenidos en este trabajo de investigación, para que de alguna manera se aproveche la cáscara en vez de desperdiciarla.
3. Realizar trabajos de investigación similares con otras variedades de aguaje para que ayuden a darle un mejor aprovechamiento a nuestros recursos naturales.
4. Realizar trabajos de investigación en la pepa de *Mauritia flexuosa* L.F. "aguaje", por ser el 80% de la fruta y se desperdicia desde el punto de vista nutricional y farmacéutico.

ABSTRACT

There were evaluated the total polyphenols and their antioxidant capacity by the radical one free DPPH in the flesh and rind of the sea-current *Mauritia flexuosa* L. F. the evaluated treatments were extracts of flesh and rind diluted in a volume of 100ml from water to 50°C, if waters down to boiling and ethane to 48%. The methodologies applied to quantify polyphenols was blue of Prussia described by PRICE and BUTLER (1977), for the antioxidant capacity the method described by BRAND-WILLIAMS (1995), to determine if exist statistics differences I realize an ANVA for a complete random design, and to know which of the treatments is better, I apply the test DUNCAN ($p < 0.05$). The results obtained in total polyphenols gave a great significant difference between the rind and flesh, the extracts with more quantity of polyphenols went of alcohol to 48% in case of the rind with 189.36950 ± 0.7480 mg de AGE/1 g ms, and for the in case of the flesh it waters down to 50°C with 43.2610018 ± 0.9429 mg de AGE/1 g ms. The major antioxidant capacity for the case of the rind was the extract with ethanol to 48% $IC_{50} = 22.0392143 \pm 0.7401$ ug/ml followed by water to boiling with $IC_{50} = 43.5556952 \pm 0.2833$ ug/ml, being the treatments with different statistics among if, in the flesh the major C.A. If was by water to disable 50% of radically free DPPH in case of the flesh, the rind needs low relatively concentrations to disable 50% of DPPH in case of the flesh, the rind need low relatively concentrations to disable 50% of DPPH in de same time, managing to disable up to 90.69%.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, D. y PHILLIPS, B. 2001. Comparative in vitro and in vivo effects of antioxidants food. *Chem. Toxicol* 37: 1015- 1025 p.
- ARAUJO, M. y RODRÍGUEZ, M. 2007. "Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.)" [En línea]: (http://www.alanrevista.org/ediciones/2008-1/composicion_quimica_capacidad_antioxidante_guayaba.asp 15 Nov. 2008).
- AZCON – BIETO, M. y TALON, M. 2000. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Ed. Mc. Graw Hill. Interamericana, S.A. 522 p.
- CALZADA, B. 1993. *143 Frutales Nativos*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 336 p.
- DAZA, E. 2004. Polifenoles totales y capacidad antioxidante en *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex k. Schum. "Capirona". Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 16 p.

- ELEJALDE, L. 2001. Oxidación entre la vida y la enfermedad An Med. Interna. 18(1):1-4 p.
- ESTELO, C. 2003. Capacidad Antioxidante y Polifenoles Totales en dos Especies de Chanca Piedra (*Phyllanthus niruri*. L y *Phyllanthus urinaria*. L). Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 18 p.
- ESTRELLA, E. 1995. Plantas Medicinales Amazónicas: Realidad y Perspectivas. Tratado de Cooperación Amazónica. 263 p.
- ESTRELLA, C. 2002. Actividad Antioxidante del Extracto acuoso del Cedrón (*Aloysia triphylla*) en diferentes modelos IN VITRO. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 53 p.
- LEIGHTON, F y URQUIAGA, I. 2004. "Polifenoles del vino y salud humana" [En línea]: (<http://www.bio.puc.cl/vinsalud/publica/polifenoles.doc> 10 Nov. 2008).
- FRANKEL, W. y TEISSEDE, A. 1995. "Determinación de la capacidad antioxidante en dos vinos en la inhibición de la oxidación de lipoproteínas de baja densidad". [En línea]: (<http://www.bio.puc.cl/vinsalud/boletin/mecanismos.htm> 5 Nov. 2008).

FUNDACIÓN PERUANA PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA.

2006. [En línea]: Pronaturaleza:

(http://www.pronaturaleza.org/5_notas_septiembre.htm. 10 Set. 2007).

GONZALES , M., BETANCOURT, M., ORTIZ, R. 2000. Daño oxidativo y antioxidantes. UAMUIM. 25(1): 3-9.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA. 2006. [En

línea]: IIAP. (<http://www.iiap.org/focal/mercados/descripcion/aguaje.htm>.

15 Ene. 2008).

HERNANDEZ, P. 2000. "Propiedades físicas y químicas de los sólidos" [En línea]:

(<http://answers.yahoo.com/question/index?qid=20070523170150AANb0>

uP 20 de Nov. 2008).

LARRY, P. Y BUTLER, G. 1997. Rapid visual estimation spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. J. Agric. Food Chem. 25(6): 1268-1273 p.

MUÑOZ, J.,y M. A. 2007. Lima "Efecto del consumo moderado de vino tinto sobre algunos factores de riesgo cardiovascular" [En línea]:

(<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728->

[59172007000300004&script=sci_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728-59172007000300004&script=sci_arttext) 20 Nov. 2008)

REGION LORETO. 2006. Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos [En línea]:

Región

Loreto

(<http://www.regionloreto.gob.pe/amazonia/libros/51/5100000.ht>. 22 Oct. 2007).

RINCÓN, M., VÁSQUEZ, A., PADILLA M., FANNY, C. 2006. "Composicion química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. [En línea]:(http://www.nutricionenmexico.org.mx/alan/2005_3_12.pdf. 20 Nov. 2008).

