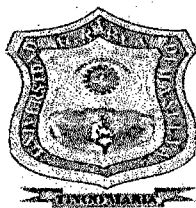


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGIA

MENCION: GESTION AMBIENTAL



CARACTERIZACIÓN EDÁFICA Y SU RELACIÓN CON EL CONTENIDO DE GRASA Y COLORANTES TOTALES EN LA FLOR MASCULINA DE (*Mauritia flexuosa* L. F.) "AGUAJE"

Tesis para optar el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

DAZA PANDURO, Gunter

Tingo María

2014



**TM
FOR**

DAZA PANDURO, GUNTER

Caracterización edáfica y su relación con el contenido de grasa y colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "AGUAJE"

63 páginas.; 19 cuadros; 24 figuras.; 32 ref.; 30 cm

Tesis (Maestro en Ciencias en Agroecología Mención: Gestión Ambiental) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú).
Escuela de Posgrado.

1- AGUAJE

2- JOVEN

3- ADULTA

4- ROTAVAPOR

5- GRASA

6- COLORANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCION



Av. Universitaria s/n .Telefax (062) 561070-Email: posgrado@unas.edu.pe

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y el Compromiso Climático"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad universitaria, siendo las 4.00 p.m. del día miércoles 21 del mes de mayo de 2014, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la UNAS, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"Caracterización Edáfica y su Relación con el Contenido de Grasa y Colorantes Totales en la Flor Masculina de (*Mauritia flexuosa* L.F.) "Aguaje".

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, Mención Gestión Ambiental, **Ing. GUNTER DAZA PANDURO.**

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **BUENO.**

Acto seguido, a horas 5.30 p.m el Presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente Acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....
M.Sc. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Presidente del Jurado

.....
Dra. TANIA GUERRERO VEJARANO
Miembro del Jurado

.....
M.Sc. JOSE KALION GUERRA LU
Miembro del Jurado

.....
M.Sc. HUGO HUAMANI YUPANQUI
Miembro del Jurado - Asesor

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y fuerzas para realizar mis deseos de superación.

A mis queridos padres: Gunter y Lourdes, con eterna gratitud, por su amor, apoyo; en la realización de mis anhelos y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

A mi hija Luciana, que con su ternura me da más ganas para seguir superándome.

A mi hermana Eveling, por su apoyo moral, cariño y amistad. A mis sobrinos, Slomy y Stefano.

A mis familiares: Abuelo, tios(as), primos(as), padrinos; que significaron un estímulo para mi superación.

En memoria de mi hermana Rosmery, mi abuelita Teófila y mi tía Zoila; quienes desde la eternidad guían mi vida.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.
- A la Escuela de Posgrado de la UNAS, a sus docentes y trabajadores, por su apoyo y consejos durante mi formación profesional.
- A mis jurados M.Sc. Lucio Manrique de Lara Suarez, presidente y a los miembros Dra. Tania Guerrero Vejarano y M.Sc. José Guerra Lu, por la revisión y sugerencias técnicas, científicas y académicas para la mejora en la ejecución y redacción del trabajo.
- A mis asesores: M.Sc. Hugo Huamani Yupanqui y M.Sc. Gunter Daza Rengifo, por su amistad, confianza y apoyo incondicional en la elaboración, ejecución y culminación del presente trabajo.
- A mi padre Gunter, mi madre Lourdes, por sus apoyo incondicional, económico, sus consejos para la elaboración, ejecución y culminación del trabajo.
- Al Ing Melchor Soría Iturre, por el apoyo brindado.
- A los técnicos de los laboratorios por su colaboración y apoyo durante la ejecución del trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I INTRODUCCIÓN.....	01
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	03
2.1 Generalidades de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje".....	03
2.1.1 Descripción, distribución, ecología y suelos.....	03
2.1.2 Taxonomía.....	04
2.1.3 Utilización.....	04
2.1.4 Valor nutritivo del fruto.....	05
2.1.5 Estudios realizados en la flor de aguaje.....	07
2.2 Suelo	07
2.2.1 El suelo como soporte de la vegetación.....	08
2.2.2 Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas.....	09
2.2.3 Relación agua, suelo, planta, atmósfera.....	11
2.2.4 Condiciones edáficas del aguaje.....	12
2.2.5 Funciones celulares de los elementos nutritivos del suelo.....	13
2.3 Colorantes.....	14
2.4 Estabilidad de las grasas y antioxidantes.....	15
2.4.1 La vitamina A.....	16
2.4.2 El β - Caroteno.....	18
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Lugar y fecha de ejecución.....	21
3.2 Recurso vegetal.....	21
3.3 Materiales.....	21

3.3.1 De laboratorio.....	21
3.3.2 Equipos.....	22
3.3.3 Reactivos.....	22
3.4 Metodología.....	22
3.4.1 Tratamientos.....	22
3.4.2 Diseño estadístico.....	23
3.4.3 Indicadores a evaluarse.....	24
3.4.4 Procedimiento de la investigación.....	24
3.4.5 Diseño experimental.....	27
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1 Determinación del contenido de grasa.....	29
4.1.1 Análisis estadístico para el contenido de grasa.....	31
4.2 Determinación del contenido de colorantes totales.....	36
4.2.1 Análisis estadístico para el contenido de colorantes totales.....	39
4.3 Características físico químicas de los suelos extraídos de donde crece plantas masculinas jóvenes y adultas de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) “aguaje”.....	46
4.4 Relación entre la característica edáfica y el contenido de grasa y colorantes totales.....	49
V CONCLUSIONES.....	55
VI RECOMENDACIONES.....	57
VII ABSTRACT.....	58
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
IX ANEXOS.....	64
X GALERIA DE FOTOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Contenido de grasa de la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje" por lugar de procedencia y edad de las plantas.....	29
2 Análisis de varianza para el contenido de grasa de la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje".....	31
3 Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto repetición.....	32
4 Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto edad.....	33
5 Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto procedencia.....	35
6 Contenido de colorantes totales de la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje" por lugar de procedencia y edad de las plantas.....	37
7 Análisis de varianza para el contenido de colorantes totales en la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje".....	40
8 Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de colorantes totales en función del efecto repetición.....	41
9 Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de colorantes totales en función del efecto edad.....	42
10 Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de colorantes totales en función del efecto procedencia.....	44

11	Características físico químicas de los suelos donde crece plantas masculinas adultas y jóvenes de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) “aguaje”....	47
12	Análisis de correlación entre las propiedades del suelo y las cantidades de grasa y colorantes totales.....	51
13	ANVA de la significación de las propiedades del suelo sobre el contenido de grasa.....	52
14	ANVA de la significación de las propiedades del suelo sobre el contenido de colorantes totales.....	53
15	Contenido de grasa de la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) “aguaje” por lugar de procedencia y edad de las plantas.....	65
16	Contenido de colorantes totales en la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) “aguaje” por lugar de procedencia y edad de las plantas.....	66
17	Análisis del suelo para plantas masculinas adultas y jóvenes de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) “aguaje” procedentes de Tingo María.....	67
18	Análisis del suelo para plantas masculinas adultas y jóvenes de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) “aguaje” procedentes de Aucayacu.....	68
19	Análisis de correlación entre el contenido de grasa y colorantes totales con la composición fisicoquímica del suelo.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Diferentes coloraciones del β - caroteno.....	19
2 Metodología experimental para el estudio de la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje".....	25
3 Diseño para la determinación de colorantes totales presente en la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje".....	26
4 Diseño experimental para el análisis del suelo en donde crecen plantas masculinas de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje" y determinación de colorantes totales en la flor.....	28
5 Contenido de grasa en la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje, por lugar de procedencia y edad de las plantas.....	30
6 Medias de los porcentajes de grasa en la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje" en función a la edad de las plantas.....	34
7 Medias de los porcentajes de grasa en la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje" en función a la procedencia de las plantas.....	36
8 Contenido de colorantes totales en la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje", por lugar de procedencia y edad de las plantas.....	38
9 Medias de los porcentajes de colorantes totales en la flor masculina de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje" en función a la edad de las plantas.....	43
10 Medias de los porcentajes de colorantes totales en la flor masculina	

de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje" en función a la procedencia de las plantas	45
11 Plantas jóvenes de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje".....	71
12 Brotes del botón para las flores.....	71
13 Brote del botón de flor femenina.....	72
14 Racimo de inflorescencia masculina.....	72
15 Planta masculina joven de (<i>Mauritia flexuosa</i> L. F.) "aguaje"	73
16 Recolección de la flor	73
17 Secado de la flor	74
18 Extracción de grasa.....	74
19 Enfriado de balones con grasa.....	75
20 Muestras filtradas de la flor macerada.....	75
21 Rotavapor en funcionamiento.....	76
22 Evaporación al vacío del solvente en el rotavapor.....	76
23 Enfriado de los balones con colorante.....	77
24 Espectrofotómetro de absorción atómica.....	77

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El objetivo general planteado fue la caracterización edáfica y su relación con el contenido de grasa y colorantes totales en la flor masculina de plantas adultas y jóvenes de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje", procedentes de Tingo María y Aucayacu.

El material vegetal fue recolectado, secado en estufa, molido y en ello se realizó la determinación de grasa por el método de soxhlet, la determinación de colorantes totales se realizó siguiendo el método reportado por BONILLA (1994), en el caso del suelo, el análisis en el espectrofotómetro; se realizó previo muestreo.

La mayor cantidad de grasa y colorantes totales se obtuvieron en las plantas masculinas adultas de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" procedentes de Tingo María; con 6,783 % y 18,033 %, respectivamente. Las condiciones edáficas del suelo, **específicamente la CIC y el calcio**, tienen influencia en el contenido de grasa y colorantes totales de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje", así en los suelos con menor fertilidad estos componentes son mayores.

Palabras claves: Aguaje, joven, adulta, rotavapor, grasa, colorante.

I INTRODUCCIÓN

A nivel mundial cada día se produce en forma alarmante la pérdida y deterioro de los recursos naturales, esto se debe a innumerables motivos siendo lo más acentuado el accionar del hombre sobre ellos; lo cual generalmente se debe al desconocimiento de la utilidad que se le podría dar a la mayoría de recursos vegetales.

En la amazonía existe diversidad de plantas y frutales nativos que son muy apreciados, a los que no se han estudiado ampliamente sobre el posible uso de las diferentes partes de la misma. Una de estas plantas es el aguaje, GONZALES, C. *et al* (2010) mencionan que el aguaje es un excelente componente en los sistemas agroforestales, ya que tiene una plasticidad para adaptarse a diferentes tipos de suelos y su manejo no es exigente. DEL CASTILLO, *et al* (s.d.) refieren que el aguaje además de los beneficios que provee, sus servicios ambientales son aún más sobresalientes: El aguajal es un gran almacén de carbono, por lo que su papel en la mitigación del cambio climático mundial es de gran importancia, almacena más de 600 toneladas de dióxido de carbono por hectárea, siendo entre tres a cinco veces más que cualquier otro ecosistema tropical.

FUNDACION PERUANA PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (2006) resalta que 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. DAZA (2008) determinó que la flor del aguaje tiene alto contenido de grasa y colorantes totales y estas cantidades son mayores en la flor masculina.

El aguaje se desarrolla en zonas pantanosas llamados aguajales, estos son suelos marginales, sin embargo no se conoce las condiciones edáficas en que estas plantas habitan y si existe relación con el contenido de grasa y colorantes totales; por lo que surge la inquietud de realizar el presente trabajo de investigación, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos: General; realizar la caracterización edáfica y su relación con el contenido de grasa y colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa L. F.*)” aguaje”; y como objetivos específicos; caracterizar las condiciones edáficas del hábitat del aguaje, determinar el contenido de grasa y los colorantes totales en la flor masculina del aguaje, determinar si existe relación entre la característica edáfica y el contenido de grasa y los colorantes totales en la flor masculina del aguaje, determinar si existe variación en estos componentes, entre la flor recolectada en Tingo María y Aucayacu; del mismo modo si estas cantidades varían entre una planta joven y una adulta.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de (*Mauritia flexuosa* L. F.)" aguaje"

2.1.1 Descripción, distribución, ecología y suelo

Según REGIÓN LORETO (2006), el aguaje es una especie nativa amazónica, probablemente originaria de las cuencas de los ríos Huallaga, Marañon 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.

AVALOS, C. (2009) adiciona que el aguaje es una planta dióica, es decir, tiene árboles masculinos y femeninos, siendo estos últimos los únicos que producen frutos, su altura promedio es de 25 metros, pero pueden medir hasta 35 metros. Las hojas son compuestas, flabeladas, de 5 - 6 metros de longitud, agrupadas en número de 10 - 20 en la parte terminal del tallo formando la copa; las inflorescencias masculina y femenina son interfoliares, iguales en tamaño y forma, de 2 - 3 metros de largo; las flores masculina 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 de 40 a 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.

2.1.2 Taxonomía

MOSTACERO *et al* (2002) reportan que el aguaje tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Plantae
División	: Angeospermae
Clase	: Monocotyledonae
Orden	: Arecales
Familia	: Arecaceae
Género	: <i>Mauritia</i>
Especie	: <i>M. flexuosa</i>
Nombre científico	: <i>Mauritia flexuosa</i> L. F.

Nombres comunes: REGIÓN LORETO (2006) dice que al aguaje se le conoce como: Aguaje, achual (Perú); caranday-guazu, ideui (Bolivia); buriti, buriti-do-brejo, mirita, buritirana (Brazil); canangucha, moriche, aguaje, mirita (Colombia); moriche (Venezuela).

2.1.3 Utilización

Para REGIÓN LORETO (2006) el aguaje es una especie de uso múltiple; el uso principal del fruto es en la alimentación directa humana, el consumo tradicional es masticando directamente el mesocarpo del fruto. El fruto maduro se ablanda en agua, las escamas se eliminan y se extrae el mesocarpo. Las bebidas de aguaje se preparan diluyendo el mesocarpo, en agua con azúcar o sometiendo a fermentación; el mesocarpo también puede deshidratarse y reconstituirse para bebidas. Otros productos que se obtienen del mesocarpo son harinas y aceite.

