

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



DETERMINACIÓN MINEROLÓGICA DE LOS CULMOS DE BAMBÚ
MADUROS EN DOS ESPECIES DIFERENTES, *Dendrocalamus asper*
(Schult.) Backer Y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz PROVENIENTES
DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
DE LA SELVA

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES

DENNIS FRANZ CALERO RIOS

Tingo María – Perú

2009



F60

C18

Calero Rios, Dennis F.

Determinación Minerológica de los Culmos de Bambu Maduros en dos Especies Diferentes, *Dendrocalamus asper* (Schult) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz Provenientes del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María 2009

73 h.; 20 cuadros; 15 fgrs.; 23 ref.; 30 cm.

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

DENDROCALAMUS ASPER / GIGANTOCHLOA APUS CULMOS – BAMBU

/ COMPOSICION MINEROLOGICA / ANALISIS QUIMICO / BRUNAS /

TINGO MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



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 14 de agosto de 2009, a horas 05:30 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

“DETERMINACIÓN MINEROLÓGICA DE LOS CULMOS DE BAMBÚ MADUROS EN DOS ESPECIES DIFERENTES, *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) Kkurz PROVENIENTES DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA”

Presentado por el Bachiller: **DENNIS FRANZ CALERO RIOS**, 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 el 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, 14 de agosto de 2009

Ing. M.Sc. RICARDO OCHOA CUYA
Presidente

Ing. M.Sc. JOSE BLAS MATIENZO
Vocal

Ing. M.Sc. TANIA GUERRERO VEJARANO
Vocal

Ing. M.Sc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ
Asesor

DEDICATORIA

A mi amada madre **GLELIA RIOS SALDAÑA** por brindarme su apoyo incondicional , su amor, por darme sus consejos en los momentos difíciles, por creer en mi y por su sacrificio que realizó por darme educación; a mi padre **FRANCISCO CALERO CELESTINO**, que a pesar del poco tiempo que lo tuve el me ayudo y me dio fuerzas desde arriba junto con nuestro creador Dios. Porque gracias a su lucha constante han hecho sus sueños y mis sueños realidad ser un profesional, gracias padres por lo que soy, siempre les estaré agradecido.

A SHANI FRANCIS y ANALLELY YAHAYRA, mis hermanos que siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo condicional y por esos momentos alegres que vivimos.

A mis abuelitos **EDITH SALDAÑA RAMIREZ** e **HILDEBRANDO RÍOS RÍOS** quienes me apoyaron y estuvieron a mi lado en los años de mis estudios, a mis tíos y tías, que siempre me acompañaron y de alguna u otra forma me brindaron su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

El autor del presente trabajo de investigación hace constar su sincero y cordial agradecimiento de todas aquellas personas que colaboraron de alguna u otra forma para la realización de la investigación. Por este motivo sería una falta de consideración dejar de nombrarlos por eso deseo agradecer:

- Al Ing. M.Sc. Robert Pecho de la Cruz, asesor de la tesis, por su apoyo, amistad, y sabios consejos para poder ejecutar, redactar y sustentar la tesis.
- Al Ing. Walter Paredes Orellana, jefe del laboratorio de nutrición animal y el laboratorio de espectrofotometría, quien me apoyo para poder realizar la tesis en los laboratorios que el dirige.
- A la señora Glelia Ríos Saldaña técnica del laboratorio de nutrición animal y el laboratorio de espectrofotometría, quien me brindo su apoyo en cada momento de la ejecución de la tesis.
- Al señor Mario Souza Shapiama técnico del área de tecnología de la madera quien nos brindo su apoyo en la extracción de las cañas de bambú.
- Al Ing. Jorge Luis Vergara Palomino y al Ing. M.Sc. Ytavclerh Vargas Clemente, por ser un ejemplo de docentes, por sus buenas enseñanzas brindadas durante mi formación profesional, sus buenos consejos, porque a pesar de sus sabios conocimientos siempre supieron saber mantener su humildad, esa humildad que adolecen algunos docentes.

- A los siguientes docentes que supieron brindarme sus sabios conocimientos como, el Ing. Ronald puerta Tuesta, Ing. Ricardo Ochoa Cuya, Ing. M.Sc. Casiano Aguirre Escalante, Ing. Qca. Tania Guerrero Vejarano, Ing. Fernando Gutiérrez Huamán, Ing. Ladislao Ruiz Rengifo, Ing. Juan Pablo Rengifo Trigozo, Ing. Vicente Pocomucha Poma, Ing. Yané Levi Ruiz, Ing. Raúl Araujo Torres, Ing. Manuel Bravo Morales, Blgo. Armando Eneque Puicon, Blgo. Mariela Morillo Alva, Blgo. Luis Vivar Luque, etc.

- A mis estimados amigos: Ángel Agüero Huerta, Frank Rivero Fonseca, Ing. Víctor Fernando Mendoza Seclen, Ing. Mario Adán López Rafael, Andy Ortega Moreno, Percy Cárdenas Tavera, Alexander Huamán Lévano, Raúl Vásquez Alegría, Gerardo Zelada Delgado, Juan Alfaro Segundo, Manuel Javier rey Sánchez, Wellington Ortiz Cordova, Lynn Sally Camasca Ríos, Yaqueline Dulce Caballero, Viviana Malpartida Issacs, Melisa León Barbaran, Bennie H. Dionisio Machari, José Dionisio Armas, Jhon Ruiz Barreto, Juan Salas Villa, Rafael Reina Romayna, Winston Ruiz Weninger y a todos aquellos que estuvieron acompañándome.