SALUD. 2001. Mecanismo de Acción de los Polifenoles como Antioxidantes. [En línea]: Bio. (<http://www.bio.puc.cl/vinsalud/boletin/52mecanismos.htm>. 19 Oct. 2004).

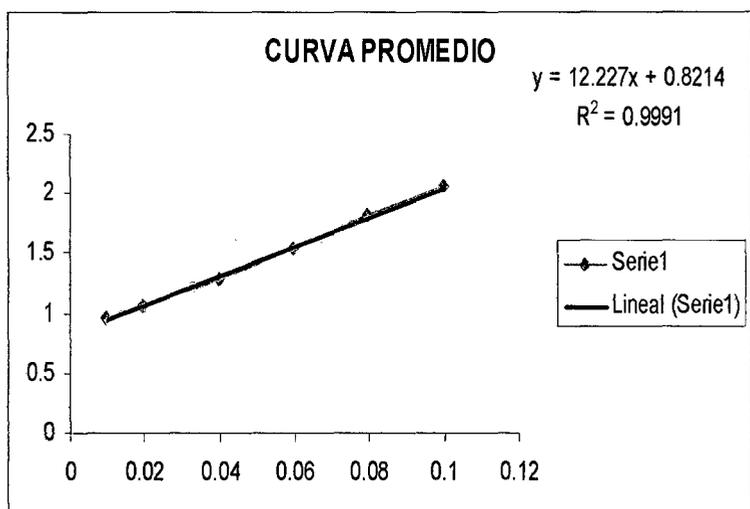
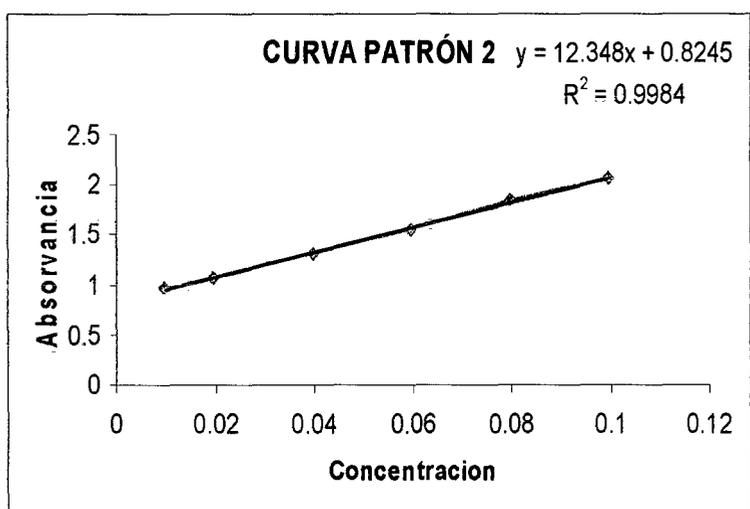
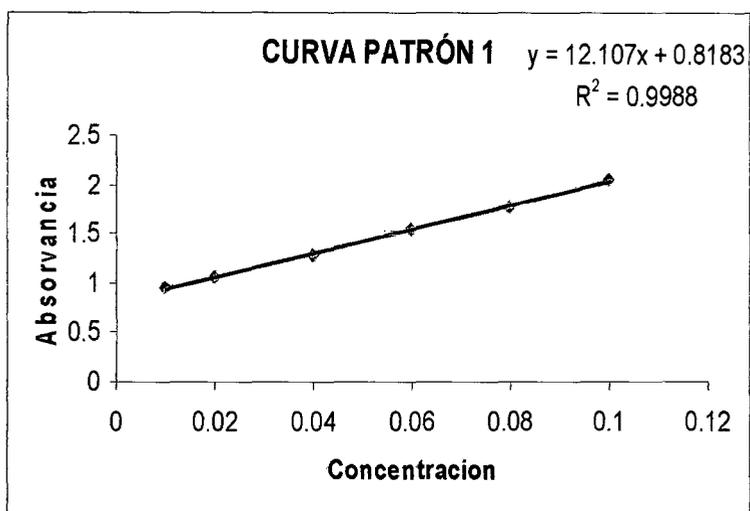
SÍES, H. 1997. Antioxidants in disease mechanisms and therapy vol 38 USA Academic Press Inc. 293 p.

VILLANUEVA, T. 2003. Antocianinas, Ácido Ascórbico, Polifenoles totales y Actividad Antioxidante en la Cáscara de Camu Camu (*Myrciaria dubia* McVaugh H.B.K.). Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 7- 48 p.

YAMAGUCHI, T., TAKAMURA, H., MATOBA, T., TERAQ, J. 1997. HPLC-method for evaluation of thr free radical scavenging activity of foods by using 1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl. J. Food Sci. 35:1201-1204 p.

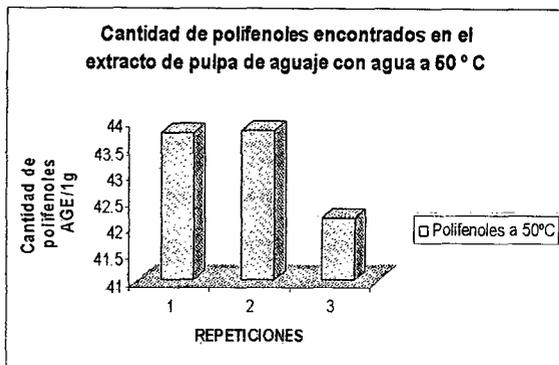
ANEXOS

Anexo 1. Curva patrón del ácido gálico.