De las hojas se obtienen fibras para uso doméstico y artesanía, las hojas se usan directamente en el techado de viviendas rústicas; del pecíolo se obtiene pulpa para papel. Las inflorescencias jóvenes se cortan o amarran para coleccionar savia dulce que se consume directamente fermentado como bebida alcohólica o se hierve para obtener azúcar. El estípite o tallo se utiliza como puente, y "batido" como piso o separador de ambientes o como cerco muerto. De la médula del tronco se obtiene harina comestible casi puro almidón; en las palmas caídas o tumbadas y en pudrición proliferan "suris" (*Rhynchoporus palmarum*) que se consumen crudos, asados o cocinados. Del meristema terminal, se obtiene palmito.

2.1.4 Valor nutritivo del fruto

PERU ECOLÓGICO (2006) menciona que el aguaje es una de las palmeras más importantes de la amazonía, pues tiene múltiples usos: como alimento, para la industria, la construcción y la artesanía. Según DEL CASTILLO, *et al* (s.d.), la pulpa del fruto del aguaje es uno de los alimentos más nutritivos del trópico; su contenido de vitamina A es cinco veces mayor al de la zanahoria. PLANTAS MEDICINALES (2010) considera que la pulpa de aguaje tiene propiedades altamente nutritivas y curativa ya que contiene aminoácidos esenciales, es rico en carotenos (provitamina A), posee antioxidantes, es un potente depurativo, es rico en fitoestrógeno (hormonas vegetales), además posee considerable dosis de ácidos oleicos que son muy importantes para la salud y la belleza.

Entre tanto DEL CASTILLO, *et al* (s.d.) dicen que el aguaje es el fruto con mayor reserva de betacaroteno (vitamina A), ya que tiene 5 veces más

que la zanahoria y la espinaca; lo que lo convierte en un inigualable recurso para la dieta de niños y madres gestantes, pues ayuda a la formación y el mantenimiento de dientes sanos, de tejidos óseos blandos, de las membranas mucosas y de la piel. Esta vitamina contribuye a la mejor visión, y también es necesaria durante la reproducción y la lactancia.

Así mismo la FUNDACION PERUANA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (2006), resalta que muchos laboratorios, quienes trabajan en base a medicinas naturales; están comercializando cápsulas y extractos elaborados con la pulpa, lo que ha generado un gran interés por este producto en otros países.

REGIÓN LORETO (2006) reporta que el aguaje es una especie aún no domesticada, que tiene un gran potencial económico en la selva peruana. La pulpa del aguaje es el alimento más nutritivo de los frutos del trópico.

Este mismo autor hace referencia que existe tradición de consumo del aguaje que ha generado una economía importante, en el mercado local existe disponibilidad de abundante germoplasma diversificado con ecotipos que producen frutos con elevados tenores de provitamina A (5 000 UI/g de aceite) y de ácidos oléicos que son muy importantes en la alimentación humana; el "dulce de burití" preparado del mesocarpo del aguaje, contiene 1116 ug/100g. de vitamina A como retinol suficientes para eliminar la hipovitaminosis A que afecta a los niños desnutridos.

Las desventajas que limitan el desarrollo masivo del cultivo, son el carácter dióico de la especie, la reducida proporción de mesocarpo respecto al fruto (12 - 13 %), métodos deficientes de cosecha, nulo desarrollo agronómico y tecnológico de conservación y de transformación del fruto y falta de mercados externos. Es de urgente necesidad, la implementación de políticas promotoras que factibilicen la investigación, producción, industrialización y la comercialización de los productos derivados del aguaje. (REGIÓN LORETO 2006).

2.1.5 Estudios realizados en la flor del aguaje

La flor de aguaje hasta la fecha no fue materia de estudio, posiblemente por que se creía que no tenía compuestos que se podrían utilizar. DAZA (2008) en su trabajo de pregrado efectuado en la flor masculina y femenina del aguaje titulado Composición Química de la flor de (*Mauritia flexuosa L. F.*) "aguaje" en Tingo María, determinó que la flor masculina del aguaje posee importantes componentes que se puede utilizar para la salud, la alimentación humana y otros. Dentro de estos compuestos tenemos la grasa y los colorantes; por lo que es importante efectuar un trabajo con árboles de aguaje que desarrollan en lugares diferentes, del mismo modo determinar si existe variación en estos componentes entre una planta joven y una adulta.

2.2 Suelo

GARCIA (2005) aclara que los conceptos de suelo y tierra suelen prestarse a confusión, se define como suelo a la "capa superior de la superficie sólida del planeta, formada por meteorización de las rocas, en la que están o pueden estar

enraizadas las plantas y que constituye un medio ecológico particular para ciertos tipos de seres vivos".

Hasta finales del siglo XIX se tenía un concepto del suelo como un medio inerte, estable y pasivo. Hoy en día, sin embargo, se considera que el suelo es un medio **complejo, dinámico y permeable**. La complejidad se deriva de los múltiples componentes del suelo, todos ellos íntimamente interrelacionados:

- **Aire:** Es decir, una atmósfera con características propias.
- **Agua:** Con un aprovechamiento y economía determinados.
- **Partículas minerales:** Procedentes de la roca sobre la que se forma el suelo o formadas en el seno del propio suelo.
- **Materia orgánica:** Que puede aparecer en distintas formas y que procede de los desechos de animales y plantas que viven sobre el suelo.
- **Seres vivos:** Pertenecientes a una multitud de grupos animales y vegetales que realizan transformaciones físicas y bioquímicas del resto de los componentes del suelo.

El suelo está constituido por: Agua 25 %, aire 25 %, materia mineral 45 %, materia orgánica 5 %.

2.2.1 El suelo como soporte de la vegetación

GARCIA (2005) establece que la relación de las plantas superiores con el suelo es muy amplia y completa, el papel fundamental del estudio del suelo es hacer de él un hábitat óptimo para las plantas, de aquí que todo gire en torno a la planta aunque no podamos reducir la relación suelo planta a un

epígrafe sencillo dentro del contexto general del suelo como hábitat. Existe un intercambio continuo de sustancia entre el suelo y la planta, pero son fundamentalmente sus raíces las que, al estar en íntimo contacto con el suelo, afectan de forma más intensa a la formación, la evolución y la degradación de este. En la relación suelo planta se han de considerar dos aspectos primordiales:

- Soporte físico.
- Aportador de nutrientes.

2.2.2 Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas

En el suelo es donde las plantas terrestres desarrollan sus raíces, con las que absorben el agua y los nutrientes imprescindibles para su vida. Al mismo tiempo les sirve de anclaje para poder sostener toda su parte aérea, con la que realizan la fotosíntesis. Por lo tanto, las propiedades del suelo que más van a influir en el desarrollo de las plantas terrestres serán las que determinen la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como el crecimiento y expansión de las raíces.

IBAÑEZ (2006) analiza que las distintas especies de plantas, como todos los demás organismos vivos, necesitan determinadas condiciones ambientales para desarrollarse y reproducirse. A esto se debe el que determinadas especies de plantas puedan crecer de forma natural, o puedan ser cultivadas, en unos determinados países, comarcas o localidades, y en otros no. En el caso de las plantas terrestres los principales factores ambientales que determinan su supervivencia son las temperaturas y el agua disponible, los cuales vienen determinados en primer lugar por el clima de la

región. Por lo tanto, el clima es el factor que más influye sobre la distribución de las plantas y de los distintos tipos de vegetación, y es el que determina, en mayor medida, sus límites de distribución.

El lugar ideal para la vida de las plantas terrestres es la selva tropical húmeda (pluvial), donde llueve mucho y las temperaturas son altas durante todo el año. En estos ambientes, los más ricos en vida de la tierra, el principal problema con el que se encuentran las plantas es la gran densidad de la vegetación y su lucha por la luz. Sin embargo los suelos no son ricos. En su mayoría son ácidos y pobres en nutrientes al estar muy lixiviados (lavados) por las abundantes lluvias, pero tienen una capa superficial de restos de vegetación en rápida putrefacción con gran cantidad de organismos descomponedores. Las raíces se extienden en superficie para captar rápidamente los nutrientes liberados en la descomposición de los restos orgánicos, y esta es la razón de que muchos de sus árboles presenten grandes contrafuertes en la base de sus troncos, pues sus raíces son poco profundas (no necesitan profundizar en busca de agua y la mayoría de los nutrientes están en la capa superficial). (IBAÑEZ 2006).

La FAO (2005) reporta que la capacidad de intercambio catiónico es una medida importante de la fertilidad a la productividad potencial de los suelos. Gracias a su estructura química, las partículas de arcilla y la materia orgánica del suelo tienen carga negativa neta. Esto significa que los cationes (iones con carga eléctrica positiva) son atraídos y retenidos sobre la superficie de estos materiales del suelo. Los cationes de la solución del suelo están en equilibrio dinámico con los cationes absorbidos sobre la superficie de la arcilla y

la materia orgánica. La CIC es una medida de la cantidad de cationes que pueden ser absorbidos o retenidos por un suelo. Los suelos contienen cantidades variables y clases diferentes de arcilla y materia orgánica, de modo que la CIC total varía ampliamente. La materia orgánica tiene una CIC alta, por lo que los suelos con un alto contenido de materia orgánica presentan por lo general una CIC mayor que la de los suelos con un bajo contenido de materia orgánica. Los cationes que revisten mayor importancia en lo que se refiere a las plantas son el calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), potasio (K^+), amonio (NH_4^+), sodio (Na^+) e hidrógeno (H^+). Los primeros cuatro cationes son nutrientes de las plantas y son importantes para el crecimiento vegetal. Los dos últimos tienen un efecto marcado sobre las características físicas y químicas del suelo.

2.2.3 Relación agua, suelo, planta, atmósfera

ROJAS (s.d.) refiere que la vegetación constituye el principal factor de vida en la tierra pues es el mayor transformador de sustancias que existe y es el principal elemento de la cadena alimentaria del planeta; sin vegetación no puede existir otro tipo de vida sobre la tierra y ésta depende del agua, el suelo y la atmósfera. El agua constituye más del 70 % de las plantas, el suelo le sirve de sustento y proveedor de nutrientes y la atmósfera controla el suministro de agua, energía, oxígeno, nitrógeno y CO_2 . El agua constituye la mayor superficie del planeta, sin embargo, su distribución espacial y temporal es tan irregular que genera grandes contrastes tales como desiertos y zonas anegadizas. Por otra parte, la distribución de los suelos y calidad de los mismos implica que muchas veces aún con disponibilidad de fuentes de agua no es posible su utilización.

En la actualidad se han popularizado los temas de “impactos ambientales” y “desarrollo sostenible” lo cual implica que en la planificación del desarrollo de los recursos naturales y en especial de la producción vegetal, es necesario tomar muy en cuenta el tema en cuestión para no repetir errores del pasado.

2.2.4 Condiciones edáficas del aguaje

REGIÓN LORETO (2006) menciona que el aguaje crece en terrenos temporales o permanentemente inundados, preferentemente en áreas pantanosas o con mal drenaje o en 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.

El hábitat natural del aguaje está formado por pantanos y zonas con mal drenaje en la amazonía donde predominan los suelos, permanentemente o temporalmente, inundados llamada "aguajal". También se encuentra en terrazas bajas que no son inundadas por el río o en partes altas con suelos hidromórficos, donde el agua se origina en las lluvias, aunque en estos casos los grupos de plantas son más pequeños. En la selva peruana los aguajales ocurren en extensos pantanos, siempre con agua y cubiertos por una amplia vegetación lacustre entre la que sobresale el aguaje. En estos casos, los suelos tienen una capa bastante profunda de materia orgánica y pH muy ácido (3,5).

GONZALES, *et al* (2010) adicionan que en medio natural el aguaje crece en áreas inundables ubicadas en las zonas más bajas de las cuencas, llamados aguajales. Sin embargo el aguaje se adapta muy bien a áreas bien drenadas y a otros ambientes con diferentes tipos de suelo que van desde arenosos con abundante materia orgánica hasta suelos arcillosos y pesados de moderado drenaje.

El aguaje es una planta heliófila. En bosques naturales, la germinación y los primeros estados de desarrollo ocurren en la sombra, pero, el crecimiento posterior, especialmente la maduración sexual, requiere de la luz solar directa. En bosques asociados con otras especies, el aguaje tiende a ocupar el estrato más alto.

2.2.5 Funciones celulares de los elementos nutritivos del suelo

Según FASSBENDER *et al* (1999), cada elemento cumple las funciones celulares de los elementos nutritivos del suelo; además forman parte de estructuras complejas en beneficio de la planta; así tenemos:

2.2.5.1 Constituyentes de moléculas orgánicas. Forman parte de la estructura de aminoácidos y proteínas, entre ellos tenemos el nitrógeno y el azufre.

2.2.5.2 Reserva energética. Forman parte estructural de ésteres de carbohidratos, fosfolípidos, carbohidratos, etc, dentro de ellos tenemos al fósforo y al boro.

2.2.5.3 Forma iónica. Forman parte estructural de clorofila péctatos, etc; dentro de ellos tenemos potasio, magnesio, calcio y cloro.

2.2.5.4 Reacciones redox. Forman parte estructural de quelatos, mangamina, proteína (Fierro, manganeso, cobre). Otros no forman parte estructural pero cumplen funciones importantes como control hormonal, metabolismo de nitrógeno, etc (Cloro, molibdeno, zing, níquel y sodio).

2.3 Colorantes

ELERGONOMISTA (2007) considera que los colorantes son sustancias que pueden tener un origen natural o artificial y que se usan para potenciar el color de algunos alimentos, bien debido a que el alimento a sufrido pérdida de color durante el tratamiento industrial o bien para hacerlo más atractivo. Podría definirse también como aquellas sustancias que añaden color a un alimento incluyendo componentes naturales. Los pigmentos que se utilizan como colorantes y que se usan con fines nutritivos o para dar aromas, se puede obtener por métodos físicos o químicos.

Los colorantes naturales son considerados en general como inocuos y consecuentemente las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los colorantes artificiales, ya que estos causan daño en la salud del consumidor; cuando su uso es con frecuencia y en dosis excesivas.