- Al mejor equipo de basquetbol de Tingo María el club chasqui básquet club y a todos mis amigos con quienes compartimos victorias tras victorias, a toda la familia que conforma este maravilloso club.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	04
2.1. Taxonomía del bambú.....	04
2.2. Generalidades del bambú.....	04
2.3. Características del bambú.....	05
2.4. Taxonomía del <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer.....	06
2.4.1. Descripción del <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer...	07
2.4.2. Usos.....	09
2.5. Taxonomía del <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) Kurz.....	09
2.5.1. Descripción del <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) Kurz.....	10
2.6. Análisis químico proximal.....	12
2.6.1. Porcentaje de ceniza.....	12
2.6.2. Grasa total o extracto etéreo.....	12
2.6.3. Fibra cruda.....	13
2.7. Minerales en el bambú.....	14
2.8. Importancia ecológica.....	15
2.9. Importancia económica del bambú.....	15
2.10. Usos generales del bambú.....	16
2.11. Espectrofotometría de absorción atómica.....	17
2.11.1. Componentes de un espectrofotómetro de absorción atómica.....	19
2.11.2. Descripción de la técnica de espectrofotometría de	

	absorción atómica.....	20
	2.11.3. Fuentes de radiación.....	21
	2.11.4. Niveles cuánticos en átomos.....	21
	2.11.5. Lámpara de cátodo hueco.....	22
	2.11.6. Nebulizador.....	24
	2.11.7. Quemador.....	26
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
	3.1. Lugar de ejecución.....	28
	3.2. Materiales y equipos.....	29
	3.2.1. Materiales.....	29
	3.2.2. Equipos.....	29
	3.2.3. Reactivos.....	29
	3.2.4. Material genético.....	29
	3.3. Metodología.....	30
	3.3.1. Flujo de investigación.....	30
	3.3.2. Para el análisis químico proximal de las muestras de bambú de dos especies <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) Kurz.....	31
	3.3.2.1. Determinación de ceniza.....	32
	3.3.2.2. Determinación de grasa.....	33
	3.3.2.3. Determinación de fibra.....	34
	3.3.3. Para la determinación de los minerales.....	35
	3.3.4. Análisis estadístico.....	38
	3.3.5. Diseño completamente al azar.....	38

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. ABSTRACT.....	67
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
IX. ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Promedios de porcentajes de contenido de grasa en las dos especies por culmos de bambú <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz.	40
2	Análisis del contenido de grasa en dos especies de bambú <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz.	42
3	Determinación del porcentaje de ceniza en las dos especies por culmos de bambú <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz.	43
4	Análisis del contenido de cenizas en dos especies de bambú <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz.	46
5	Contenido promedios de fibra en las dos especies por culmos de bambú <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz.	47
6	Análisis de varianza del contenido de fibra en dos especies de bambú <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz.	49
7	Prueba de Tukey del contenido de fibra en dos especies de bambú <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer y <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz.	49
8	Promedios de porcentajes del contenido de minerales en la	

	de bambú <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer	52
9	Promedios de porcentajes del contenido de minerales en la de bambú <i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz	53
10	Análisis de varianza del contenido de potasio en dos especies de bambú (<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer.) y (<i>gigantochloa apus</i> (schultes) kurz).	57
11	Análisis de varianza del contenido de sodio en dos especies de bambú (<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer.) y (<i>gigantochloa apus</i> (schultes) kurz).	58
12	Prueba de Tukey con $\alpha = 0,05$, del contenido de sodio en dos especies de bambú (<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer.) y (<i>gigantochloa apus</i> (schultes) kurz).	58
13	Análisis de varianza del contenido de calcio en dos especies de bambú (<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer.) y (<i>gigantochloa apus</i> (schultes) kurz).	59
14	Prueba de Tukey con $\alpha = 0,05$, del contenido de magnesio en dos especies de bambú (<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer.) y (<i>gigantochloa apus</i> (schultes) kurz).	60
15	Análisis de varianza del contenido de zinc en dos especies de bambú (<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer.) y (<i>gigantochloa apus</i> (schultes) kurz).	60
16	Análisis de varianza del contenido de manganeso en dos especies de bambú (<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.)	

- Backer.) y (gigantocloa apus (schultes) kurz).* 61
- 17 Prueba de Tukey con $\alpha = 0,05$, del contenido de manganeso en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper (Schult.) Backer.) y (gigantocloa apus (schultes) kurz).* 61
- 18 Análisis de varianaza del contenido de hierro en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper (Schult.) Backer.) y (gigantocloa apus (schultes) kurz).* 62
- 19 Prueba de Tukey con $\alpha = 0,05$, del contenido de hierro en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper (Schult.) Backer.) y (gigantocloa apus (schultes) kurz).* 63
- 20 Análisis de vaianza del contenido de cobre en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper (Schult.) Backer.) y (gigantocloa apus (schultes) kurz).* 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer	7
2	<i>Gigantochloa apus</i> (Schultes) kurz (ARÉVALO y LADISLAO, 2002).	10
3	Usos integrales del bambú	17
4	Lámpara de cátodo hueco	23
5	Eventos que ocurren en una lámpara de cátodo hueco	23
6	Quemador- Nebulizador de premezclado o de flujo laminar	25
7	Secuencia de eventos que se llevan a cabo en un quemador	27
8	Ubicación del lugar de trabajo	28
9	Porcentaje promedio de grasa en las dos especies de bambú	42
10	Porcentaje promedio de cenizas en las dos especies de bambú	45
11	Porcentaje promedio de fibra en las dos especies de bambú	48
12	Promedio de porcentajes en minerales en la especie <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer.	54
13	Promedio de porcentajes en minerales en la especie <i>Gigantochloa apus</i> (schultes) kurz.	55
14	Promedios en microgramo/gramo de minerales en <i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer	56
15	Promedios en micro gramo/gramo de minerales en <i>Gigantochloa apus</i> (schultes) kurz.	56

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de nutrición animal y el laboratorio de espectrofotometría, instalaciones que pertenecen a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, el cual comprendió un periodo de setiembre 2008 – marzo 2009, con la finalidad de determinar la composición mineralógica de dos especies de bambú, determinando el porcentaje de cenizas, grasas, fibra y minerales (este último determinado en porcentaje y microgramos/gramo), el estudio de estos parámetros como la fibra son decisivas para determinar su uso en la fabricación de la pulpa de papel o la fibra textil (rayón); el análisis de la composición química y bioquímica, que implica proporciones de minerales, celulosa, hemicelulosa, y lignina, además de sustancias menores como: resinas, tainas, ceras, y sales orgánicas, y las variaciones de las mismas dependiendo de las condiciones de crecimiento, son informaciones que ofrece bases para nuevas posibilidades de uso. Todos estos análisis se realizaron con equipos modernos con repeticiones de tres veces por muestra en cada parámetro a determinar, los culmos de bambú fueron 20 que se extrajeron del bosque reservado de la UNAS, previo trabajo de reconocimiento y selección de los culmos, se escogió dos matas de la especie de *Dendrocalamus asper* y dos matas de la especie de *Gigantochloa apus*, luego se extrajo 5 culmos o cañas de cada mata, todas las cañas fueron transportadas al área de tecnología de la madera ahí se convirtió cada caña de bambú en aserrín con ayuda de la sierra disco, se reunió 500 gramos de aserrín de cada caña, estas muestras se llevaron al laboratorio; se hicieron secar en una estufa a 105 °C por un día para que la muestra perdiera humedad