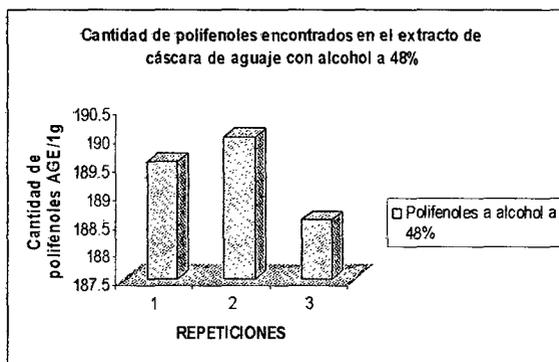
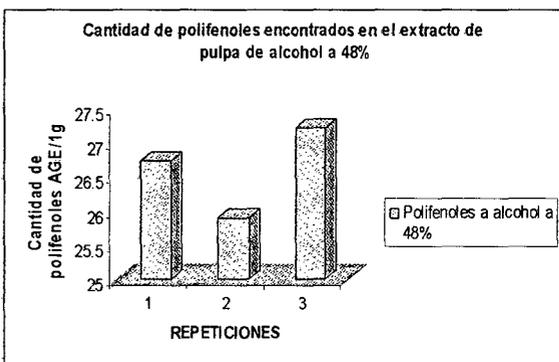
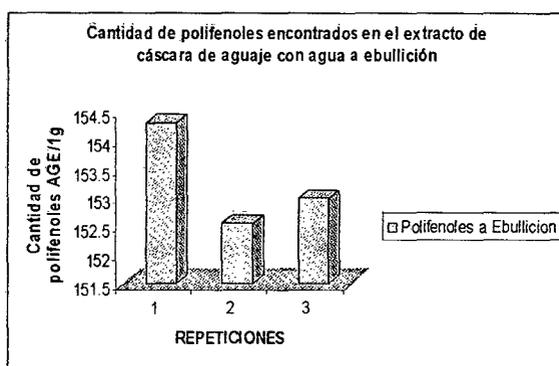
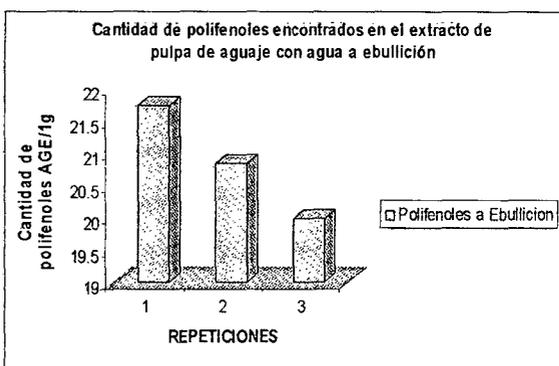
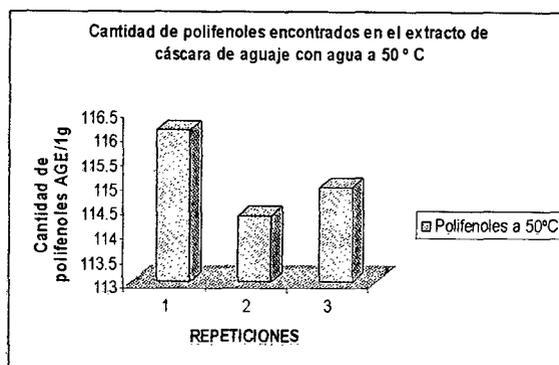


Anexo 2. Contenido de polifenoles.