MANACH, *et al* (2004) dicen que los carotenoides son pigmentos naturales ampliamente distribuidos, responsables del color amarillo, naranja y rojo de las frutas, raíces, flores, pescados, invertebrados y pájaros. Los carotenoides

ocurren invariablemente en los cloroplastos de las plantas superiores, aunque en este tejido fotosintético su color está enmascarado por el de la clorofila. También se encuentran en las algas, bacterias, hongos y levaduras. Se estima que la naturaleza produce aproximadamente 100 millones de toneladas de carotenoides al año. Los carotenoides hidrocarbonados se denominan colectivamente como carotenos, aquellos que contienen oxígeno se denominan xantofilas.

Según MARTINEZ *et al* (2002), la intensidad y matiz de los colores en los alimentos dependen de cuales carotenoides están presentes, sus concentraciones y estado físico. Los carotenoides son sustancias hidrofóbicas, lipofílicas y son virtualmente insolubles en agua. Se disuelven en solventes grasos como acetona, alcohol, éter etílico, tetrahidrofurano y cloroformo. Los carotenos son fácilmente solubles en éter de petróleo y hexano. Las xantofilas se disuelven mejor en metanol y etanol. En plantas y animales, los carotenoides ocurren como cristales o sólidos amorfos, en solución en medios lipídicos, en dispersión coloidal o en combinación con proteínas en fase acuosa. Aparte de permitir el acceso a los medios acuosos, la asociación de los carotenoides con las proteínas estabiliza el pigmento y cambia su color.

2.4 Estabilidad de las grasas y antioxidantes

La grasa al igual que los hidratos de carbono, son también combustibles, pero mucho más poderosos. Nos protegen del frío y nos dan energía para que nuestro organismo funcione. Ayudan a transportar y absorber las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) y a incorporar los ácidos grasos esenciales que no producimos.

Las grasas son una fuente concentrada de calor y energía a la que el cuerpo recurre cuando lo necesita. Cada gramo de grasa provee al organismo 9 calorías, que representan más del doble de las que aportan los hidratos de carbono y las proteínas. Una vez que el organismo la obtiene, el exceso es utilizado por diferentes tipos de tejidos, pero en su mayoría se deposita en las células adiposas. Estos depósitos sirven como protección y aislamiento de diferentes órganos. La recomendación saludable es que en la alimentación diaria no haya más de un 30 % de grasas.

FALCONER *et al* (1998) resaltan que para prevenir el desarrollo de la rancidez oxidativa, la cual puede destruir las vitaminas A, D y E además de que puede causar otros problemas en los alimentos, se recomiendan los antioxidantes para todas las grasas alimenticias y se utilizan dos pruebas para medir la estabilidad.

El valor de peróxido, mide los miliequivalentes (meq) de peróxido que existe en un kilogramo de grasa y revela el estado actual de la rancidez oxidativa. Cualquier muestra de aceite, grasa o cebo, no deben de tener índices mayores de 3 meq/k. La prueba de método de oxígeno activo, es una medida del valor de peróxido después de 20 horas de burbujear aire en una muestra. Esta prueba está destinada a determinar la capacidad de la grasa de resistir la rancidez oxidativa en el almacenamiento.

2.4.1 La vitamina A

ALMEIDA *et al* (2002) establecen que la vitamina A, o retinol, es una de las cuatro vitaminas liposolubles existentes. El retinol se puede encontrar

como alcohol libre o esterificado por un ácido graso. Además existen otras sustancias que se pueden transformar en retinol con mayor o menor eficacia, y que consecuentemente también tienen actividad como vitamina A. Esto hace relativamente compleja la evaluación global del contenido de vitamina A en los alimentos. Generalmente este contenido se expresa como "equivalentes de retinol", o "unidades internacionales, (UI). Un "equivalente de retinol" es igual a un microgramo de retinol (o a cantidades mayores de sustancias con menor actividad), mientras que la "unidad internacional" es un tercio de esta cantidad. El retinol como tal se encuentra solamente en alimentos animales, acompañado frecuentemente de otras sustancias relacionadas. En los vegetales, la vitamina A está representada por los carotenoides. La ingestión diaria recomendada de vitamina A para adultos es de 4000 UI diarias, y para niños entre 1000 (de 1 a 3 años) y 2000 (hasta los 12).

1 UI de vitamina A: el equivalente biológico de 0,3 μg de retinol, o de 0,6 μg de beta-caroteno.

ARIMA *et al* (1992) adicionan que los más importantes de los carotenoides son el β - caroteno. Aunque su valor vitamínico es solamente de alrededor de un sexto del retinol, su abundancia en los vegetales hace de él una fuente fundamental de vitamina A para muchísimas personas. Incluso en dietas relativamente pobres en productos vegetales, como es la estadounidense, los carotenoides representan alrededor del 30 % de la ingesta total de vitamina A. Son ricas en β - caroteno la zanahoria, vegetales verdes como la espinaca y muchas frutas.

Según BHASKARACHARY *et al* (1995), habitualmente se ha considerado al β - caroteno un valor como vitamina A 1/6 del correspondiente al retinol, este valor depende mucho de la forma en la que se encuentra en la dieta. Si se encuentra disuelto en aceite, su tasa de conversión a retinol es del orden de 1/2, superior a la estimada. En cambio, formando parte de alimentos complejos, su valor biológico es la sexta parte del que tienen disuelto en aceite, es decir, la mitad de la que se había estimado hasta ahora. Es más, los estudios de campo, en los que se considera también el modo de procesado de los alimentos, sugieren que incluso esa cifra está sobreestimada, y que debería utilizarse una tasa de conversión de 21 microgramos de β - caroteno como equivalente a un microgramo de retinol. En consecuencia, parece necesario revisar algunas recomendaciones dietéticas, especialmente en los países pobres, en los que los carotenoides de los vegetales son la fuente fundamental de vitamina A.

2.4.2 El β - caroteno

SIAN *et al* (1991) dicen que los carotenoides son sustancias hidrofóbicas, lipofílicas y son virtualmente insolubles en agua. Se disuelven en solventes grasos como acetona, alcohol, éter etílico, tetrahidrofurano y cloroformo. En plantas y animales, los carotenoides ocurren como cristales o sólidos amorfos, en solución en medios lipídicos, en dispersión coloidal o en combinación con proteínas en fase acuosa.

Los β - carotenos forman parte de un grupo de pigmentos rojos, anaranjados y amarillos llamados carotenoides y es uno de los principales

proveedores al organismo de vitamina A. Esta sustancia está presente en frutas y verduras, siendo la responsable de otorgar ese color anaranjado o rojizo a muchas de ellas: tomate, remolacha, zanahoria, etc. Es recomendable consumir 500 mg diarios de beta-caroteno para conseguir la cantidad suficiente de este pigmento en nuestro organismo, fundamental para el correcto funcionamiento de nuestro sistema y beneficioso para la cura de diversas enfermedades.

LAWSON *et al* (2007) adicionan que la presencia de este pigmento liposoluble es insuficiente en la mayor parte de la población de Europa, Asia y EEUU, sin embargo su ingesta es fundamental para un crecimiento y desarrollo normales, para el correcto funcionamiento del sistema inmunitario de la vista y de otras funciones del cuerpo humano. Además, tal y como aseguran recientes investigaciones, unos niveles de beta-caroteno inferiores a los normales pueden ser un factor de riesgo para padecer enfermedades crónicas.



Figura 1 . Diferentes coloraciones del β - caroteno.

Para SIAN *et al* (1991), las propiedades y beneficios de la ingesta del β - caroteno son:

- Capturan el oxígeno singlete.

- Bloquean reacciones mediadas por radicales libres.
 - Disminuye los síntomas asmáticos producidos por el ejercicio.
 - Ayuda a proteger y prevenir nuestro organismo de determinados tipos de cáncer.
- El hecho de ser un potenciador de la vitamina A, lo hace muy beneficioso para la vista (ayuda a tratar problemas de cataratas), la formación de los huesos y de los glóbulos rojos
- Es recomendable para mujeres en situaciones de embarazo y lactancia, siendo especialmente importante para el correcto desarrollo del bebé.
 - Es eficaz en el tratamiento de la degeneración macular senil (DMS), en el tratamiento de alcoholismo, el Alzheimer, la depresión, la epilepsia, el dolor de cabeza, el reflujo, la presión arterial alta, la infertilidad, la enfermedad de Parkinson, la artritis reumática, la esquizofrenia y trastornos dermatológicos como la soriasis y el vitiligo.
 - Tiene además grandes virtudes dietéticas y protege a la piel de la influencia negativa del sol, favoreciendo a su vez el bronceado y previniendo las quemaduras solares en personas sensibles a la radiación solar.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de suelos y de análisis de alimentos, de las Facultades de Agronomía y de Industrias Alimentarias, respectivamente; y en el centro de investigación y desarrollo de biotecnología para la amazonia (CIDBAM) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), la misma que se encuentra en Tingo María, cuyas coordenadas geográficas son 09° 18' 00" de latitud sur, y 76° 01' 00" de longitud oeste, altitud 640 msnm, temperatura promedio 25 °C, humedad relativa de 85,8 %, precipitación de 3141 mm; en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. El trabajo se realizó desde el mes de agosto de 2011 hasta marzo de 2012.

3.2 Recurso vegetal

El material vegetal utilizado fue las flores masculinas de (*Mauritia flexuosa L. F.*) "aguaje", las cuales fueron recolectadas de los árboles que se encuentran aledañas a la ciudad de Tingo María y el campus universitario y las que se encuentran alrededor de la ciudad de Aucayacu (precipitación 2231 mm).

3.3 Materiales

3.3.1 De laboratorio

Matraces (10, 20, 50, 100, 250, 1000 mL)

Vasos de precipitado (50, 100, 500, 1000 mL)

Pipetas volumétricas (5, 10 mL)

Cubetas de poliestireno de 1 mL de capacidad

Fiolas (10, 50, 100 mL)

Crisoles de 5 cm de diámetro

Papel filtro rápido.

3.3.2 Equipos

Estufa eléctrica. Marca Labline. Modelo 381- 04. Hungría.

Molino, Marca Wiley Mill; modelo 4. USA

Balanza analítica. Marca Adam, modelo pw 254, 250 g. USA

Agitador magnético. Marca Labor MUSZERIPARI. Hungría

Rotavapor a vacío. Marca Buchi: modelo R 200. USA

Equipo soxhlet para determinar grasa. Hungría

3.3.3 Reactivos

Hexano. Extra puro

Alcohol. 96°

Otros para análisis.

3.4 Metodología

3.4.1 Tratamientos

3.4.1.1 Condición edáfica de la zona

- Tingo María.

- Aucayacu.

3.4.1.2 Edad de la planta

- Joven.

- Adulta.

3.4.2 Diseño estadístico

El presente trabajo de investigación fue experimental. Para ello utilizamos un diseño en bloque completamente al azar, con arreglo factorial de 2 x 2 con 3 repeticiones, cuyo modelo matemático es:

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + (A_i B_j) + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Contenido de grasa o colorante

U = Media

A_i = Efecto del i ésimo lugar.

B_j = Efecto de la j ésima edad de la planta.

$A_i B_j$ = Interacción de los efectos i ésimo lugar, con la j ésima edad de la planta

E_{ij} = Efecto del error experimental

Fv	GL
Repetición	2
Tratamiento	3
A	1
B	1
Inter. A x B	1
Error	5
Total	10

La relación entre la caracterización edáfica de los suelos con el contenido de grasa y colorantes, se determinó mediante un análisis de correlación.

3.4.3 Indicadores a evaluarse

3.4.3.1 Características edáficas

- Física.
- Química.

3.4.3.2 Determinación del contenido de:

- Grasa.
- Colorantes totales.

3.4.3.3 Variables a evaluarse

- Dependientes (Grasa y colorante total)
- Independientes: Nivel de procedencia, Tingo María y Aucayacu. Nivel edad, joven y adulto.

3.4.4 Procedimiento de la investigación

3.4.4.1 Obtención de las muestras

Las muestras de la flor masculina del aguaje se recolectó poniendo plástico; luego se procedió a un secado en estufa a 40 - 43 °C por 24 horas, se efectuó el molido, y en ellos se efectuaron los análisis; como se muestra en la Figura 2.

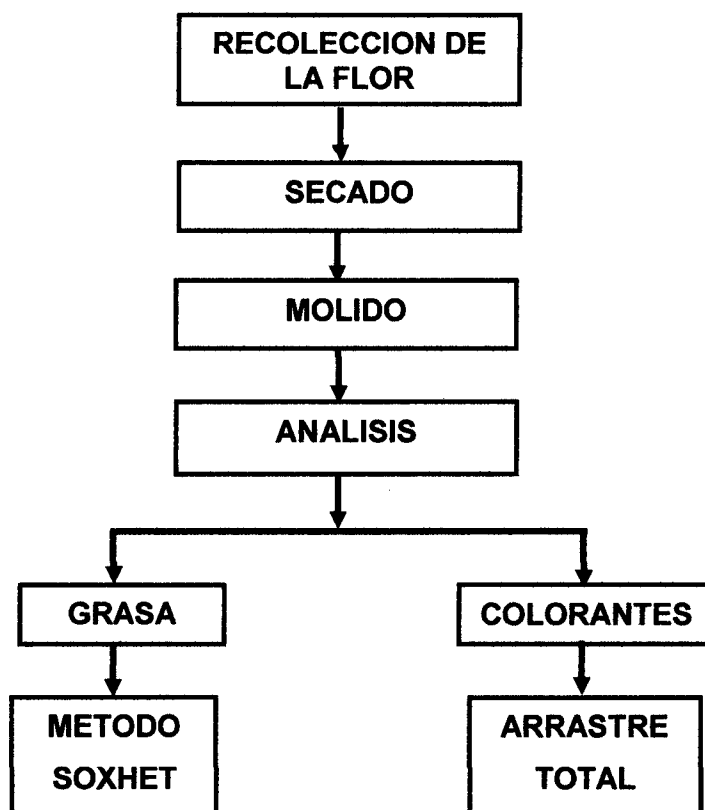


Figura 2. Metodología experimental para el estudio de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje"

3.4.4.2 Análisis de grasa

Se determinó el contenido de grasa por el método de soxhlet de acuerdo a las técnicas reportadas por la A.O.A.C. (1995).

3.4.4.3 Maceración de la flor

La maceración de la flor se realizó con el método utilizado para hojas y flores secas, reportado por BONILLA (1994) utilizando como solvente alcohol.