según indica el procedimiento. Se extrajo 3 g de cada muestra para determinar el porcentaje de grasa por el método del soxhelt, obteniéndose promedios de 0,3467 % de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y de 0,242 % en *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. Luego de este análisis se llevó las muestras desgrasadas para determinar el porcentaje de fibra y por medio de una digestión ácida y básica se obtuvo el porcentaje de fibra con promedios de 1,0436 % en *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y de 1,2729 % en *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. Luego se procedió a realizar el análisis de cenizas, se pesó 3 g de cada muestra se introdujeron a la mufla por 16 horas a 600 °C, obtuviéndose porcentajes promedios de cenizas de 0,8427 % en *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y de 1,2204 % en *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. Por último se realizó el proceso de la determinación de minerales de los cuales las muestras fueron convertidas de muestra sólida a líquida para que estas puedan ser leídas en el espectrofotómetro previa calibración por los estándares de cada mineral que fueron 8, en la especie de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer se encontró los siguientes datos: potasio 0,3195 %; sodio 0,9073 %; calcio 0,3955 %; magnesio 0,0672 %; zinc 10,0421 ug/g; manganeso 48,2326 ug/g; hierro 27,5196 ug/g y de cobre 6,6667 ug/g respectivamente. En cuanto a la especie de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. Se encontraron los siguientes datos en potasio 0,3064 %; sodio 1,5950 %; calcio 0,3472 %; magnesio 0,0553 %; zinc 12,3514 ug/g; manganeso 2,2333 ug/g; hierro 75,9917 ug/g y cobre 9,0583 ug/g.

I. INTRODUCCIÓN

En la cultura occidental este material tiene una imagen negativa, ligada a ideas como artesanía oriental, productos decorativos de caña o construcciones elementales y burdas. Paradójicamente en la cultura oriental el bambú tiene una imagen muy distinta: es sinónimo de riqueza ya que se obtiene de él, alimento, vivienda, herramientas, armas, papel, etc. Sólo los japoneses tienen registrados más de 1500 formas de utilización y los chinos 4000. Los chinos fueron también los primeros en utilizarlo en la fabricación de papel y en la India se emplea actualmente en la fabricación de telas de rayón (seda artificial).

Los primeros cables empleados en puentes colgantes se hicieron con bambú en el Himalaya (entre China y el Tíbet) donde aparecen algunos que cubren más de 75 m de luz sin apoyos. Pero también en Occidente ha sido apreciado: Edison (1880), lo utilizó con éxito en sus primeras bombillas, cuyos filamentos eran de bambú carbonizado, Piatti (1947) obtuvo de su destilación un líquido combustible para máquinas diesel.

El bambú es nativo de todos los continentes excepto Europa y se encuentra en los trópicos desde el nivel del mar hasta 4000 m de altura. Actualmente en Latinoamérica las especies de bambú más importantes están en peligro de extinción y el peligro sigue acentuándose, pese a que tiene fama

de recurso inagotable, por lo que se le ha llegado a denominar como la madera de los pobres. El bambú está distribuido por todo el mundo con 21 millones de ha, de las que los países del sudeste asiático ocupan 18, con la mayoría de las especies (800), mientras China posee 300 especies Japón 660 y América 460.

Incluso también el carbón de bambú es mucho más poroso y absorbente que el carbón regular, convirtiéndolo en un filtro excelente, así como útil para modular la humedad, purificar el aire, y eliminar la electricidad estática, y también es más eficiente a la hora de preservar el calor. El carbón de bambú puede conducir la electricidad con calor relativamente bajo, no sólo es efectivo para proteger contra las olas electromagnéticas, sino que en la forma de fibra contiene "*iones negativos*", que son buenos para la salud.

El poco interés que se le brinda al bambú en nuestro país y en la zona de nuestra provincia hace que el presente trabajo de investigación tome una mayor importancia, es por este motivo que el objetivo es determinar la composición mineralógica y química que presentan estas dos especies de bambú lo cual nos ayudara a saber en que cantidad y que varianza hay entre estas dos especies de los parámetros a determinar el porcentaje de grasa, cenizas y fibra, determinar la composición mineralógica (Potasio, sodio, zinc, manganeso, calcio, magnesio, hierro y cobre) y también determinar la variabilidad de la composición mineralógica que pueda existir en las dos especies de bambú en estado maduro.

1.1. Objetivos:

1.1.1. Objetivo General:

- Estudiar la composición mineralógica y análisis químico proximal de dos especies de bambú *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz solo en cañas maduras.

1.1.2. Objetivos específicos:

- Determinar el porcentaje de grasa, cenizas y fibra en estas dos especies de bambú *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz que presentan en estados maduros.
- Determinar la composición mineralógica (Potasio, sodio, zinc, manganeso, calcio, magnesio, hierro y cobre) de dos especies de bambú *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz en estados maduros.
- Determinar la variabilidad de la composición mineral que pueda existir en las dos especies de bambú en estado maduro.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Taxonomía del bambú

De acuerdo A. Mc. GRIM (2006), el bambú tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas o Sifonogamas
Subdivisión	: Angiospermas
Clase	: Monocotiledóneas
Orden	: Graminales
Familia	: Gramínea (Poaceae)
Genero	: Mas de 50
Especie	: Mas de 1,000

2.2 Generalidades de bambú.

Los bambúes son gramíneas extremadamente diversas que pueden medir desde 10 centímetros hasta 30 metros de altura, con características que los diferencian de las otras gramíneas, como son: a) hojas foliares relativamente anchas y pseudopeciadas; b) complejo sistema de ramificación; c) floraciones gregarias monocárpicas; d) adaptabilidad a condiciones boscosas, compitiendo eficientemente por el uso de la luz.