Pulpa

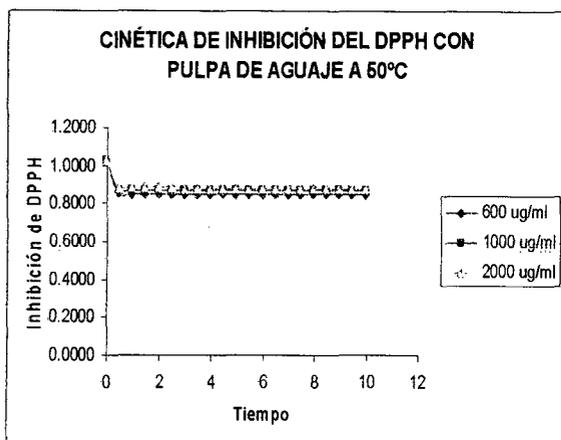


Cáscara

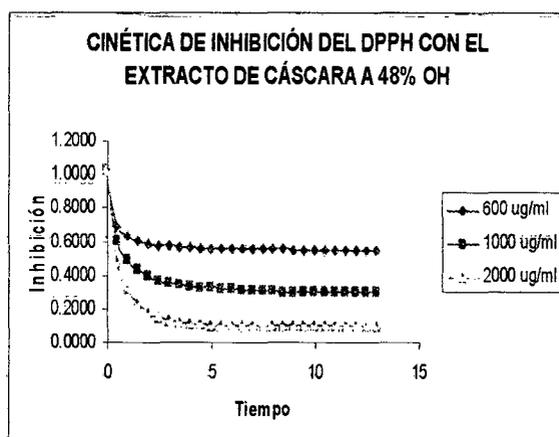
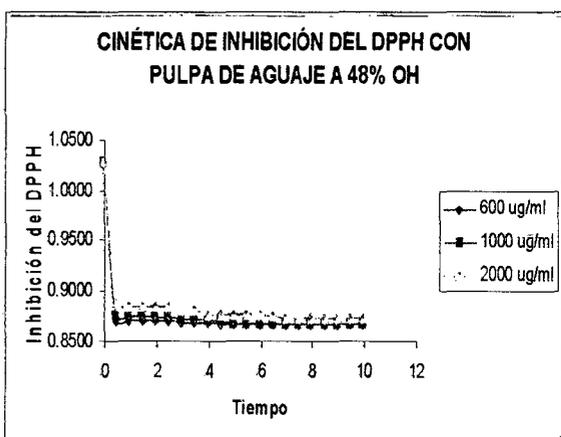
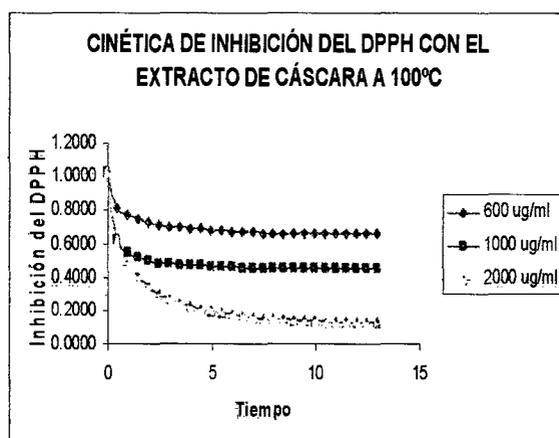
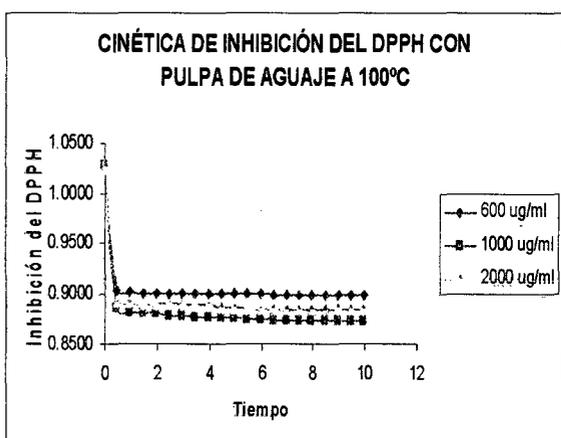
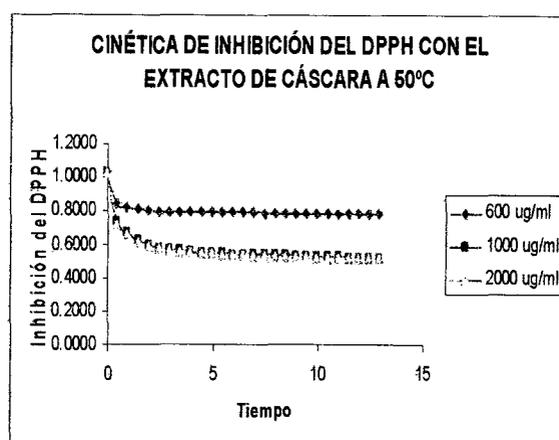


Anexo 3. Cinética de inhibición del radical libre DPPH.