3.4.4.4 Obtención de colorantes totales

Se realizó por ebullición a vacío, utilizando el rotavapor; previamente se determinó la temperatura, el vacío y el tiempo de trabajo; los pasos a seguir se muestra en la Figura 3.

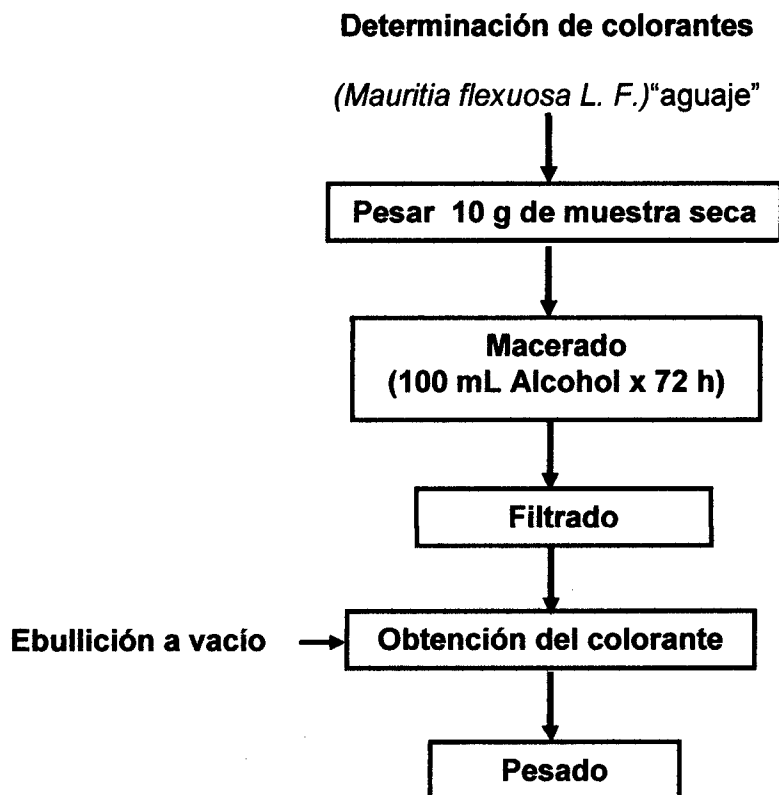


Figura 3. Diseño para la determinación de colorantes totales presentes en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje"

3.4.4.5 Análisis de suelos

Se tomaron muestras de suelos de aproximadamente 0,5 a 1,0 kg de cada tratamiento (lugar), de acuerdo al protocolo de muestreo de suelos. Estas muestras se remitieron al laboratorio de análisis de suelos de la UNAS, donde realizaron el análisis de caracterización consistente en:

- **Análisis físicos**

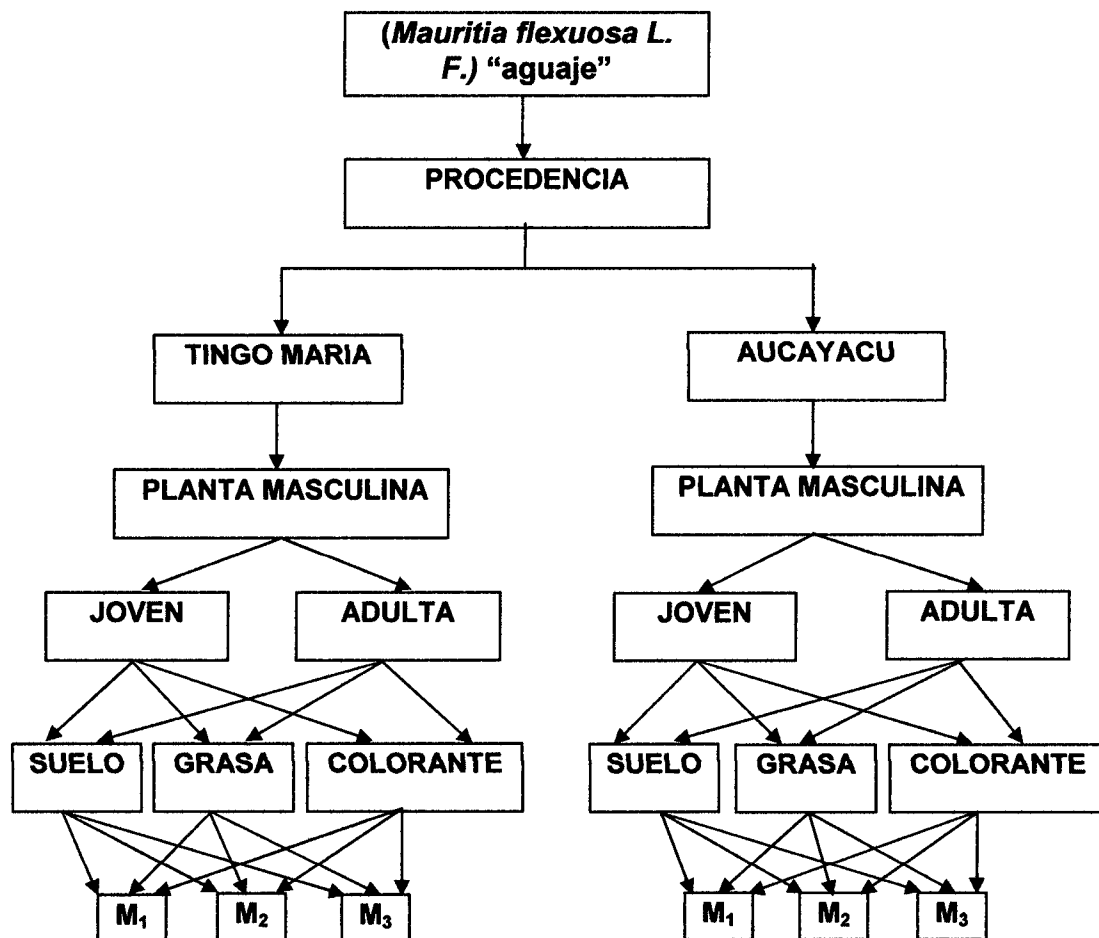
Se determinó la textura del suelo, color y densidad aparente.

- **Análisis químico**

Se determinó el pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio disponible, capacidad de intercambio catiónico, calcio, magnesio, potasio, sodio intercambiable.

3.4.5 Diseño experimental

El diseño experimental para la determinación de grasa y colorantes totales, así como para el análisis de suelos, se muestra en la Figura 4.



M = Muestra.

Figura 4. Diseño experimental para el análisis del suelo en donde crecen plantas masculinas de *(Mauritia flexuosa L. F.) "aguaje"* y determinación de grasa y colorantes totales en la flor.

IV RESULTADOS Y DISCUISIÓN

4.1 Determinación del contenido de grasa

El Cuadro 1 muestra los resultados en promedio del porcentaje de grasa presente en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" por lugar de procedencia y edad de la planta, los que fueron obtenidos del Cuadro 15 del anexo.

Cuadro 1. Contenido de grasa de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" por lugar de procedencia y edad de las plantas

Procedencia	Edad	Contenido promedio
		de grasa (%)
Tingo María	Adulto	6,783 ± 0,1566
Tingo María	Joven	6,315 ± 0,1006
Aucayacu	Adulto	6,234 ± 0,1467
Aucayacu	Joven	6,170 ± 0,0522

En el Cuadro 1 se observa que en cuanto al porcentaje de grasa en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" el mejor resultado es en las plantas adultas procedentes de Tingo María; con un promedio de 6,783 % y

siguen en orden secuencial las plantas jóvenes de Tingo María seguidas de las plantas adultas y jóvenes de Aucayacu respectivamente.

Estos contenidos son casi similares a lo reportado por DAZA (2008), quien obtuvo un resultado en grasa de 2,43 % y 6,37 % en la flor femenina y masculina respectivamente de (*Mauritia flexuosa* L. F.) “aguaje” procedente de Tingo María; la diferencia de 0,413 % en cuanto a los resultados de la flor masculina se puede deber fundamentalmente a que en esa oportunidad no se ha estudiado por separado plantas adultas y jóvenes.

La Figura 5, muestra los resultados obtenidos en el Cuadro 1 en cuanto al contenido de grasa por lugar de procedencia y edad de la planta.

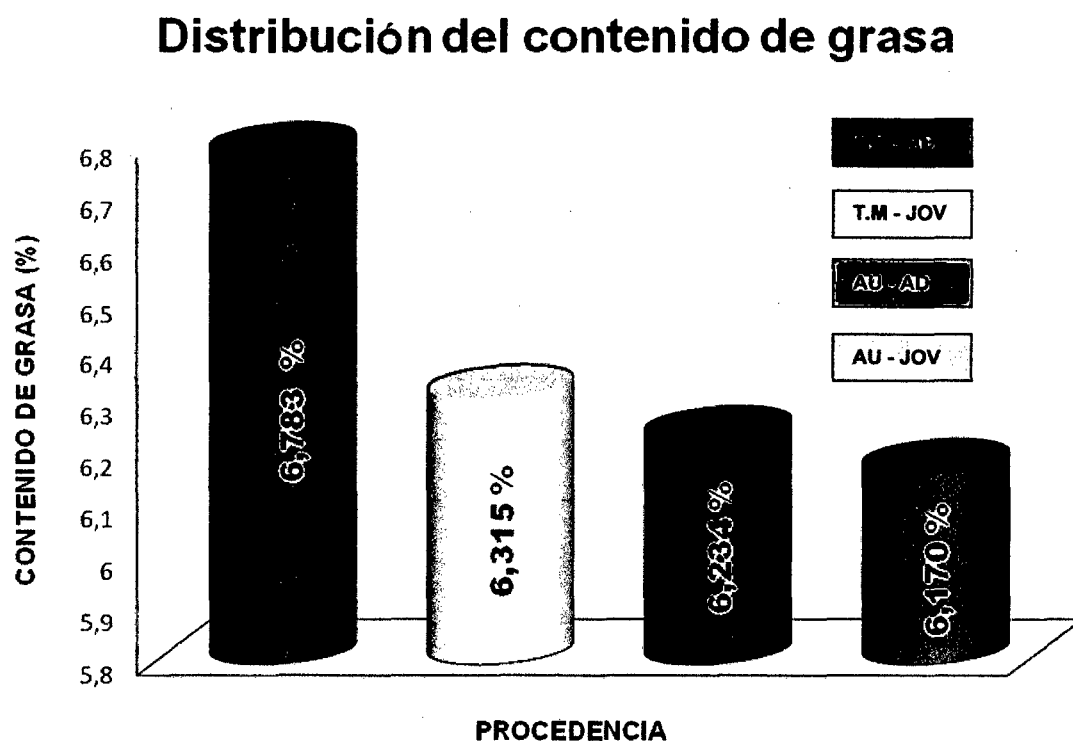


Figura 5. Contenido de grasa en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) “aguaje, por lugar de procedencia y edad de las plantas

4.1.1 Análisis estadístico para el contenido de grasa

El Cuadro 2, muestra los resultados del análisis de varianza para el contenido de grasa.

Cuadro 2. Análisis de varianza para el contenido de grasa de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa L. F.*) "aguaje

Efectos	Suma de	Cuadrado	Razón	Valor	
Principales	cuadrados	GL	Medio	F	
				P	
A:A.Edad	0,2117	1	0,2117	8,05	0,0251
B:A.Procedencia	0,3612	1	0,3612	13,74	0,0076
C:A.Repeticion	0,0561	2	0,0280	1,07	0,3941
Residuos	0,1840	7	0,0262		
Total (Corregido)	0,8131	11			

En el Cuadro 2 se observa 3 valores P diferentes, para el efecto repetición (número de muestras analizadas) es 0,3941; éste valor es mayor a 0,05 de manera que el efecto de la repetición no es estadísticamente significativa sobre el contenido de grasa en la flor de aguaje para las distintas procedencias y edades de las plantas. De modo que al analizar cualquier número de muestra para cualquier procedencia y edad se obtendrá estadísticamente un mismo valor de contenido de grasa con un porcentaje de confianza del 95 %.

En el Cuadro 2, el valor P para el efecto de la edad de la planta es de 0,0251, este valor es menor a 0,05; lo cual hace que el efecto de la edad sea estadísticamente significativo sobre el contenido de grasa de la flor de aguaje, es decir al analizar el contenido de grasa de la flor de aguaje en las plantas adultas y jóvenes se obtendrán resultados diferentes en cada análisis con un porcentaje de confianza del 95 %.

En el mismo cuadro, el valor P para el efecto de procedencia es de 0,0076, este valor es menor a 0,01; lo cual hace que el efecto de procedencia sea estadísticamente altamente significativo sobre el contenido de grasa de la flor masculina de aguaje, de manera que al analizar el contenido de grasa de plantas procedentes de Tingo María y Aucayacu se obtendrán resultados muy diferentes en cada análisis con un porcentaje de confianza del 95 %.

El Cuadro 3, muestra los resultados de las pruebas de múltiples rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto repetición.

Cuadro 3. Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto repetición

Repetición	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos
				homogéneos
3	4	6,279	0,0810	X
2	4	6,413	0,0810	X
1	4	6,434	0,0810	X

En los resultados del Cuadro 3 de la prueba de múltiples rangos por Duncan, se analiza la alineación de la columna X de grupos homogéneos; si están alineados en la misma dirección tienen igual significancia o igual efecto en la variable respuesta (contenido de grasa en la flor de aguaje), si están alineados en distinta dirección tienen diferente significancia o diferente efecto en la variable respuesta. En este caso la columna X está alineada en la misma dirección, es decir en las 3 repeticiones (3 muestras analizadas) se obtiene estadísticamente un mismo contenido de grasa con una probabilidad de confianza del 95 %.

El Cuadro 4, muestra los resultados de las pruebas de múltiples rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto edad.

Cuadro 4. Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto edad

Edad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos
				homogéneos
Joven	6	6,2428	0,0662	X
Adulto	6	6,5085	0,0662	X

En el Cuadro 4, la columna X está alineada en distinta dirección; es decir en las dos edades (joven y adulto) se obtiene estadísticamente diferente contenido de grasa en la flor masculina de aguaje, con una probabilidad de confianza del 95 %. También según el cuadro anterior se puede afirmar que la

edad de la planta de aguaje masculina de donde se obtiene la flor tiene un efecto significativo sobre el contenido de grasa.