Pertenecen a la familia Poaceae, y la subfamilia Bambusoideae, que incluye dos tribus, la tribu Bambuseae que reúne los bambúes leñosos y la tribu Olyreae que reúne los herbáceos. Ambos tipos existen en el Viejo y Nuevo Mundo. En forma natural el bambú está distribuido en el mundo, en diversos tipos de hábitat, desde el nivel del mar hasta los 4,000 m.s.n.m, habiéndose identificado 107 géneros y más de 1300 especies de bambú en el mundo.

En América se han identificado 42 géneros y 547 especies, que se encuentran desde la parte oriental de los Estados Unidos (39° 25' N) hasta Parodi en Argentina (47° S).

2.3 Características del bambú

Wenyue (1987), citado por RUIZ y ARÉVALO (2002), el bambú es una especie que tiene ciertas características y propiedades especiales para su utilización:

- Es de fácil propagación.
- Tiene regeneración vigorosa.
- Su crecimiento es rápido.
- Tiene una producción elevada
- Su maduración rápida.
- De rotación breve y forma graciosa.

Las cañas de bambú además por ser derechas, ligera, fuerte, dura, con un gran contenido de fibra y fácil de trabajar son ideales para las diversas aplicaciones técnicas.

Son cañas de 40 a 45 m de longitud con presencia de raicillas de color crema en los nudos de la base de las cañas de 20 a 22 cm. de diámetro, de color verde claro. Hojas lanceoladas de 20 a 22 cm. de longitud, sin presencia de indumento, sin presencia de rama en la base. Entre nudos de 40 a 45 cm. de longitud, presencia de ramas en la parte apical de la caña. Ramitas terminales sin presencia de indumento y espinas. Brácteas poco persistentes de 70 a 80 cm. de longitud, con abundante indumento de color pardo oscuro.

2.4. Taxonomía del *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer

Según CRONQUIST (1981), citado por RUIZ y ARÉVALO (2002), indica la siguiente clasificación:

Reino	:	PLANTAE
División	:	MAGNOLIOPHYTA
Clase	:	LILIOPSIDA
Subclase	:	COMMELINIDAE
Orden	:	POALES
FAMILIA	:	POACEAE
Subfamilia	:	Bambusoideae
Tribu	:	Bambuseae
Género	:	<i>Dendrocalamus</i>
Especie	:	<i>Dendrocalamus asper</i> (Schult.) Backer



Figura 1. *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer

2.4.1. Descripción del *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer

Según RUIZ y ARÉVALO (2002), el origen del *Dendrocalamus asper* (del griego: dendron: árbol; calamus: caña; asper: áspero), es desconocido; sin embargo, se presume; que puede ser nativo de Asia, debido a que allí se encuentra extensos cultivos de este bambú gigante.

Estructuralmente, está constituido por un sistema de ejes vegetativos o tallos segmentados por nudos (anillos a lo largo del tallo), entrenudos (espacio entre los nudos), y de un rizoma (raíz) que se extiende libre y agresivamente por el subsuelo.

El rizoma es el órgano que fija y soporta a la planta en el suelo; es el que absorbe, almacena y dosifica los líquidos nutrientes al organismo vegetal y es el que actúa como elemento de propagación asexual del bambú.

El tallo tiene forma cilíndrica y espacios huecos separados transversalmente por tabiques o nudos que le dan una gran rigidez y al mismo tiempo, flexibilidad y resistencia. Los tallos, llamados comúnmente culmos, difieren en altura, diámetro y forma de crecimiento, según la especie y las características agro ecológicas del lugar del cultivo.

El culmo brota del suelo con el diámetro máximo y final que tendrá hasta su madurez, desarrolla su longitud completa durante el periodo invernal, luego brotan las ramas y las hojas en un tiempo de hasta 6 años, llamado periodo de maduración o sazónamiento, en el que adquiere las características físico mecánicas de la madera sólida.

Los beneficios que aporta el cultivo de bambú gigante son innumerables, entre ellos se destacan los siguientes:

1. Recuperación de tierras desoladas o baldías, sin uso aparente.
2. Protección de pendientes, de riveras de ríos y quebradas, con la ayuda de sus sistema radicular, formando redes gigantes de raíces debajo de la superficie de los suelos, reteniéndolos o sosteniéndolos a los mismos, evitando además, la erosión.
3. Protección de las fuentes de agua contra la evaporación gracias a la sombra que proporciona el follaje. Únicamente sembríos en riveras de ríos.
4. Mantiene la humedad de los suelos almacenando gran cantidad de agua en sus tallos durante invierno, regresándola al suelo, a través de las raíces, en verano.

5. Lugar de vida y fuente de alimento para varias especies animales, especialmente aves.

6. La explotación de este producto, permite proteger bosques primarios con otras especies maderables, que demoran hasta cincuenta años en crecer, mientras que el *Dendrocalamus asper*, se puede cosechar a partir del quinto año, sin que la mata deje de producir.

7. Aporta de 2 a 4 toneladas de biomasa por hectárea al año.

8. Aporta 35% más de oxígeno que otras especies forestales.

9. Captura de 12 toneladas de anhídrido carbónico por hectárea.

2.4.2. Usos

Es uno de los bambúes de mayor valor económico, las paredes de sus culmos son muy fuertes y duraderas. Es un excelente material para la construcción de viviendas y puentes, en ocasiones son empleados para conducir agua por gravedad y sus secciones como recipientes para recoger agua.

2.5. Taxonomía del *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz.

Según CRONQUIST (1981), tiene la siguiente clasificación:

Reino	: PLANTAE
División	: ANTHOPHYTA (magnoliophyta)
Clase	: LILIOPSIDA (monocotiledoneas)
Sub Clase	: COMMELINIDAES
Orden	: POALES
FAMILIA	: GRAMINEA (poaceae)

Genero : *Gigantochloa*
Especie : *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz
N. Común : Bambú



Figura 2. *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz. RUIZ y ARÉVALO (2002).