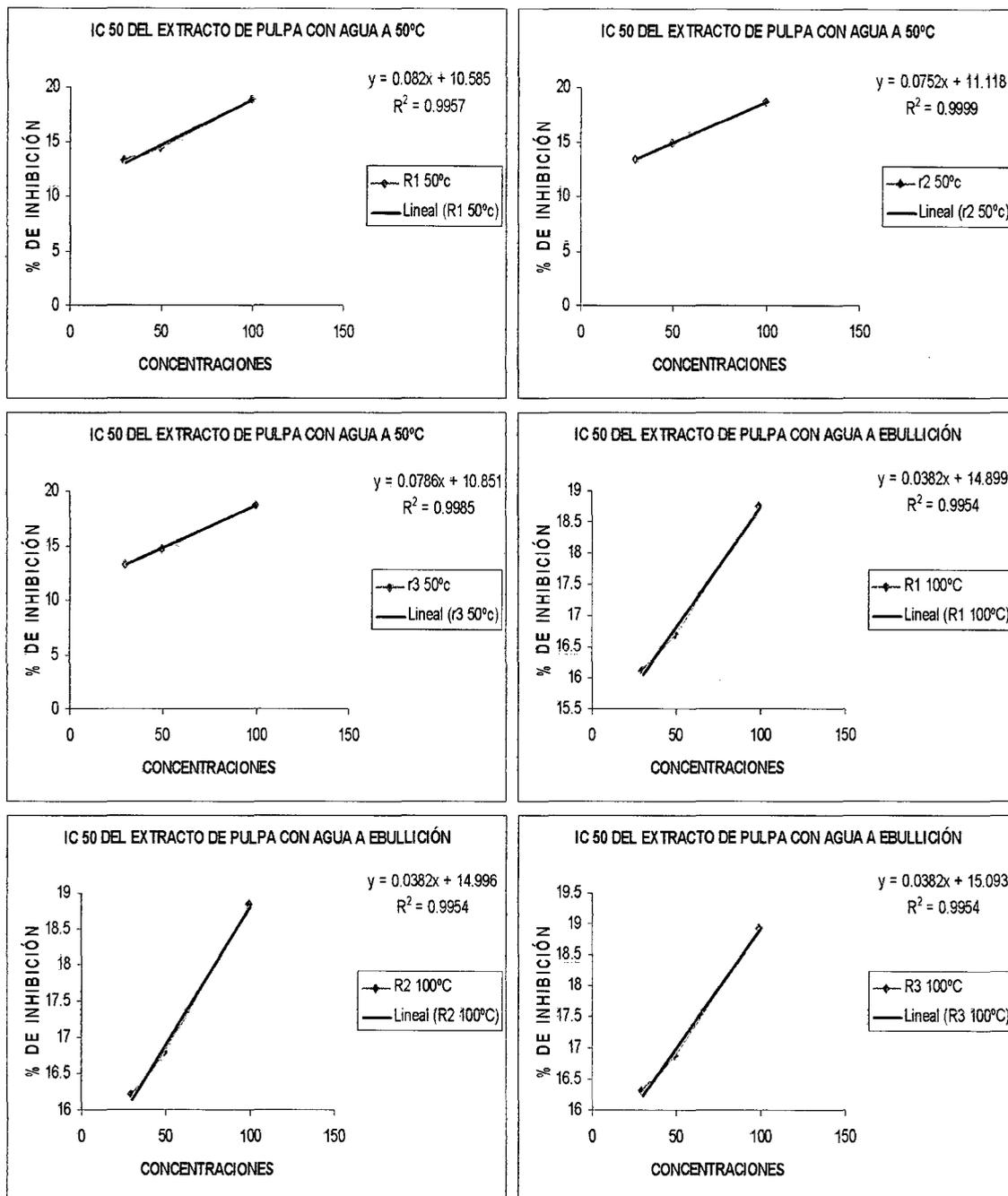
Pulpa

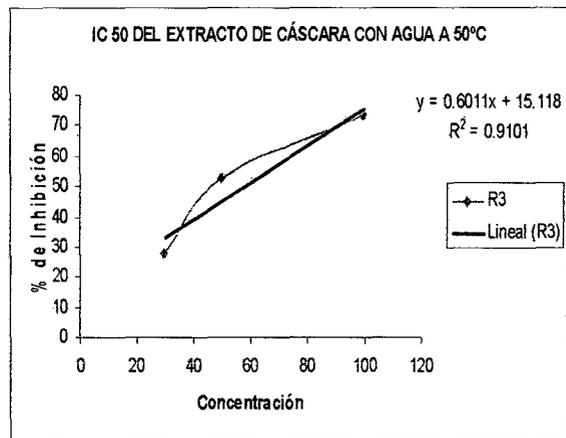
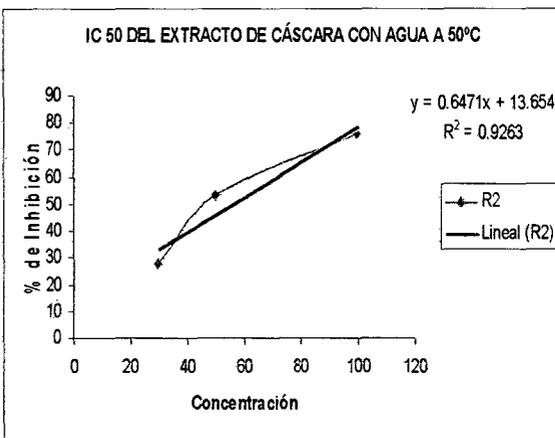
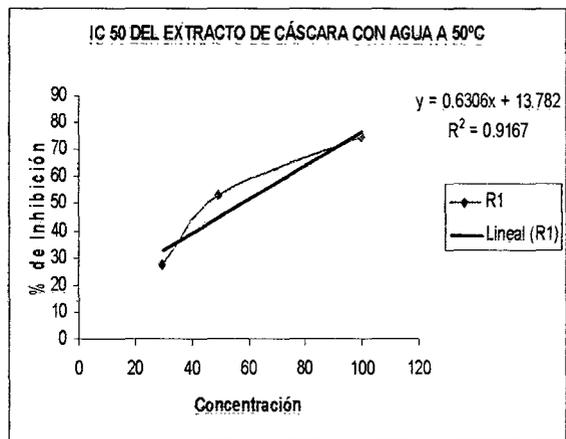
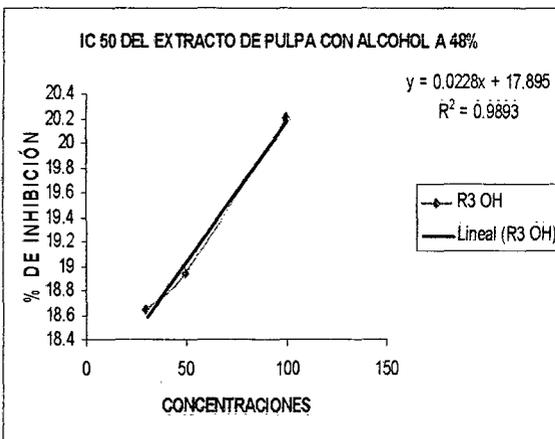
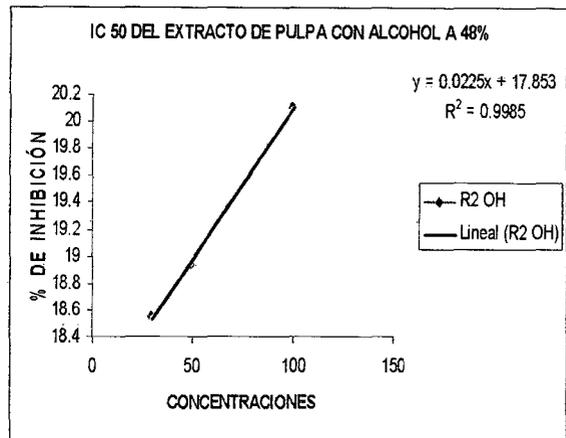
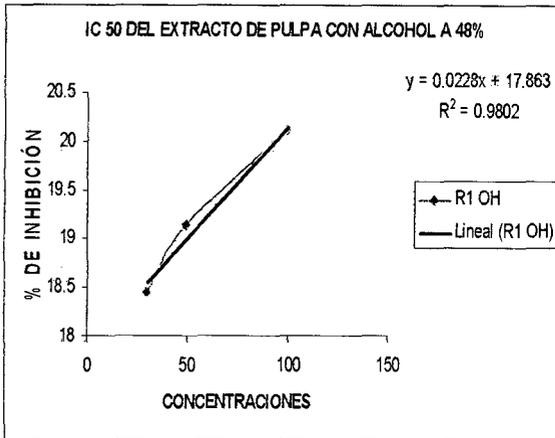