Los resultados del Cuadro 4, gráficamente se visualiza en la Figura 6, en cuanto a la cantidad de grasa extraída en plantas adultas y jóvenes; confirmando que existe mayor contenido de grasa en la flor masculina de aguaje en la planta adulta.

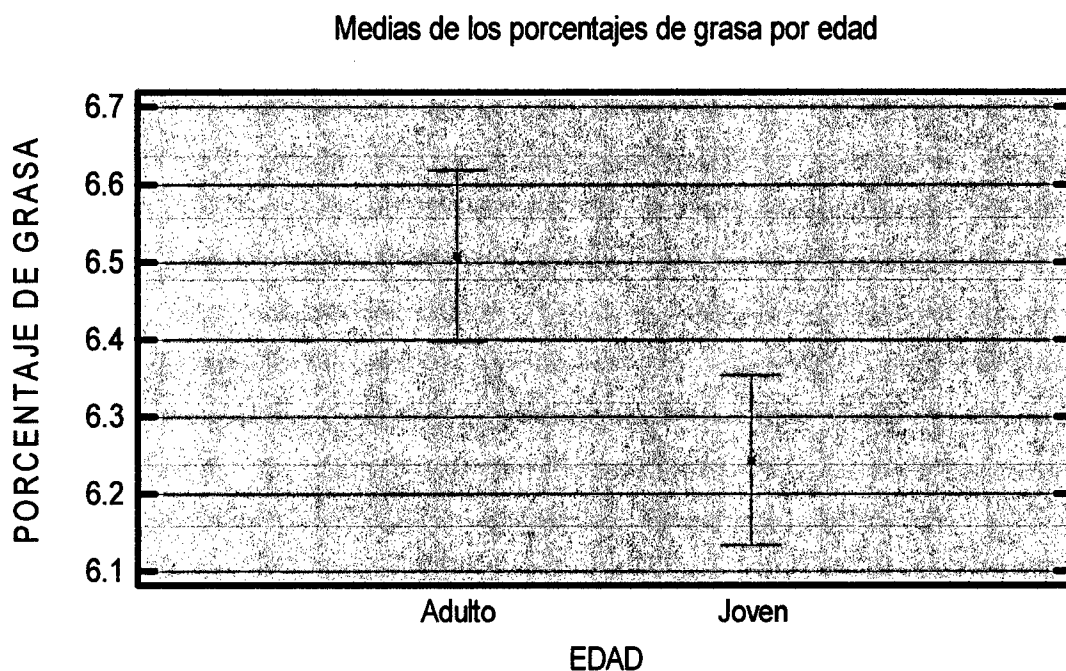


Figura 6. Medias de los porcentajes de grasa de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" en función a la edad de las plantas

El Cuadro 5, muestra los resultados de las pruebas de múltiples rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto procedencia.

Cuadro 5. Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de grasa en función del efecto procedencia

Procedencia	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos
				homogéneos
Aucayacu	6	6,2021	0,0662	X
Tingo María	6	6,5491	0,0662	X

En el Cuadro 5, la columna X está alineada en distinta dirección; es decir en las dos procedencias (Aucayacu, Tingo María) se obtiene estadísticamente diferente contenido de grasa en la flor masculina de aguaje, con una probabilidad de confianza del 95 %. De modo que según el cuadro anterior se confirma que la procedencia de la flor tiene un efecto significativo sobre el contenido de grasa en la flor de aguaje.

La Figura 7, muestra los resultados en cuanto a la cantidad de grasa extraída en las plantas según lugar de procedencia, en ella se visualiza los resultados del Cuadro 5; confirmando que el mayor contenido de grasa en la flor masculina de aguaje lo poseen las plantas procedentes de Tingo María.

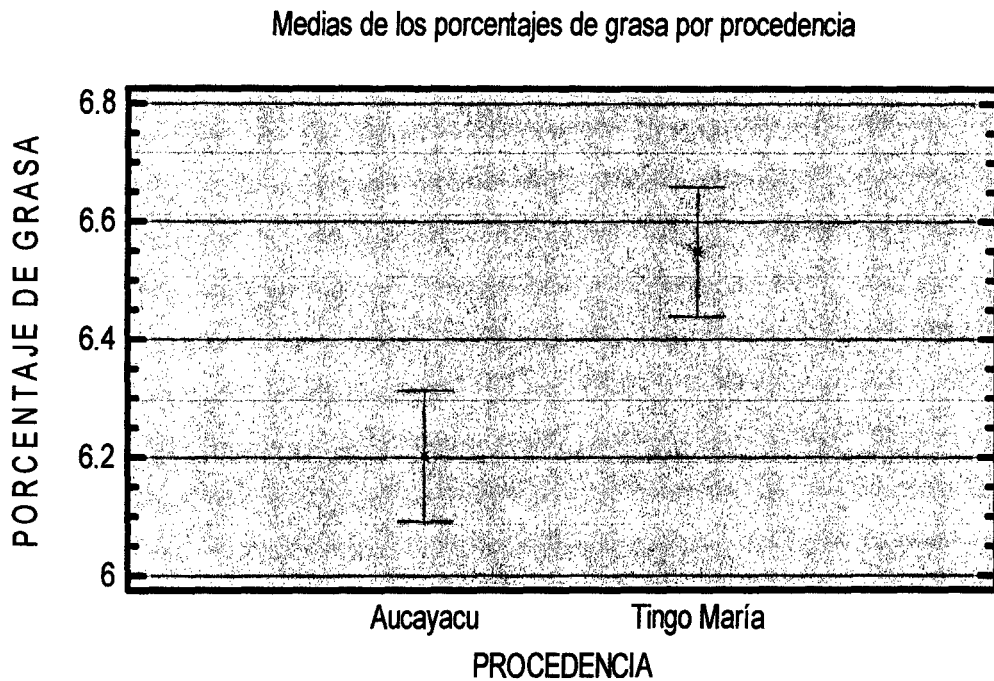


Figura 7. Medias de los porcentajes de grasa en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" en función a la procedencia de las plantas

4.2 Determinación del contenido de colorantes totales

El Cuadro 6 muestra los resultados del porcentaje de colorantes totales presentes en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" por lugar de procedencia y edad de las plantas, los que fueron obtenidos del Cuadro 16 del anexo.

Cuadro 6. Contenido de colorantes totales de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) “aguaje” por lugar de procedencia y edad de las plantas

Procedencia	Edad	Contenido promedio
		de colorantes (%)
Tingo María	Adulto	18,033 ± 0,1528
Tingo María	Joven	17,433 ± 0,1528
Aucayacu	Adulto	16,933 ± 0,1528
Aucayacu	Joven	16,367 ± 0,1528

En el Cuadro 6 se observa que en cuanto al porcentaje de colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) “aguaje” el mejor resultado es en las plantas adultas procedentes de Tingo María; con un promedio de 18,033 % y siguen en orden secuencial las plantas jóvenes de Tingo María seguidas de las plantas adultas y jóvenes de Aucayacu respectivamente.

Los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de colorantes se debe al comportamiento que presenta la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) “aguaje”, en cuanto al contenido de grasa; ya que a mayor contenido de éste elemento, mayor será el porcentaje de colorante.

DAZA (2008) obtuvo un resultado en colorantes totales obtenidos por el método de ebullición a vacío de 16,10 % y 18,30 % en la flor femenina y

masculina respectivamente de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" procedente de Tingo María.

La Figura 8, presenta los resultados obtenidos en el Cuadro 6; en cuanto a los porcentajes de colorantes totales obtenidos.

Distribución del contenido de colorante

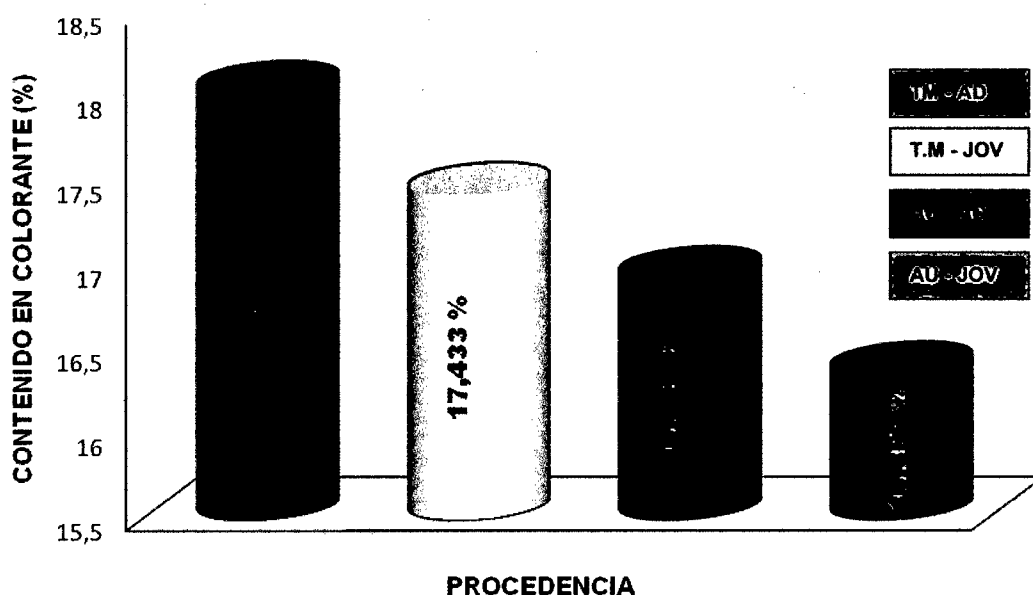


Figura 8. Contenido de colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje, por lugar de procedencia y edad de las plantas

Dentro de los colorantes naturales de gran uso en la industria alimentaria tenemos el obtenido de la cochinilla, del azafrán, de la remolacha, entre otras. Según SAENZ *et al* (2002) la cochinilla (*Dactylopius coccus: Hemiptera*) hembras, maduras y ovopositantes, poseen un rendimiento de pigmento alrededor del 19 al 22 por ciento de ácido carminico y las cochinillas pequeñas sólo llegan a cerca de un 16 %. Entre tanto ORTEGA (2011) aclara que la

cochinilla posee un rendimiento de pigmento alrededor del 19 al 25 % de ácido carminico respecto al peso inicial de la cochinilla. DÍAZ *et al* (2002) refieren que el azafrán (*Cúrcuma longa L*) contiene curcumina (ácido turmérico), una materia colorante amarilla, insoluble en agua, soluble en alcohol y éter; que representa un rendimiento del 1,99 al 3,19 % en función al peso de las rizomas del azafrán. HENRIETTE *et al* (2008) adicionan que la mayor fuente comercial en betalainas es la remolacha, de donde se saca un pigmento rojo violáceo que contiene mayoritariamente dos pigmentos hidrosolubles: la betacianina que tiene un rendimiento de 0,02 - 0,14 % y la betaxantina con un rendimiento de 0,04 - 0,21 %.

Existen diferentes colorantes extraídos de plantas que se utilizan en la industria como por ejemplo para el teñido de telas. Según DEVIA *et al* (2005) en el proceso para obtener colorante a partir de la semilla de aguacate (palta) (*Persea americana*) existe un rendimiento de colorante alrededor del 46 al 48 %.

4.2.1 Análisis estadístico para el contenido de colorantes totales

El Cuadro 7, muestra los resultados del análisis de varianza para el contenido de colorantes totales.

Cuadro 7. Análisis de varianza para el contenido de colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje

Efectos principales	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado medio	Razón F	Valor P
A:A.Edad	1,0208	1	1,0208	49,00	0,0002
B:A.Procedencia	3,5208	1	3,5208	169,00	0,0000
C:A.Repeticion	0,0416	2	0,0283	1,00	0,4149
Residuos	0,1458	7	0,0208		
Total (Corregido)	4,7291	11			

En el Cuadro 7 se observa un P valor para el efecto repetición (muestras analizadas) de 0,4149, éste valor es mayor a 0,05; de manera que el efecto de la repetición no es estadísticamente significativa sobre el contenido de colorantes totales en la flor masculina de aguaje para las distintas procedencias y edades. De modo que al analizar cualquier número de muestra para cualquier procedencia y edad se obtendrá estadísticamente un mismo valor de contenido de colorante con un porcentaje de confianza del 95 %.

En el Cuadro 7 el P valor para el efecto de la edad es de 0,0002, este valor es menor a 0,01; lo cual significa que el efecto de la edad de la planta masculina de aguaje es estadísticamente altamente significativo sobre el contenido de colorantes totales en la flor masculina de aguaje, de manera que al cuantificar el contenido de colorantes de la flor masculina de aguaje en la

edad adulto y joven se obtendrán resultados diferentes, con un porcentaje de confianza del 95 %.

En el mismo cuadro, el P valor para el efecto de procedencia de la planta es de 0,0000, este valor es menor a 0,01; lo cual hace que el efecto de procedencia sea estadísticamente altamente significativo sobre el contenido de colorante en la flor de aguaje, de modo que al cuantificar el contenido de colorante en la flor masculina de plantas de aguaje de Tingo María y Aucayacu se obtendrán resultados muy diferentes en cada análisis realizado con un porcentaje de confianza del 95 %.

El Cuadro 8, muestra los resultados de las pruebas de múltiples rangos para el porcentaje de colorante total en función del efecto repetición.

Cuadro 8. Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de colorantes totales en función del efecto repetición

Repetición	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos
				Homogéneos
1	4	17,150	0,07216	X
2	4	17,150	0,07216	X
3	4	17,275	0,07216	X

En el Cuadro 8, la columna X está alineada en la misma dirección, es decir en las 3 repeticiones (muestras analizadas) se obtiene estadísticamente un mismo contenido de colorante con una probabilidad de confianza del 95 %.

El Cuadro 9, muestra los resultados de las pruebas de múltiples rangos para el porcentaje de colorantes totales en función del efecto edad.

Cuadro 9. Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de colorantes totales en función del efecto edad

Edad	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos
				homogéneos
Joven	6	16,90	0,05892	X
Adulto	6	17,483	0,05892	X

En el Cuadro 9, la columna X está alineada en distinta dirección, es decir en las dos edades (joven y adulto) se obtiene estadísticamente diferente contenido de colorante en la flor masculina de aguaje, con una probabilidad de confianza del 95 %. También según el cuadro anterior se puede argumentar que la edad de la planta de aguaje masculina de donde se obtiene la flor, tiene un efecto altamente significativo sobre el contenido de colorantes.