2.5.1 Descripción del *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz

Culmos o cañas de color verde oscuro, rectas y a veces arqueadas principalmente los culmos laterales de la mata por el poco soporte que tienen entre ellos, de 20 – 35 metros de altura, de 7 - 9 cm. de diámetro. Presentan pocas o falsas ramas pequeñas en la base, pero si ramas con follaje denso desde la parte tercio superior de la caña. La pared tiene un espesor de 1,5 cm y un orificio promedio de 7 cm. Hace una mata o macollo compacto el cual genera dificultades para su aprovechamiento cuando es selectivo y las cañas maduras por lo general están en la parte interna de la mata. Por la persistencia de las brácteas en los culmos el cual presentan abundantes pelos hirsutos de

color negro en la parte externa y en los bordes de la parte interna, éstas se impregnan en las cañas generando escozor cuando se hace contacto al aprovechar, mientras que las ramas laterales y terminales son glabras. Nudos con una sola yema, de color crema a amarillo. La distancia promedio de las primeras 7 secciones de los entrenudos basales es de 36,5 cm, es decir esta distancia fluctúa desde 23 cm que corresponde al entrenudo 1 hasta 48 cm que corresponde al entrenudo 7; existe la tendencia de aumento de esta distancia hasta los 50 cm donde se estabiliza en la parte media de la caña y con tendencia a reducirse hacia la parte apical. Hojas deciduas, alternas, haz de color verde oscuro mientras que existe una cierta diferencia con el envés que es de un color verde mas claro, de 15 – 30 cm de largo y de 3 – 4 cm de ancho. Brácteas es persistente en las cañas, hasta incluso su madurez, tiene una longitud de 25 - 45 cm y un ancho de 26 – 36 cm, con abundante indumento de color marrón oscuro a negruzco en la parte externa que crea un escozor cuando hay contacto directo. Brotes de color negruzco con hojas caulinares que protegen al brote, por lo mismo tiene abundante indumento hirsuto, nacen en las zonas laterales de las matas o macollo, por lo que es simpodial. Crece en promedio de 15,3 cm/día. Usos en construcciones de diferentes estructuras especialmente rurales, para cercas, decoraciones, enchapados, en artesanía, como linderos vivos, entre otros, RUIZ y ARÉVALO 2002).

2.6. Análisis químico proximal

MUÑOZ (1990), señala que el análisis proximal es un procedimiento clásico que permite la caracterización y la valorización de los materiales nutritivos brutos de un alimento con fines prácticos, mediante el análisis proximal se puede determinar:

2.6.1. Porcentaje de ceniza

Según PALACIOS *et al.*, (2006), la ceniza es el residuo inorgánica de una muestra incinerada, su cuantificación es el inicio para determinación de los elementos minerales, los cuales actúan en el organismo (Coenzimas, equilibrio ácido base, estructura, hormonas y vitaminas).

La determinación de ceniza carece de significación para la apreciación del contenido específico de las sustancias minerales. Sin embargo es el punto de partida para la cuantificación (MUÑOZ, 1990).

MARTINEZ (1982), menciona que el contenido de ceniza de los brotes de bambú es de 0,63 %.

2.6.2. Grasa total o extracto etéreo

La grasa está formada por moléculas orgánicas insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos: benceno, éter etílico, hexano y comprende: ácidos grasos libres indispensables o no, esteroides, terpenoides, ceras y fosfolípidos, PALACIOS *et al.*, (2006).

MUÑOZ (1990), indica que para el análisis de materiales vegetales, siempre debe hacerse referencia al “extracto etéreo” y no al de “grasa” o “lípidos” ya que de la porción extraída con el éter, además de lípidos, extrae pigmentos como la: clorofila, xantofila y caroteno, así como vitaminas liposolubles y de otras diversas sustancias.

EL MINISTERIO DE AGRICULTURA (2008), menciona que el porcentaje de grasa total o extracto etéreo para los bambúes es de 0,5 %, de otro lado MARTINEZ (1982), señala que el porcentaje es de 0,27 %, y según AGAPITO (2003), los alimentos como el arroz, maíz, trigo, presentan 0,6 %, 1,10 % y 2,0 %, respectivamente en porcentajes de grasa, que son valores similares técnicamente a los de los brotes del bambú.

2.6.3. Fibra cruda

La fibra es un componente que generalmente ayuda a la digestión y previene las enfermedades cardiovasculares (KERSTETTER *et al.*, 2005). La fibra cruda es determinada por la ebullición alternada de una muestra en ácido débil y después en un álcali. El residuo de esta queda libre de componentes solubles como grasas, proteínas azúcar y almidón, y contiene la gran fracción de carbohidratos y otros componentes menos solubles como son la lignina, la celulosa, la hemicelulosa y el sílice. La pérdida de estas por incineración representa la fibra cruda, (MUÑOZ, 1990).

MARTINEZ (1982), señala que el contenido de fibra de los brotes es de bambú es de 0,29 % y que los bajos rendimientos en fibra, se deben en mayor parte a la gran cantidad de brácteas que envuelven a la parte carnosa

de los brotes y esto se manifiesta cuando la cosecha se realiza pasado los 37 días.

El MINISTERIO DE AGRICULTURA (2008), reconoce que los brotes de bambú son un producto que mejor brinda el componente fibra. Esto se puede comprobar con el contenido de fibra en el arroz 0,6 %, trigo 9,6 % y maíz 3,8 %, (AGAPITO, 2003).

2.7. Minerales en el bambú

HART Y FISHER (1971), el término elementos minerales es poco preciso porque en los minerales se presentan elementos orgánicos como el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el oxígeno y el azufre. Sirve sin embargo, para agrupar aquellos elementos, en su mayoría metálicos, que se presentan en cantidades minoritarias en los alimentos, y que suelen determinarse como tales elementos más que como compuestos específicos o grupos de compuestos.

GUTIERREZ y VARGAS (1995), resultados obtenidos muestran que los brotes de guadua, tiene un gran valor nutritivo y son productos de muy buena calidad con un 3,1% de proteína, 1,5% de fibra, 1,1% de grasa, 0,3% de calcio, 0,2 % de fósforo y una humedad del 89,6%.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (2008), los brotes del bambú están cubiertos de hojas caulinares de diversa forma, color, textura y tamaño, la mayoría de los cuales pueden ser utilizadas como alimento; pero por sus

cualidades culinarias, las mas adecuadas son de las especies *Phyllostachys pubescens* y *Dendrocalamus asper*.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (2008), los tallos tiernos (brotes) de algunas especies de bambú, además de ser comestibles y suculentos, son nutritivos; una porción de 100 g contiene de 0,5 a 0,77 g de fibra, de 81 a 96 mg de calcio, de 0,5 a 1,7 mg de hierro, de 3,2 a 5,7 mg de vitamina C, de 0,07 a 0,14 mg de vitamina B1, de 1,3 a 2,3 g de proteínas, de 4,2 a 6,1 g de hidratos de carbono, de 42 a 59 mg de fósforo y de 1,8 a 4,1 g de glucosa. Algunas especies también contienen cantidades importantes de potasio y vitamina A. Los brotes de bambú pueden contener hasta 17 aminoácidos, en particular la sacaropina, el ácido esperámico y el ácido glutámico.