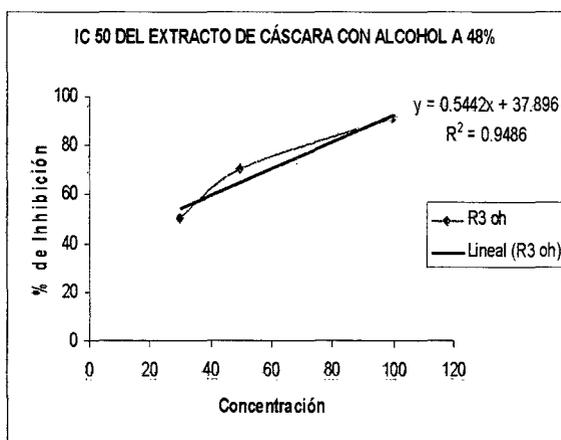
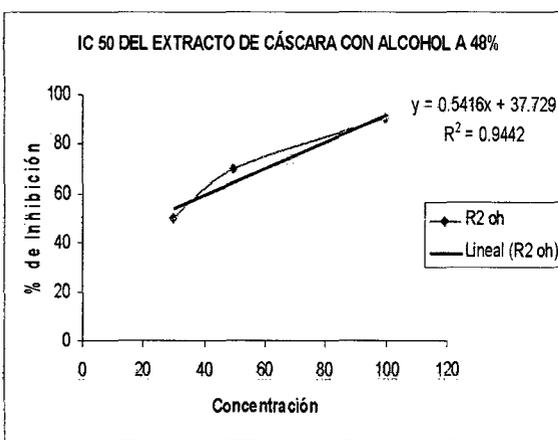
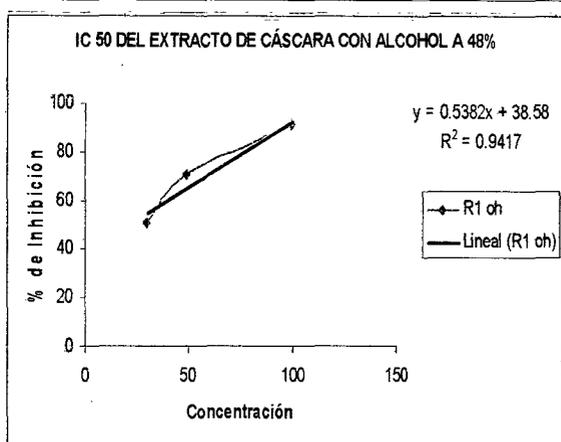
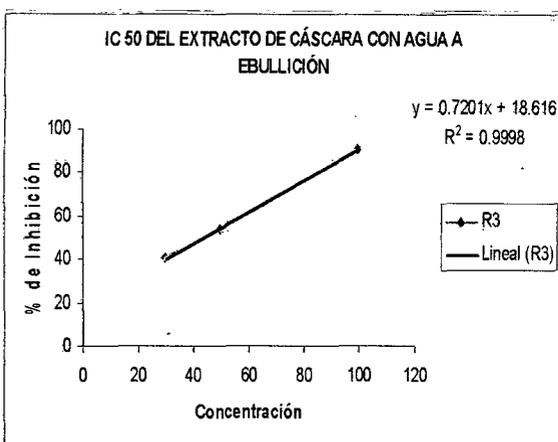
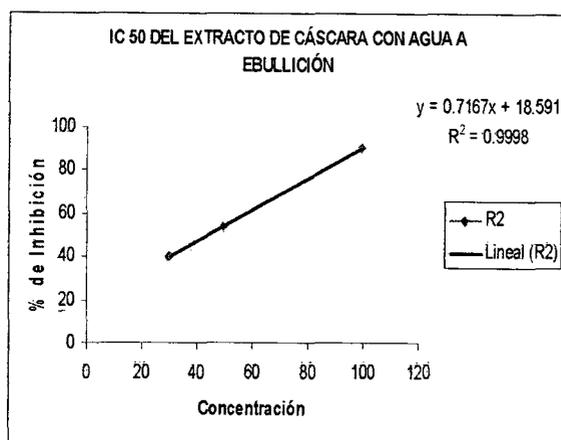
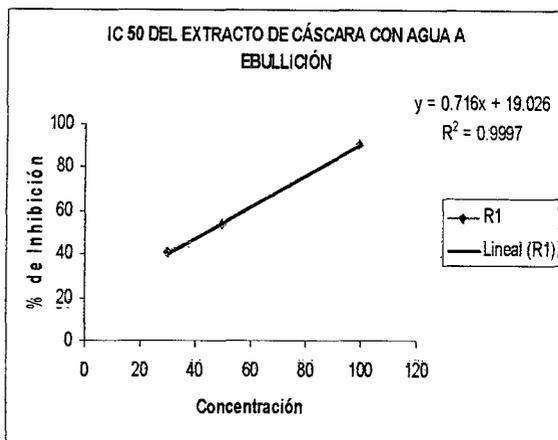
Cáscara



Anexo 4. Regresión lineal simple para la obtención del IC₅₀ de la pulpa y cáscara de aguaje.







Anexo 5. Análisis estadísticos.

Polifenoles totales en la cáscara y pulpa de aguaje.