La Figura 9, muestra los resultados en cuanto a la cantidad de colorantes totales extraída de plantas adultas y jóvenes.

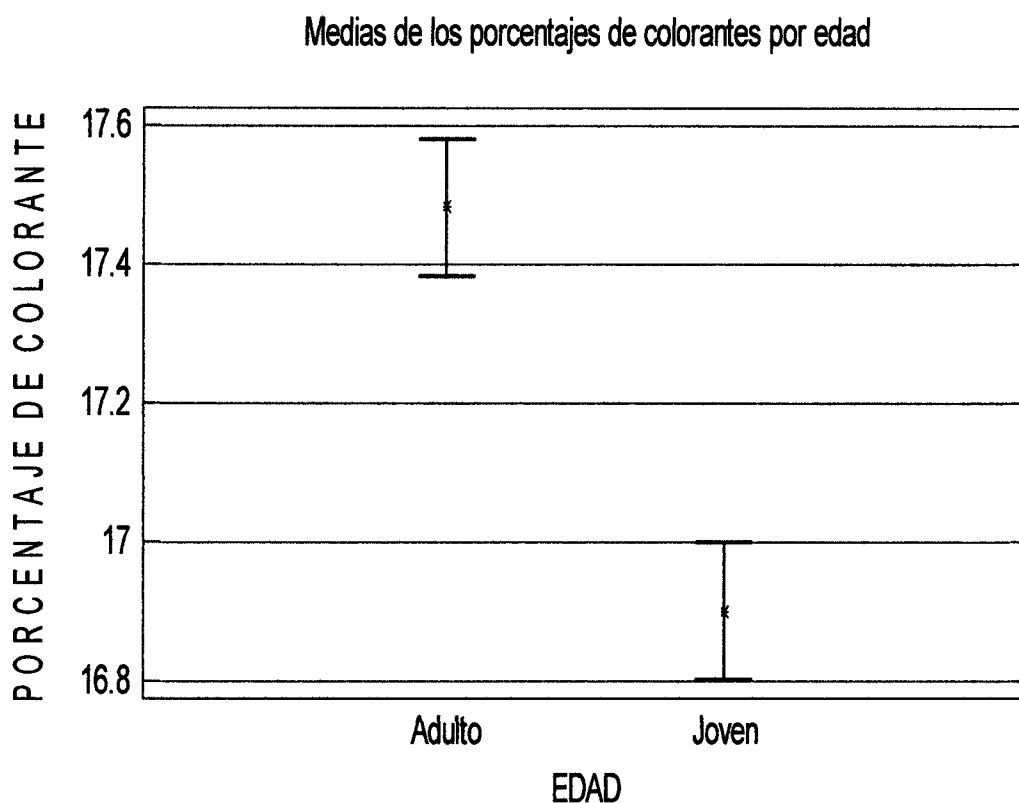


Figura 9. Medias de los porcentajes de colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" en función a la edad de las plantas

Los resultados del Cuadro 9, gráficamente se visualiza en la Figura 10; confirmando que existe mayor contenido de colorante en la flor masculina de aguaje en la planta adulta.

El Cuadro 10, muestra los resultados de las pruebas de múltiples rangos para el porcentaje de colorantes totales en función del efecto procedencia.

Cuadro 10. Pruebas de múltiple rangos para el porcentaje de colorantes totales en función del efecto procedencia

Procedencia	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos
				homogéneos
Aucayacu	6	16,650	0,05892	X
Tingo María	6	17,733	0,05892	X

En el Cuadro 10, la columna X está alineada en distinta dirección, es decir en las dos procedencias (Aucayacu, Tingo María) se obtiene estadísticamente diferente contenido de colorantes totales en la flor masculina de aguaje, con una probabilidad de confianza del 95 %. De modo que se puede afirmar que la procedencia de la flor tiene un efecto significativo sobre el contenido de colorantes de la flor de aguaje.

La Figura 10, muestra los resultados en cuanto a la cantidad de colorantes totales extraída de las plantas según lugar de procedencia.

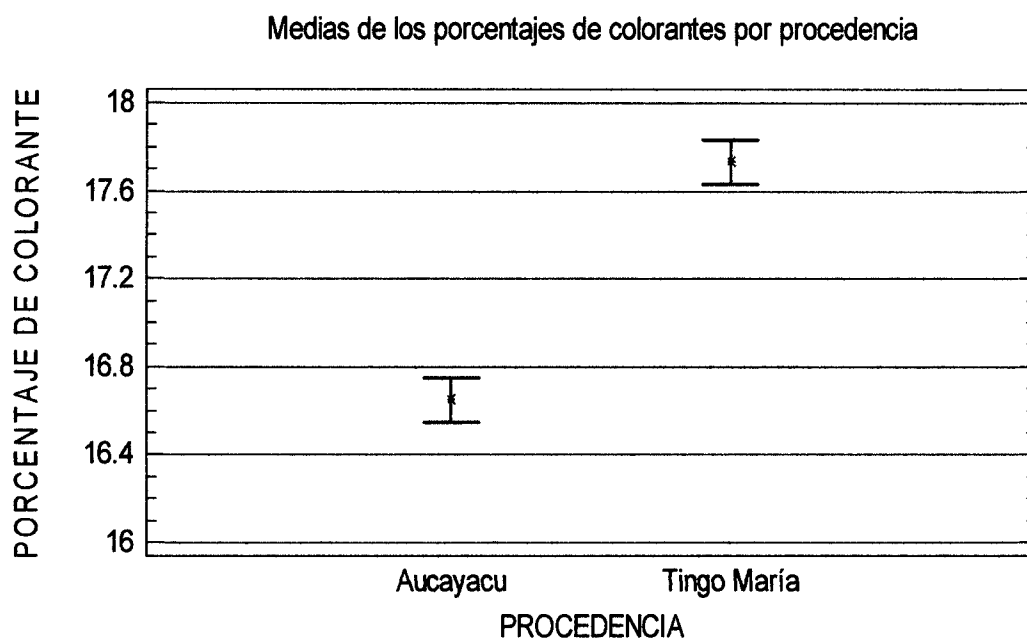


Figura 10. Medias de los porcentajes de colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" en función a la procedencia de las plantas

De los análisis estadísticos realizados y según los resultados obtenidos, se puede afirmar que existe un mayor porcentaje de grasa y colorantes en la flor de aguaje de plantas procedente de Tingo María en edad adulta.

Estos resultados tienen una correlación teórica, debido a que el color natural de la flor del aguaje es anaranjado siendo muy probable que se trate de β - carotenos estos son generalmente liposolubles, de manera que si existe mayor porcentaje de grasa en las plantas masculinas procedentes de Tingo María en edad adulta, debe existir también en plantas masculinas

procedentes de Tingo María en edad adulta mayor porcentaje de colorantes totales; lo que se confirma con los resultados obtenidos.

4.3 Características físico químicas de los suelos extraídas de donde crece plantas masculinas jóvenes y adultas de (*Mauritia flexuosa* L. F.) “aguaje”

Los resultados del análisis de los suelos extraídos de Tingo María y Aucayacu donde crecen plantas masculinas adultas y jóvenes de (*Mauritia flexuosa* L. F.) “aguaje”, se muestran en los Cuadros 17 y 18 del anexo; en ellos se observa que son diferentes las composiciones fisicoquímicas de los suelos de diferente procedencia y edades.

El resumen y promedio de los datos de los Cuadros 17 y 18, se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Características físico químicas de los suelos donde crece plantas masculinas adultas y jóvenes de (*Mauritia flexuosa* L.F.) "Aguaje"

Compo- nentes	Tingo María			Aucayacu		
	Adulto	Joven	Promedio	Adulto	Joven	Promedio
Arena	29,68	31,01333	30,347	38,34667	55,68	47,01333
Arcilla	33,04	25,04	29,040	27,70667	18,3733	23,04
Limo	37,28	43,94667	40,613	33,94667	25,9467	29,94667
Ph	7,06	7,276667	7,163	6,893333	7,69667	7,295
M.O.	2,12	2,023333	2,072	1,413333	4,03333	2,723333
N	0,093333	0,09	0,092	0,063333	0,18	0,121667
P	14,65667	13,29667	13,977	13,60667	19,1667	16,38667
K ₂ O	323,7567	413,86	368,808	315,8067	500,826	408,3162
CIC	6,85	7,543333	7,197	8,98	11,3267	10,15333
Ca	4,333333	4,6	4,467	5,703333	8,46333	7,083333
Mg	1,316667	1,436667	1,377	1,816667	1,35	1,583333
K	0,79	0,89	0,840	1,03333	0,96667	1,0
Na	0,41	0,61	0,510	0,426667	0,55333	0,49
Base int.	100	100	100	100	100	100
Grasa	6,783	6,315333	6,549	6,234	6,17033	6,202167
Colorante	18,03333	17,43333	17,733	16,93333	16,3667	16,65

Según los resultados en promedio del Cuadro 11, en casi todas las características del suelo procedente de Tingo María, los datos son menores a los obtenidos en Aucayacu. Los suelos de Tingo María solamente sobresalen

frente a los procedentes de Aucayacu en: Arcilla, limo y sodio en los demás componentes los mayores promedios corresponden a los suelos de Aucayacu.

En el Cuadro 11, tanto en Tingo María como en Aucayacu; los suelos donde crecen las plantas adultas están sustentados en los suelos con menor cantidad de arena, mientras tanto los suelos de Tingo María presentan más arcilla que los suelos de Aucayacu; esto se traduce en la fertilidad del suelo, indicando que donde hay más arena son suelos menos fértiles, es decir los suelos donde crecen plantas jóvenes son más fértiles.

Los suelos de Aucayacu presentan pH ligeramente superiores a los suelos de Tingo María, como consecuencia del proceso de formación de los suelos, es decir los suelos con más tiempo de formación como el caso de Tingo María tienen más tiempo de proceso de meteorización por lo tanto menor pH; mientras tanto los suelos de Aucayacu que reciben materiales frescos por los desbordes de los ríos, tienen menos tiempo de formación, por lo tanto son suelos menos ácido.

Los suelos procedentes de Aucayacu, contienen más materia orgánica y nitrógeno que los suelos de Tingo María; en razón a lo explicado para el pH.

En relación al fósforo, de manera similar los suelos de Aucayacu contiene más que los suelos de Tingo María; en Aucayacu donde albergan plantas adultas tienen menos fósforo que los suelos donde crecen plantas jóvenes; lo inverso sucede en los suelos de Tingo María.

En relación al potasio, de manera similar los suelos de Aucayacu contienen más que los suelos de Tingo María; ratificando el proceso de formación como causante de este hecho, con lo explicado para el pH y la materia orgánica. En este caso los suelos donde alberga plantas adultas tienen menos potasio que los suelos donde sustentan plantas jóvenes tanto en Tingo María como en Aucayacu. Lo mismo ocurre en la CIC, contenido de calcio, sodio; hecho que permite resumir que los suelos más fértiles son los de Aucayacu, y los suelos donde albergan plantas jóvenes, más fértiles que los suelos donde albergan plantas adultas.

4.4 Relación entre la característica edáfica y el contenido de grasa y colorantes totales.

Para cumplir con los objetivos planteados en el trabajo, es necesario determinar si existe relación entre la caracterización edáfica de los suelos analizados, con el contenido de grasa y los colorantes totales.

Los resultados obtenidos en cuanto a grasa y colorantes totales (Cuadros 1 y 6 respectivamente) en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" indican que los valores más altos son los obtenidos de plantas masculinas adultas procedentes de Tingo María.

En las flores de las plantas adultas de Tingo María y de Aucayacu, hay más grasa y colorantes totales, frente a las flores de plantas jóvenes; para el caso de la grasa la posible explicación es que las plantas adultas acumulan más grasa por que necesitan más fuente de energía, además de tener más biomasa. Para el caso de los colorantes totales, en Tingo María hay más colorante como

consecuencia de que los suelos son menos fértiles, la posible explicación estaría dado por la deficiencia de nutrientes en esta; y en las condiciones de deficiencia, las plantas producen diferentes sustancias y hormonas, que cambian la coloración de algunas partes vegetativas (hojas, tallo, frutos).

Al respecto LEGAZ *et al* (s.d.) mencionan que los nutrientes básicos para el eficiente desarrollo de las plantas son el nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) además necesitan otros componentes como por ejemplo el calcio y el magnesio. El déficit de fósforo provoca un crecimiento pobre de la planta y tendrá pocas flores y frutos pequeños; las hojas más viejas tendrán tonos purpura y finalmente se secarán. Similares deficiencias se nota por la falta de potasio. La carencia de calcio hace que la planta sea más pequeña, abortan las flores y los frutos pueden presentar pudriciones.

Para determinar si existe relación entre los resultados obtenidos, éstos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS; **con los datos del Cuadro 19 del anexo, se elaboró el Cuadro 12, en la cual se muestra el análisis de correlación de las propiedades del suelo obtenido de donde crecen plantas masculina adultas y jóvenes de Tingo María y de Aucayacu, del mismo modo los resultados obtenidos en grasa y colorantes totales de plantas de estos dos sitios y dos edades.**

Cuadro 12. Análisis de correlación entre las propiedades del suelo y las cantidades de grasa y colorantes totales

Característica	Propiedades del suelo		
	Arena	CIC	Calcio
Grasa	-594*	-655*	-643*
Colorantes totales	-605*	-602*	-655*

Los resultados del Cuadro 12, indican que existe una correlación negativa y estadísticamente significativa entre el contenido de grasa y colorantes totales (variables dependientes); y las variables arena, CIC y calcio en los suelos. Esto quiere decir que las propiedades físico, químicas y el contenido nutricional determinan el contenido de grasa y colorantes totales en la flor masculina de aguaje; ratificando lo mencionado de que a menor cantidad de nutrientes, menor CIC y menor cantidad de arena; es decir suelos infértiles, más contenido de grasa y colorantes totales.