2.8. Importancia ecológica

Los bambúes son de especies sumamente importantes para la estabilización de suelos debido a su sistema extendido de rizomas que se desarrollan los primeros 30 - 45 cm del suelo, (ECOBAMBÚ, 2006).

2.9. Importancia económica del bambú

Al representar una alternativa económica en el futuro se puede utilizar como fuente de energía y reemplazo de maderas en extinción. El bambú tiene aplicaciones en la alimentación, vivienda, agricultura, transporte, caza, música, y usos industriales, lo que demuestra la gran importancia que puede llegar a tener esta especie, aún poco conocida por los occidentales. El bambú, genera ingresos por 7 billones de dólares anuales en el comercio internacional,

Taiwán exporta brotes de bambú por 50 millones de dólares. La producción anual de brotes comestibles en China alcanza un millón 700 mil toneladas de los cuales un 60 % es procesado y un 40 % se consume fresco. El consumo per cápita en Japón alcanza a los 3 kilos/año, (MARÍN y JIMÉNEZ, 2004).

2.10. Usos generales del bambú

PESANTES (1985), hace referencia que el bambú es una especie eminentemente valioso por que tiene múltiples usos tales como en artesanía, en construcción, alimentación, producción de celulosa, papel, y hasta en la preparación de productos farmacéuticos. El bambú es muy usado en actividades tales como:

- Para todas partes de una casa: vigas, estructuras, paredes, tabiques, techos, muebles, esteras de bambú, puertas y ventanas.

- Balsas escaleras, instrumentos musicales, materiales de deporte, arcos, flechas, caña de pesca, mango de herramienta, cercas, postes, artesanías.

- También se puede construir puentes de bambú, etc.

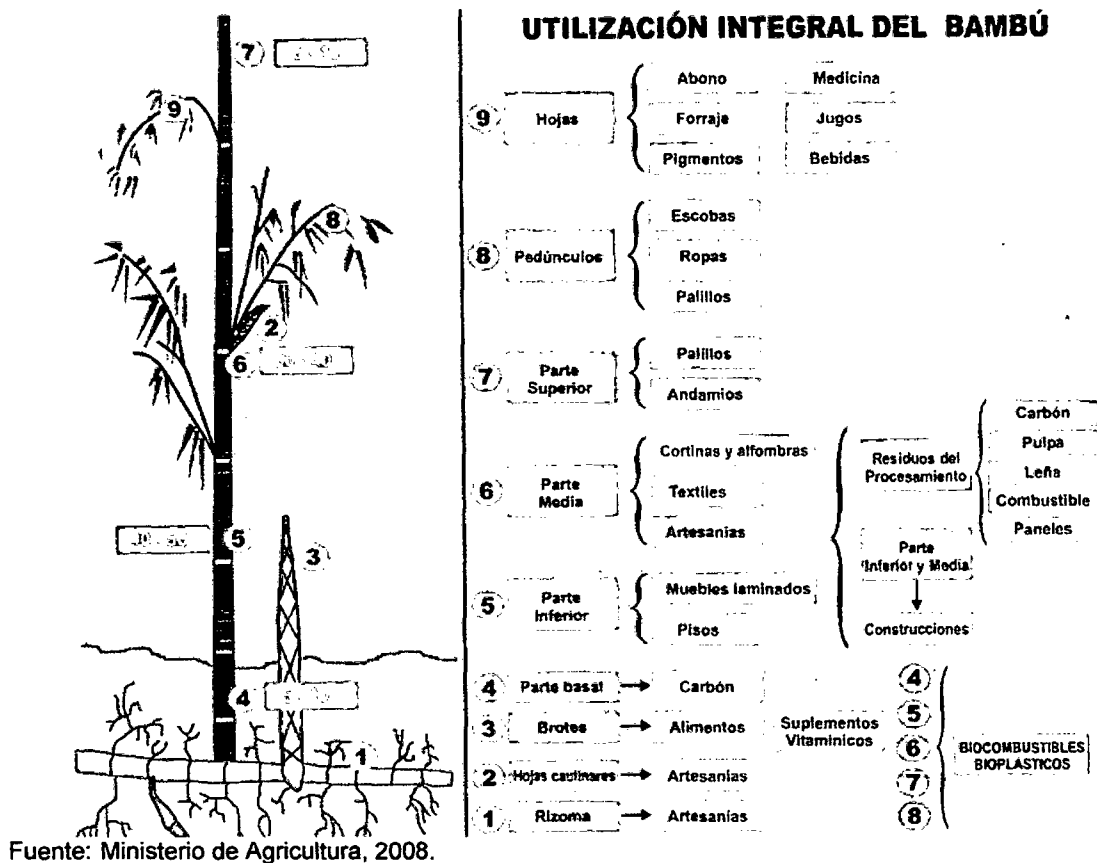


Figura 3. Usos integrales del bambú

2.11. Espectrofotometría de absorción atómica

SKOOG (1998) y ROCHA (2000); es una técnica muy relacionada con la fotometría de llama ya que se utiliza una llama para atomizar la disolución de la muestra de modo que los elementos a analizar se encuentran en forma de vapor de átomos. Ahora bien, en absorción atómica existe una fuente independiente de luz monocromática, específica para cada elemento a analizar y que se hace pasar a través del vapor de átomos, midiéndose posteriormente la radiación absorbida. Dada la estrecha relación existente entre absorción atómica y fotometría de llama es inmediata una comparación entre ellas. En fotometría de llama la sensibilidad es proporcional al número de

átomos que se han excitado, mientras que, en absorción atómica la sensibilidad depende del número de átomos que se encuentran en el estado fundamental. Normalmente, tan sólo un pequeño porcentaje de átomos se encuentran en estado excitado en la llama.