Cuadro 9. Análisis de varianza de la cantidad de polifenoles en la pulpa de aguaje.

F. de Variación	GL	SC	CM		Fcal	Ftab
Extractos	2	831.1440	415.5720	**	27.15	5.14
Error Exp.	6	91.8274	15.3046			
Total	8	922.9714				
	CV=	12.56%				

Cuadro 10. Prueba múltiple de medias Duncan entre los extractos de pulpa.

Extractos	N	Subset		
		1	2	3
2.00	3	20.8536		
3.00	3		26.6138	
1.00	3			43.2610
Sig.		1.000	1.000	1.000

Cuadro 11. Análisis de varianza de la cantidad de polifenoles en la cáscara de aguaje.

F. de Variación	GL	SC	CM		Fcal	Ftab
Extractos	2	4781.7353	2390.8676	**	8.57	5.14
Error Exp.	6	1674.2036	279.0339			
Total	8	6455.9389				
	CV=	11.25%				

Cuadro 12. Prueba múltiple de medias Duncan entre los extractos de cáscara.

Extractos	N	Subset		
		1	2	3
1.00	3	115.1279		
2.00	3		153.2690	
3.00	3			189.3695
Sig.		1.000	1.000	1.000

Cuadro 13. Análisis de varianza combinado entre la pulpa y cáscara de aguaje.

F. de Variación	GL	SC	CM		Fcal	Ftab
Parte de Fruto	1	62016.21054	62016.21054	**	421.39	4.75
Extractos	2	1096.23165	548.115826		3.72	3.89
Extractos Parte de F.	2	4516.6476	2258.3238	**	15.35	3.89
Error conjunto	12	1766.0310	147.1692532			
Total	17	69395.1208				

Capacidad antioxidante de la cáscara y pulpa de aguaje.

Cuadro 14. Análisis de varianza de la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaje.

F. de Variación	GL	SC	CM		Fcal	Ftab
Extractos	2	1926637.5629	963318.7814	**	3.47	5.14
Error Exp.	6	1665129.2446	277521.5408			
Total	8	3591766.8075				
	CV=	38.07%				

Cuadro 15. Prueba múltiple de medias Duncan en la capacidad antioxidante de la pulpa de aguaje.

Extractos	N	Subset		
		1	2	3
1.00	3	498.5992		
2.00	3		916.3351	
3.00	3			1415.4624
Sig.		1.000	1.000	1.000

Cuadro 16. Análisis de varianza de la capacidad antioxidante de la cáscara de aguaje.

F. de Variación	GL	SC	CM		Fcal	Ftab
Extractos	2	2025.3614	1012.6807	**	75.44	5.14
Error Exp.	6	80.5456	13.4243			
Total	8	2105.9069				
	CV=	8.90%				

Cuadro 17. Prueba múltiple de medias Duncan en la capacidad antioxidante de la cáscara de aguaje.

Extractos	N	Subset		
		1	2	3
3.00	3	22.0392		
2.00	3		43.5557	
1.00	3			57.2107
Sig.		1.000	1.000	1.000

Cuadro 18. Análisis de varianza combinado de la capacidad antioxidante entre pulpa y cáscara de aguaje.

F. de Variación	GL	SC	CM		Fcal	Ftab
Parte de Fruto	1	8109898.55242	8109898.552	**	58.44	4.75
Extractos	2	903272.56482	451636.2824		3.25	3.89
Extractos Parte de F.	2	1025390.3594	512695.1797		3.69	3.89
Error conjunto	12	1665209.7902	138767.4825			
Total	17	11703771.2668				

Anexo 6. Imágenes del proceso de ejecución de la tesis.

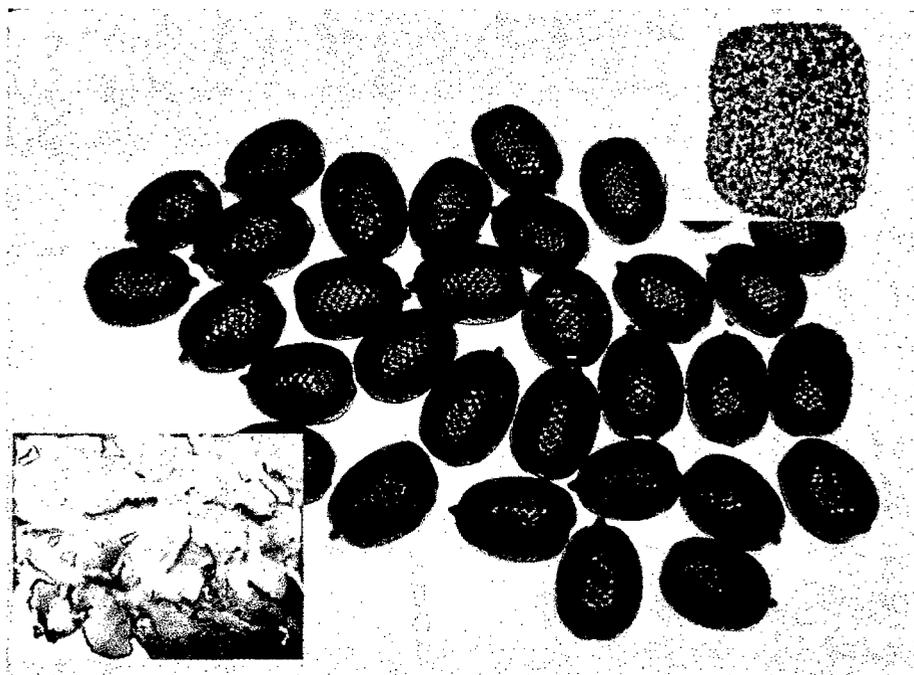


Figura 1. Fruto del aguaje recolectado en afilador - Tingo María, a la izquierda la pulpa y a la derecha la cáscara.