A los datos del Cuadro 12, se les sometió a un ANVA (Cuadros 13 y 14) con la finalidad de determinar cuál o cuáles de las tres propiedades del suelo intervienen en la cantidad de grasa y colorantes totales.

Cuadro 13. ANVA de la significancia de las propiedades del suelo sobre el contenido de grasa.

Efectos	Suma de	Media		F	Sig.
	cuadrados	Gl	cuadrática		
Regresión (Grasa)	0,349	1	0,349	7,517	0,021
Residual	0,464	10	0,046		
Total	0,813	11			

Los resultados del Cuadro 13 indican con una probabilidad del 95% que existe estadísticamente diferencias significativas entre las regresiones de las tres propiedades del suelo en función al contenido de grasa, siendo la CIC la que mayor incidencia tiene en el porcentaje de **grasa**; obteniéndose el siguiente modelo matemático:

$$\% \text{ Grasa} = 7,015 - 0,074 * (\text{CIC})$$

Lo que indica la fórmula es que a **mayor cantidad de CIC** en el suelo, **menor será el porcentaje de grasa**; y esto se confirma con los resultados del Cuadro 17 y 18, ya que los resultados promedios de CIC son: 6,85, 7,54, 8,98 y 11,33; para suelos donde crecen plantas masculinas de (*Mauritia flexuosa* L. F.) “aguaje” de Tingo María en plantas adultas y jóvenes, así como de Aucayacu, de plantas adultas y jóvenes respectivamente. Obteniéndose para suelo de Tingo María donde crece planta masculina adulta: **Grasa 6,783 % y CIC de 6,85** y para el suelo de Aucayacu donde crece planta masculina joven: **Grasa de 6,190 % y CIC de 11,33.**

Cuadro 14. ANVA de la significancia de las propiedades del suelo sobre el contenido de colorantes totales

Efectos	Suma de		Media		
	cuadrados	Gl	cuadrática	F	Sig.
Regresión(colorante)	2,03	1	2,030	7,523	0,021
Residual	2,699	10	0,27		
Total	4,729	11			

Los resultados del Cuadro 14 indican con una probabilidad del 95% que existe estadísticamente diferencias significativas entre las regresiones de las tres propiedades del suelo en función al contenido de colorantes totales, siendo el **calcio** el que mayor incidencia tiene en el porcentaje de **colorantes totales**; obteniéndose el siguiente modelo matemático:

$$\% \text{ Colorante total} = 18,368 - 0,204 * (\text{Ca})$$

Lo que indica la fórmula es que a **mayor cantidad de calcio** en el suelo, **menor será el porcentaje de colorante total**; y esto se confirma con los resultados del Cuadro 17 y 18, ya que los resultados promedios de calcio son: 4,33, 4,60, 5,70 y 8,46 Cmol (+)/Kg; para suelos donde crecen plantas masculinas de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" de Tingo María de plantas adultas y jóvenes, así como de Aucayacu, de plantas adultas y jóvenes respectivamente. Obteniéndose para suelo de Tingo María donde crece planta masculina adulta: **Colorante total 18,033 % y calcio de 4,33 Cmol(+)/Kg** y

para el suelo de Aucayacu donde crece planta masculina joven: **Colorante total de 16,367 % y calcio de 8,46 Cmol(+)/Kg.**

V CONCLUSIONES

1. Los suelos de Tingo María, donde crecen plantas masculinas de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje", presentan **más** arcilla (29,040 %), **menor cantidad** de arena (30,347 %), materia orgánica (2,072 %), CIC (7,197), calcio (4,467 Cmol(+)/Kg), y potasio (0,840 Cmol(+)/Kg); que los suelos de Aucayacu. Los suelos donde crecen plantas jóvenes tienen más contenido de nutrientes.
2. El mayor contenido de porcentaje de grasa y colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje", con un valor de $6,783 \pm 0,1566$ % y $18,03 \pm 0,1528$ % respectivamente; se obtuvieron en suelos procedente de Tingo María, recolectada donde crece plantas adultas.
3. La procedencia y la edad de la planta, tienen una influencia altamente significativa sobre el porcentaje de grasa y colorante de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje". Según los resultados del análisis del suelo en donde crecen plantas masculinas adultas y jóvenes de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje", en las 2 procedencias y en las 2 edades; existen composiciones física, química y nutricionales diferentes.
4. Las condiciones edáficas del suelo tienen influencia en las cantidades de grasa y colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje", en general los suelos con menor fertilidad producen más grasa y

colorantes totales; y el contenido de CIC y el calcio, son los más influyentes de todas las propiedades del suelo.

VI RECOMENDACIONES

1. Efectuar estudios similares teniendo en cuenta más zonas donde crecen plantas masculinas de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje".
2. Profundizar el estudio de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje", considerando el tipo de colorante y evaluar la cantidad de micro y macronutrientes.
3. Efectuar estudios sobre la utilización de la grasa y los colorantes, presentes en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje".
4. De manera preliminar mencionar a los agricultores que en los suelos menos fértiles y mal drenados, podrían sembrar aguaje.

VII ABSTRACT

This research was conducted at the laboratories of the Universidad Nacional Agraria de la Selva. The main objective was the soil characterization and its relationship to the fat content and total dyestuff content on the male flower of youth and adult plants of "aguaje" (*Mauritia flexuosa* L.F.) from Tingo María and Aucayacu provinces.

The plant material was collected, oven-dried, grounded and after that fat determination was performed by the soxhlet method. The total dyestuff content was performed following the method reported by BONILLA (1994). Finally, regarding the soil analysis, it was carried out in a spectrophotometer, previous sampling.

The major fat and total dyestuff content were obtained in flowers of adult male plants of "aguaje" (*Mauritia flexuosa* L.F.) from Tingo María, with 6,783 % and 18,033 %, respectively. In conclusion, the edaphic soil conditions specifically CIC and calcium, have influence in the fat and dyestuff content of the male flower "aguaje", and in lower fertility soils these components are higher.

Keywords: Aguaje, young, adult, rotarvapor, fat, dyestuff.

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. B., AND, M. V. C., PENTEADO. 2002. Carotenóidescomatividadepró-vitamínica A de cenouras (Daucuscarola L.) comercializadas em São Paulo, Brasil. Rev. Farm. Bioquim. Univ. S. Paulo. 23:133 - 141.
- A.O.A.C. 1995. Oficial Methods of Analysis. Fruits and Fruit Products. 15º edición. Gaithersburg Md. USA
- ARIMA, H. K., D. B. RODRIGUEZ – AMAYA, AND A. L. A. C. NIRIDA. 1992. Efeito do processamentoem escala piloto e do preparo doméstico nos carotenóides de abóbora. Paperpresented at XIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. São Paulo, Brazil.
- AVALOS, C. 2009. ARBOL DE SALUD Y MISTICISMO: Aguaje. [En línea]: (<http://www.generacion.com/magazine/464/aacuterbol-salud-misticismo> de Google. 29 Ago. 2011).
- BHASKARACHARY, K., D. S. SANKAR RAO, Y. G., DEOSTHALE AND V. REDDY. 1995. Carotene content of some common and less familiar foods of plant origin. FoodChem. 54:189 - 193.
- BONILLA, P. 1994. Obtención y Utilización de los Componentes Activos de Plantas con Propiedades Biocidas. En: Plantas para Proteger Cultivos - Tecnología para Controlar Cultivos. Editor Luís Gomero. Lima, Perú. p 67 - 72.

- GONZALES CORAL Agustin, TORRES REYNA Giuseppe Melesio. 2010. MANUAL: Cultivo del Aguaje. *Mauritia flexuosa L. f.* [En línea]: (<http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL533.pdf>. 29 Ago. 2011)
- DAZA, G. 2008. Composición química de la flor de (*Mauritia flexuosa L. F.*) "Aguaje" en Tingo María. Tesis Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. p. 18 - 22.
- DEL CASTILLO, D., OTÁROLA, E., FREITAS, L. s.d. AGUAJE. La Maravillosa Palmera de la Amazonía. [En línea]: (<http://www.iiap.org.pe/promamazonia/SBiocomercio/Upload%5CLineas%5CDocumentos/494.pdf>. 29 Ago. 2011).
- DEVIA PINEDA, J. E., FERNANDO SALDARRIAGA, D. 2005. REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT. Proceso para obtener colorante a partir de la semilla del aguacate. Medellín, Colombia. p 5.
- DÍAZ MERCHÁN, J.A, ÁVILA, M. L. 2002. Sondeo del mercado mundial de cúrcuma (*Cúrcuma longa L.*). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt". Bogotá, Colombia. p 14.
- ELERGONOMISTA. 2007. Salud pública. [En línea]: El Ergonomista. (http://www.elergonomista.com/salud_publica/color.htm+colorante. 05 Set. 2007)
- FALCONER, M. E., M. J. FISHWICK, D. G., LAND AND E. R., SAYER. 1998. Carotene oxidation and off-flavor development in dehydrated carrot. J. Sci. FoodAgric. 15:897 - 901.
- FAO. 2005. Procesamiento a pequeña escala de frutos y hortalizas nativos. Fuente original. Gasche (1999) .www.fao.org.

FASSBENDER, H.W., AND, E., BOERNEMIZA. 1999. Química de Suelos, con énfasis en suelos de América Latina. IICA. 5ta. Reimpresión. San José. 420 p.

FUNDACIÓN PERUANA PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA. 2006. [En línea]: Pronaturaleza: (http://www.pronaturaleza.org/5_notas_septiembre.htm. 10 Set. 2007)

GARCIA, N. 2005. Edafología. Ciencias Ambientales. Universidad de Extremadura. [En línea]: INIA, (<http://www.unex.es/edafo/ECAP/ECAL5Programa.htm>, 19 Ago. 2011)

GONZALES, A., TORRES, M. 2010. MANUAL: Cultivo del Aguaje. *Mauritia flexuosa* L. f. [En línea]: (<http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL533.pdf>. 29 Ago. 2011)

HENRIETTE, M.C., AZEREDO. 2008. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. *International Journal of Food Science and Technology* doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01668.

IBAÑEZ, J. 2006. El suelo y las Plantas. [En línea]: (<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/04/09/17916> 23 Set. 2011)

LAWSON, KA., WRIGHT, ME., SUBAR, A. 2007. Multivitamin use and risk of prostate cancer in the National Institutes of Health-AARP Diet and Health Study. *J Natl CancerInst*; 99:754-64.

LEGAZ, F., SERNA, M. D., PRIMO, E. s.d. Sintomatología de las deficiencias y excesos minerales en los cítricos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. España. 9 p.

MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, C., RÉMÉSY, C., JIMÉNEZ, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*; p 727 - 747.

- MARTÍNEZ – FLÓREZ, S., GONZÁLEZ – GALLEGO, J., CULEBRAS, J.M., TUÑÓN, MJ. 2002. Flavonoids: properties and anti-oxidizing action. *NutrHosp.* p 271 -278.
- MOSTACERO, J., MEJIA, F., GAMARRA OSCAR (2002), *Taxonomía de las Fanerógamas útiles del Perú. Volumen I. Trujillo Perú.* p - 22
- ORTEGA, C. 2011. Tesis: Comparación del rendimiento del ácido carminico entre dos procesos de deshidratación de la cochinilla de tunas cultivadas en guano. Riobamba, Ecuador. p 85.
- PERU ECOLOGICO. 2006. [En línea]: Perú Ecológico (http://www.peruecologico.com.pe/lib_c13_t13.htm. 19 Ene. 2008).
- PLANTAS MEDICINALES. 2010. Aguaje: Propiedades y usos en la salud y belleza. [En línea]: (<http://www.plantas-medicinales.es/aguaje-propiedades-y-usos-en-la-salud-y-belleza/> de Google. 29 Ago. 2011).
- 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).
- ROJAS, R. s.d. Las Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera En Planificación, Diseño y Manejo de Proyectos de Aguas y Tierras. [En línea]: (<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rojas.r/RASPA.PDF>. 24 Set. 2011).
- SÁENZ, C., CORRALES, J., AQUINO, G. 2002. Nopalitos, mucilage, fiber and cochineal. pp. 211-234. *In: P.S. Nobel (ed.) Cacti: Biology and uses.* University of California, Los Ángeles. Estados Unidos de América

SIAN, N. K., AND, S., ISHAK. 1991. Carotenoid and anthocyanin contents of papaya and pineapple: Influence of blanching and predrying treatments. Food Chem. 39:175 - 185.