Por lo tanto, la absorción atómica da lugar, en general, a una mayor sensibilidad que la fotometría de llama para un gran número de elementos. Además, la absorción atómica es una técnica que presenta menos interferencias y es más simple que la fotometría de llama, lo que explica el espectacular desarrollo de la técnica en los últimos años. Hay que señalar que a pesar de ello, la absorción atómica no ha eliminado el uso de la fotometría, sino que ambos métodos deben considerarse complementarios, siendo la sensibilidad de cada uno de ellos superior a la del otro para determinados elementos.

Las ventajas fundamentales de la utilización de la llama como fuente de excitación son que los espectros son muy sencillos y que los resultados cuantitativos tienden a ser más reproducibles. Los espectros son sencillos debido a la baja energía de excitación de la llama que da lugar a pocas líneas de emisión. Este hecho hace disminuir el problema de las interferencias espectrales a partir de líneas y bandas de otros elementos y además no implica la necesidad de un monocromador de elevada resolución.

Las dos desventajas más importantes de los métodos de emisión en llama son que la energía de excitación es demasiado baja para la mayoría de los elementos y que la muestra debe estar disuelta. En absorción atómica la

baja energía no es una desventaja tan importante ya que la misión de la llama, en ese caso, es únicamente atomizar la muestra y formar un vapor de átomos sin excitar; por esta razón es aplicable a un mayor número de elementos que la fotometría de llama.

2.11.1. Componentes de un Espectrofotómetro de Absorción Atómica (EAA)

SKOOG (1998) y ROCHA (2000), son los siguientes:

1) Una fuente de radiación que emita una línea específica correspondiente a la necesaria para efectuar una transición en los átomos del elemento analizado.

2) Un nebulizador, que por aspiración de la muestra líquida, forme pequeñas gotas para una atomización más eficiente.

3) Un Quemador, en el cual por efecto de la temperatura alcanzada en la combustión y por la reacción de combustión misma, se favorezca la formación de átomos a partir de los componentes en solución.

4) Un sistema óptico que separe la radiación de longitud de onda de interés, de todas las demás radiaciones que entran a dicho sistema.

5) Un detector o transductor, que sea capaz de transformar, en relación proporcional, las señales de intensidad de radiación electromagnética, en señales eléctricas o de intensidad de corriente.

6) Un amplificador o sistema electrónico, que como su nombre lo indica amplifica la señal eléctrica producida, para que en el siguiente paso pueda ser procesada con circuitos y sistemas electrónicos comunes.

7) Por último, se requiere de un sistema de lectura en el cual la señal de intensidad de corriente, sea convertida a una señal que el operario pueda interpretar (ejemplo: transmitancia o absorbancia). Este sistema de lectura, puede ser una escala de aguja, una escala de dígitos, un graficador, una serie de datos que pueden ser procesados a su vez por una computadora, etc.

La EAA en flama es a la fecha la técnica más ampliamente utilizada (aunque cada vez más competida por la espectrofotometría de emisión con plasma) para determinar elementos metálicos y metaloides. Esta técnica tienen grandes convenientes y es de costo relativamente bajo, pudiéndose aplicar tal técnica a una gran variedad de muestras.

2.11.2. Descripción de la técnica de Espectrofotometría de absorción atómica

SKOOG (1998) y ROCHA (2000), la técnica de absorción atómica en flama en una forma concisa consta de lo siguiente: la muestra en forma líquida es aspirada a través de un tubo capilar y conducida a un nebulizador donde ésta se desintegra y forma un rocío o pequeñas gotas de líquido.

Las gotas formadas son conducidas a una flama, donde se produce una serie de eventos que originan la formación de átomos. Estos átomos absorben cualitativamente la radiación emitida por la lámpara y la cantidad de radiación absorbida está en función de su concentración. La señal de la lámpara una vez que pasa por la flama llega a un monocromador, que tiene como finalidad el discriminar todas las señales que acompañan la línea de

interés. Esta señal de radiación electromagnética llega a un detector o transductor y pasa a un amplificador y por último a un sistema de lectura.

2.11.3. Fuentes de radiación

SKOOG (1998) y ROCHA (2000), una vez que han sido formados los átomos, la flama tiene la misma función que una celda en espectroscopia visible o Ultravioleta. Los átomos de la flama absorben radiación de acuerdo a la Ley de Beer si esta corresponde a la diferencia en energía entre los niveles energéticos de algunos de los átomos presentes, de lo contrario, la radiación pasa por la flama sin disminuir la potencia de haz como efecto de los átomos contenidos en ella. El desarrollo de un equipo comercial de absorción atómica fue hasta principio de los cincuentas, ya que aunque su potencial se vislumbra desde fines del siglo pasado, no se sabía aún como tener una fuente de radiación para este tipo de espectroscopia.

2.11.4. Niveles cuánticos en átomos

SKOOG (1998) y ROCHA (2000), como ya ha sido mencionado con anterioridad, los átomos de los diferentes elementos tienen líneas bien definidas que corresponden a transiciones entre diferentes niveles atómicos. Estas transiciones tienen anchos espectrales de décimas o hasta centésimas de nanómetro. Cada elemento va a responder a la excitación de una radiación de longitud de onda muy específica ya que solo este elemento absorbe o emite tal tipo de radiación, porque esta corresponde a la diferencia en energía entre dos niveles particulares de ese átomo.

La idea de Alan Walsh, el creador de la Espectroscopia de Absorción Atómica fue la siguiente: los átomos absorben y emiten radiación de exactamente la misma frecuencia o longitud de onda, ya que absorben radiación al pasar del estado basal a un estado excitado y teóricamente emiten la misma frecuencia de radiación en el proceso inverso; por lo tanto si se tiene una fuente de excitación en donde el elemento excitado es el mismo que se va a analizar, la radiación emitida va a ser captada únicamente por el elemento que es idéntico al de la fuente luminosa. Por ejemplo: si se desea cuantificar Zn en una flama, se hace irradiar ésta con radiación emitida por átomos de Zn; ésta va a ser absorbida únicamente por los átomos de Zn que se encuentran en la flama y no por los átomos de cobre, cadmio, o níquel o algún otro elemento presente, ya que la radiación que pasa por la flama corresponde únicamente a los niveles energéticos del Zn.