Figura 2. Moliendo las muestras, para luego pasarlas por el proceso de dilución y filtrado.

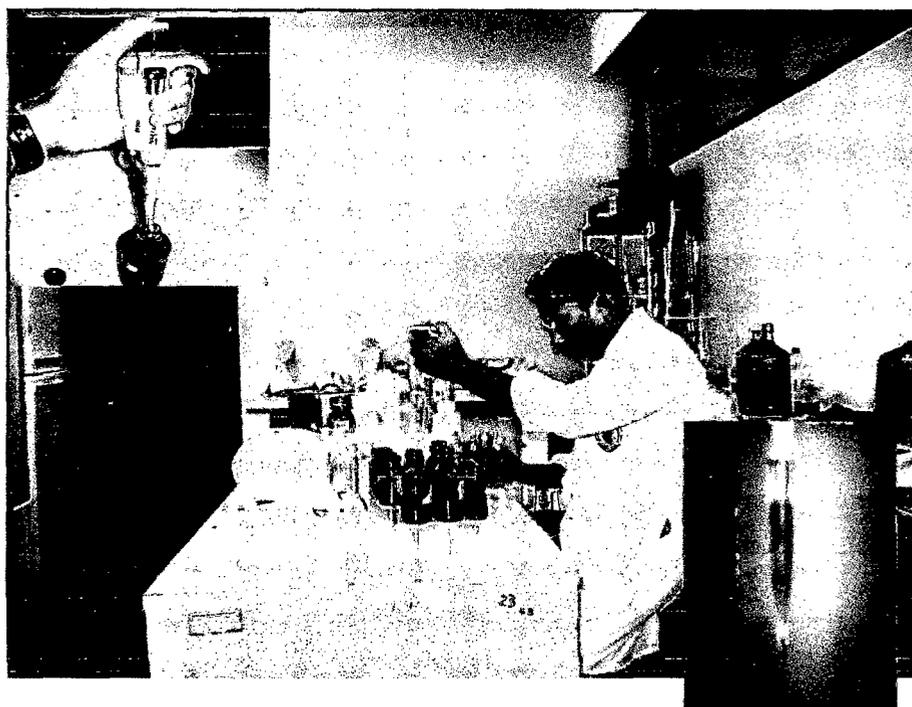


Figura 3. Demostrando la capacidad antioxidante por el método descrito por BRAND y WILLIAMS (1995), a la derecha el color del radical DPPH, a la izquierda la micropipeta.



Figura 4. El espectrofotómetro, que cuya lectura es la absorbancia de los rayos ultravioletas.

Anexo 7. Mapa de ubicación del “aguaje”

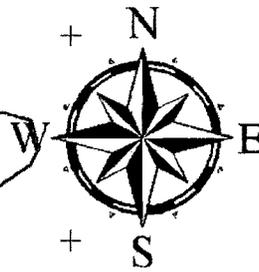
390600 390700 390800 390900 391000 391100 391200 391300 391400 391500

8969200
8969100
8969000
8968900
8968800
8968700
8968600

8969200
8969100
8969000
8968900
8968800
8968700
8968600

LEYENDA

- * Aguajes
- ∩ Vias de acceso
- ∩ Río Huallaga
- ∩ Curvas de Nivel



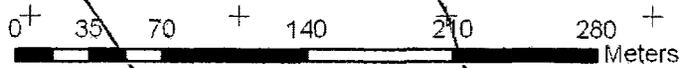
Via Tingo Maria - Huánuco

Río Huallaga

720

*

*



MAPA DE UBICACIÓN

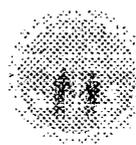
"Aguaje" *Mauritia flexuosa* L. F.
georreferenciado de donde se
extrajo las muestras para la tesis

Ubicación:	Huánuco Leoncio Prado Rupa Rupa	Escala: 1/3500 DATUM: WGS 84
------------	---------------------------------------	---------------------------------

390600 390700 390800 390900 391000 391100 391200 391300 391400 391500

Anexo 8. Identificación de la variedad “shambo”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EL ESPECIALISTA EN DENDROLOGIA TROPICAL DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, QUE SUSCRIBE:

CERTIFICA

Que, la muestra que tengo a la vista y la observación realizada en campo pertenece a : *Mauritia flexuosa* Lin. F. ; Var. shambo " Aguaje"

Se expide el presente a solicitud del interesado para los fines pertinentes.

Tingo María, 02 de enero del 2009.



Ríos García
Dendrología

VIII. GLOSARIO

1. **Antioxidante:** Que evita o protege de la oxidación.
2. **Cinética:** Estudio de la velocidad de las reacciones químicas.
3. **Curva patrón:** Para calcular la concentración de polifenoles totales.
4. **DPPH:** Radical 2,2 - diphenyl -1- picrylhidrozyf
5. **Extracto:** Acción de extraer de las sustancias orgánicas las partes solubles en agua, a una temperatura mayor que la del ambiente y menor que la del agua hirviendo.
6. **Espectrofotómetro:** Instrumento para desdoblar un haz heterogéneo de radiación electromagnética en sus distintos componentes y dar una indicación de la transferencia de energía entre cada uno de ellos y una sustancia en estudio.
7. **Inhibición:** Proceso mediante el cual se impide la manifestación de un comportamiento.
8. **Radical libre:** Es cualquier molécula que contiene uno o más electrones desapareados.
9. **Pulpa y cáscara:** Partes del fruto llamado así comúnmente