IX ANEXOS

Cuadro 15. Contenido de grasa de la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.)
“aguaje” por lugar de procedencia y edad de las plantas

Procedencia	Edad	Muestra	Contenido de grasa (%)
Tingo María	Joven	1	6,429
Tingo María	Joven	2	6,238
Tingo María	Joven	3	6,279
Tingo María	Adulto	1	6,757
Tingo María	Adulto	2	6,951
Tingo María	Adulto	3	6,641
Aucayacu	Joven	1	6,175
Aucayacu	Joven	2	6,220
Aucayacu	Joven	3	6,116
Aucayacu	Adulto	1	6,376
Aucayacu	Adulto	2	6,243
Aucayacu	Adulto	3	6,083

Cuadro 16. Contenido de colorantes totales en la flor masculina de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje" por lugar de procedencia y edad de las plantas

Procedencia	Edad	Muestra	Contenido de colorante (%)
Tingo María	Joven	1	17,30
Tingo María	Joven	2	17,40
Tingo María	Joven	3	17,60
Tingo María	Adulto	1	18,00
Tingo María	Adulto	2	17,90
Tingo María	Adulto	3	18,20
Aucayacu	Joven	1	16,20
Aucayacu	Joven	2	16,50
Aucayacu	Joven	3	16,40
Aucayacu	Adulto	1	17,10
Aucayacu	Adulto	2	16,80
Aucayacu	Adulto	3	16,90

Cuadro 17. Análisis del suelo para plantas masculinas adultas y jóvenes de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje, procedentes de Tingo María

Procedencia	Edad	ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/Kg						CICe	%	%	%									
		Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	Ppm	kg/ha					Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb	Ac. Camb.	Sat.Al
		%	%	%																									
Tingo María	Adulto	21,68	39,04	39,28	Fraco Arcilloso	6,70	1,41	0,06	11,14	173,58	5,78	3,38	1,25	0,74	0,41	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Tingo María	Adulto	19,68	39,04	41,28	Fraco Arcilloso Limoso	6,69	0,71	0,03	14,29	279,59	4,78	2,67	0,90	0,85	0,37	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Tingo María	Adulto	47,68	21,04	31,28	Fraco	7,76	4,24	0,19	18,54	518,10	9,99	6,95	1,80	0,78	0,45	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Tingo María	Joven	19,68	15,04	65,28	Fraco Limoso	7,98	1,41	0,06	10,80	304,76	5,15	2,97	0,93	0,61	0,63	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Tingo María	Joven	25,68	37,04	37,28	Fraco Arcilloso	7,45	1,48	0,07	12,08	392,22	7,40	4,57	1,40	0,97	0,45	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Tingo María	Joven	47,68	23,04	29,28	Fraco	6,40	3,18	0,14	17,01	544,60	10,08	6,26	1,98	1,09	0,75	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								

Fuente: Laboratorio de suelos- UNAS

Cuadro 18. Análisis del suelo para plantas masculinas adultas y jóvenes de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje, procedentes de Aucayacu

Procedencia	Edad	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/Kg						CICe	%	%	%								
		Arena	Arcilla	Limo	Textura							1:1	%	%	Ppm	kg/ha	Ca					Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb	Ac. Camb.	Sat.Al
		%	%	%																									
Aucayacu	Adulto	31,68	31,04	37,28	Franco Arcilloso	6,50	1,41	0,06	14,80	405,47	9,31	5,55	2,03	1,29	0,43	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Aucayacu	Adulto	47,68	23,04	29,28	Franco	7,35	0,71	0,03	12,50	307,41	9,50	6,21	1,72	1,14	0,43	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Aucayacu	Adulto	35,68	29,04	35,28	Franco Arcilloso	6,83	2,12	0,10	13,52	234,54	8,13	5,35	1,70	0,67	0,42	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Aucayacu	Joven	57,68	17,04	25,28	Franco Arenoso	7,60	3,54	0,16	18,03	584,35	10,77	8,21	1,35	0,86	0,36	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Aucayacu	Joven	53,68	19,04	27,28	Franco Arenoso	7,62	3,61	0,16	23,48	587,00	11,57	8,11	1,37	1,20	0,90	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								
Aucayacu	Joven	55,68	19,04	25,28	Franco Arenoso	7,87	4,95	0,22	15,99	331,27	11,64	9,07	1,33	0,84	0,40	0,00	0,00	---	100,00	0,00	0,00								

Fuente: Laboratorio de suelos- UNAS

Continuación Cuadro 19.

Comp.	Correlaciones														
	Arena	Arcilla	Limo	pH	Mat. Org.	N	P	K	CIC	Ca	Mg	K Inter.	Na	Grasa	Colorante
CIC	,950**	-,583*	-,807**	,258	,763**	,762**	,742**	,687*	1	,976**	,556	,498	,259	-,655*	-,602*
	,000	,047	,002	,418	,004	,004	,006	,014		,000	,060	,100	,415	,021	,038
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Ca	,965**	-,624*	-,795**	,387	,827**	,828**	,726**	,639*	,976**	1	,399	,344	,168	-,643*	-,655*
	,000	,030	,002	,214	,001	,001	,007	,025	,000		,199	,273	,602	,024	,021
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Mg	,415	-,078	-,494	-,383	,192	,196	,232	,340	,556	,399	1	,540	,078	-,376	-,012
	,179	,809	,102	,219	,549	,542	,468	,279	,060	,199		,070	,809	,228	,971
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
K Inter.	,335	,023	-,468	-,302	-,049	-,061	,410	,464	,498	,344	,540	1	,343	-,235	-,260
	,287	,943	,125	,340	,880	,852	,185	,129	,100	,273	,070		,274	,463	,414
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Na	,210	-,404	,041	,081	,227	,214	,518	,494	,259	,168	,078	,343	1	-,214	-,091
	,513	,193	,899	,804	,478	,505	,085	,102	,415	,602	,809	,274		,505	,779
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Grasa	-,594*	,519	,382	-,284	-,380	-,396	-,217	-,308	-,655*	-,643*	-,376	-,235	-,214	1	,801**
	,042	,084	,221	,372	,223	,203	,499	,330	,021	,024	,228	,463	,505		,002
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Colorante	-,605*	,536	,383	-,364	-,315	-,321	-,322	-,272	-,602*	-,655*	-,012	-,260	-,091	,801**	1
	,037	,072	,219	,244	,319	,308	,308	,393	,038	,021	,971	,414	,779	,002	
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Elaboración propia

GALERIA DE FOTOS



Figura 11. Plantas jóvenes de (*Mauritia flexuosa* L. F.) "aguaje"



Figura 12. Brote del botón para las flores

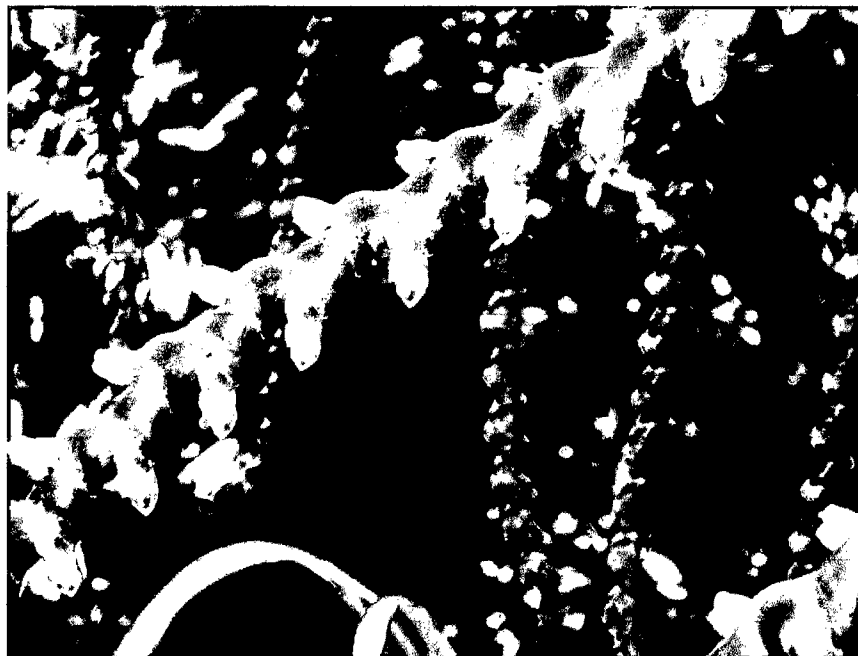


Figura 13. Brote del botón de flor femenina



Figura 14. Racimo de inflorescencia masculina



Figura 15. Planta masculina joven de (*Mauritia flexuosa* L. F.)

“aguaje”

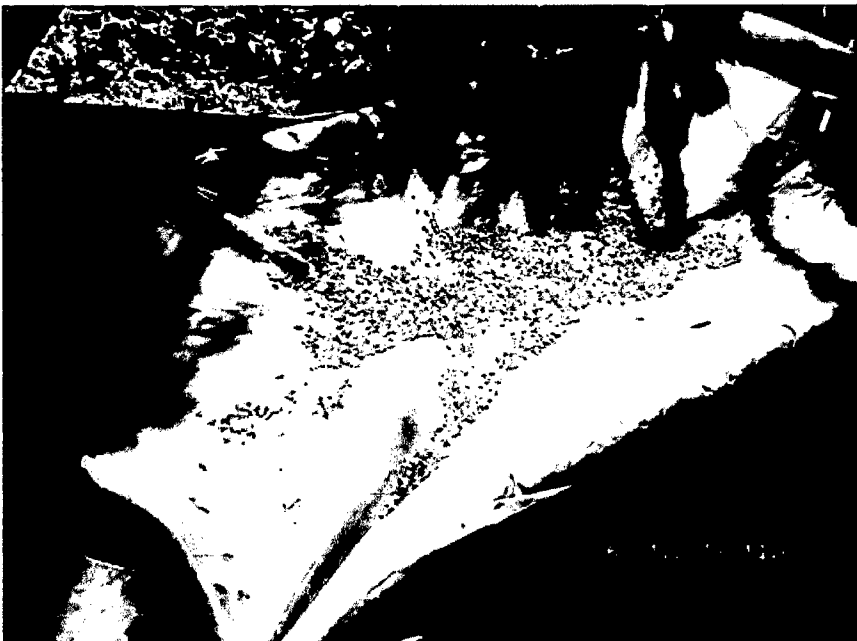


Figura 16. Recolección de la flor

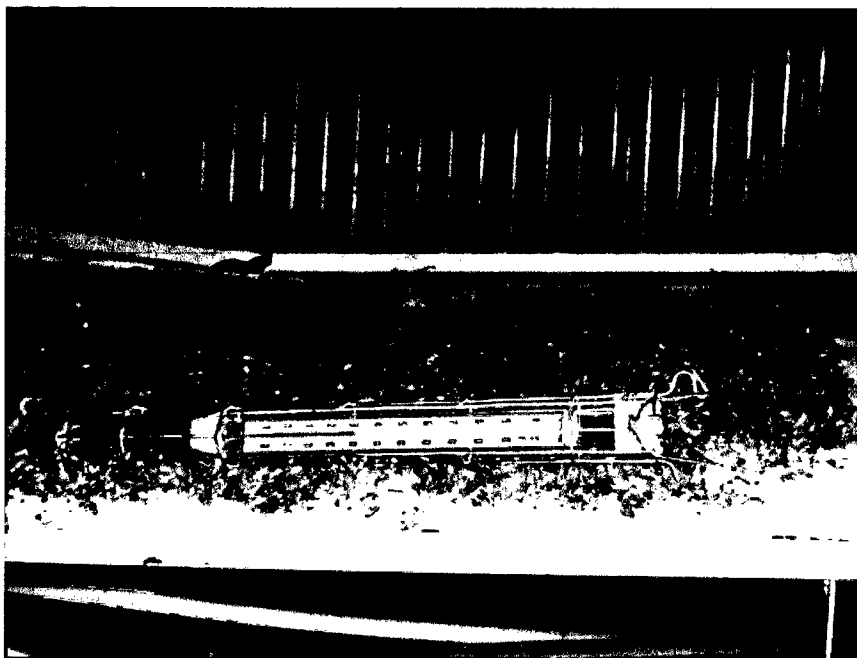


Figura 17. Secado de la flor

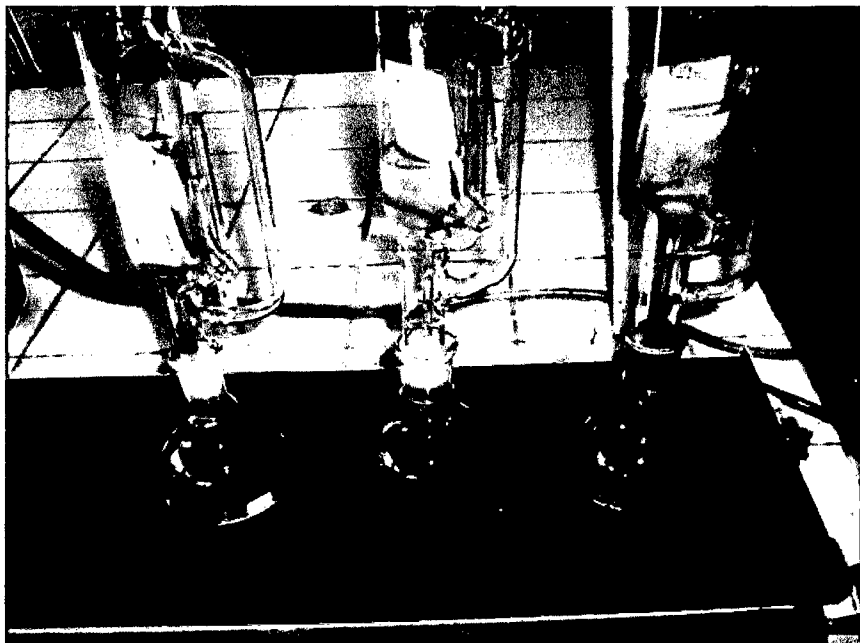


Figura 18. Extracción de grasa



Figura 19. Enfriado de balones con grasa



Figura 20. Muestras filtradas de la flor macerada



Figura 21. Rotavapor en funcionamiento



Figura 22. Evaporación al vacío del solvente en el rotavapor



Figura 23.Enfriado de los balones con colorante

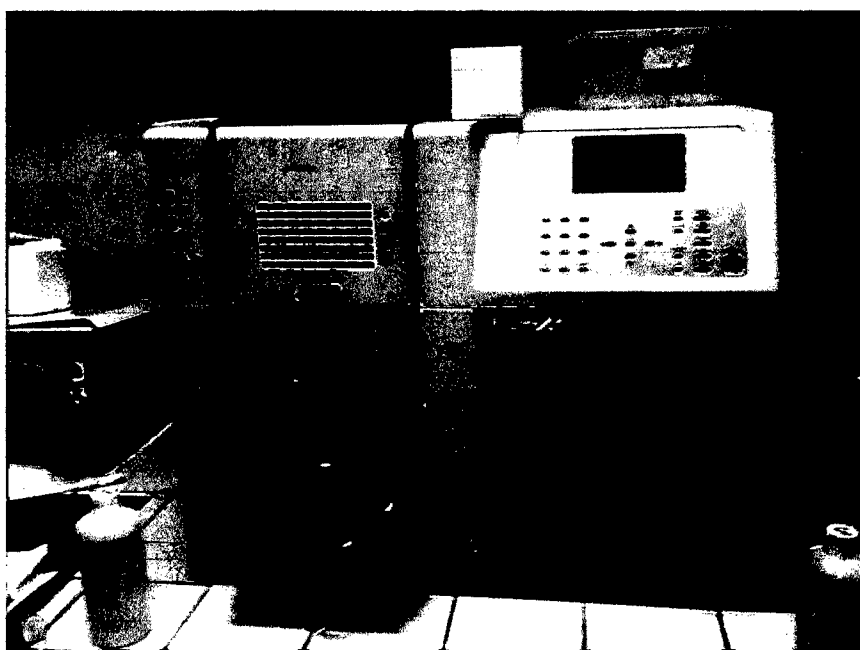


Figura 24. Espectrofotómetro de absorción atómica