2.11.5. Lámpara de Cátodo Hueco

ROCHA (2000), indica que este tipo de fuente de radiación es de las ampliamente difundidas en la EAA. La lámpara de cátodo hueco (LCH o HCL [Hollow Cathode Lamp]) consiste de un cilindro de vidrio sellado al vacío y con un gas inerte en su interior. Dentro de este mismo cilindro se encuentran dos filamentos; uno de ellos es el cátodo y el otro el ánodo. El ánodo generalmente es un alambre grueso hecho de níquel o tungsteno, el cátodo es en forma de un cilindro hueco, en el interior del cual se encuentra depositado en forma de una capa el elemento metálico que se va a excitar. (Figura 4).

También regularmente y cuando esto es posible el cátodo está enteramente hecho del metal a analizar.

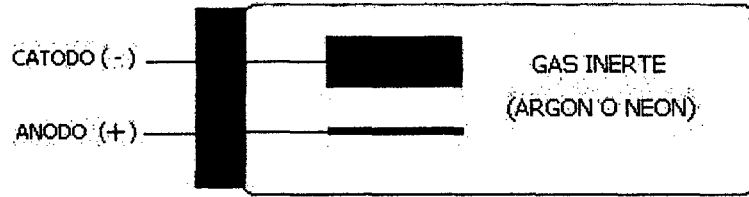


Figura 4. Lámpara de cátodo hueco

El cátodo es la terminal negativa y el ánodo es la positiva, cuando se aplica una diferencia de potencial entre las dos terminales ocurre una serie de eventos que se muestra en la Figura 5 y que son descritos a continuación:

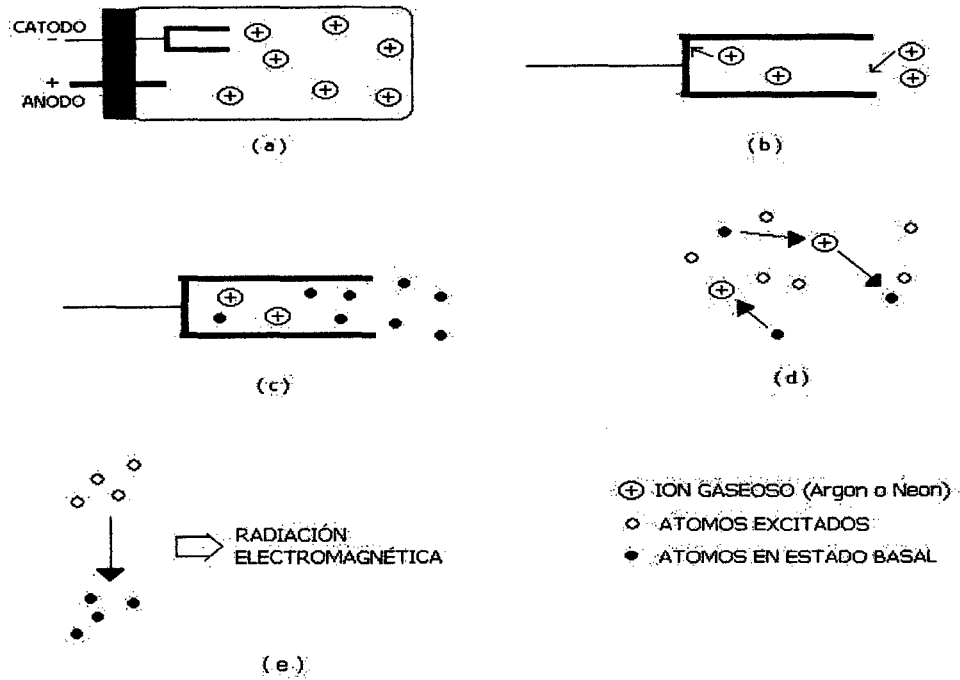


Figura 5. Eventos que ocurren en una lámpara de cátodo hueco

2.11.6. Nebulizador

ROCHA (2000), cuando una solución acuosa de sales inorgánicas disueltas es aspirada y dirigida hacia una flama, en esta ocurre una serie de eventos que conducen a la formación de átomos en la misma.

El quemador de premezclado o de flujo laminar mostrado en la Figura 6 tiene la siguiente secuencia de pasos en su operación: inicialmente la muestra líquida (en la cual están disueltos los componentes en forma de iones positivos y negativos) debe ser conducida al quemador. Para esto se hace uso del efecto Venturi. Este efecto se crea cuando el oxidante (por ejemplo aire) se introduce a través de un tubo diseñado de manera tal que se genera un vacío lo cual produce la succión de la muestra líquida a través del tubo capilar. Este mismo efecto Venturi favorece la formación de pequeñas gotas en forma de rocío, cuando la solución se hace impactar sobre un cuerpo sólido de diseño y geometría adecuada. El combustible necesario, (generalmente acetileno) se introduce directamente a la cámara del nebulizador por medio de un conducto adicional.

Debido a que el oxidante que se introduce a través del nebulizador para el efecto Venturi no es suficiente para una adecuada combustión, el resto requerido se introduce también a la cámara del nebulizador por medio de un conducto adicional. El resultado es que el quemador lleva finalmente una mezcla oxidante (aire) y combustible (acetileno) que transportan pequeñas gotas de rocío de la muestra aspirada. Otras de las líneas conectadas a la cámara del nebulizador es el tubo de drenaje. La finalidad de este es desechar

las gotas que por su tamaño grande condensan en el deflector de flujo o esfera de impacto.

La eficiencia y el grado en que la solución aspirada forma pequeñas gotas de rocío es sumamente importante ya que la reproductibilidad y la sensibilidad de esta técnica depende en gran parte de este paso en la operación del nebulizador. Las pequeñas gotas formadas, son arrastradas por el flujo de gases (oxidante y combustible) que también entran a la cámara de mezclado del nebulizador y que sustentan la reacción de combustión en el quemador. Únicamente las partículas que tienen tamaños menores de 10 μm , lo que representa solo una pequeña fracción del volumen de muestra aspirada llega finalmente al quemador, más del 90% de la solución es desechada a través de un tubo de drenaje en que el nebulizador tiene para este fin.

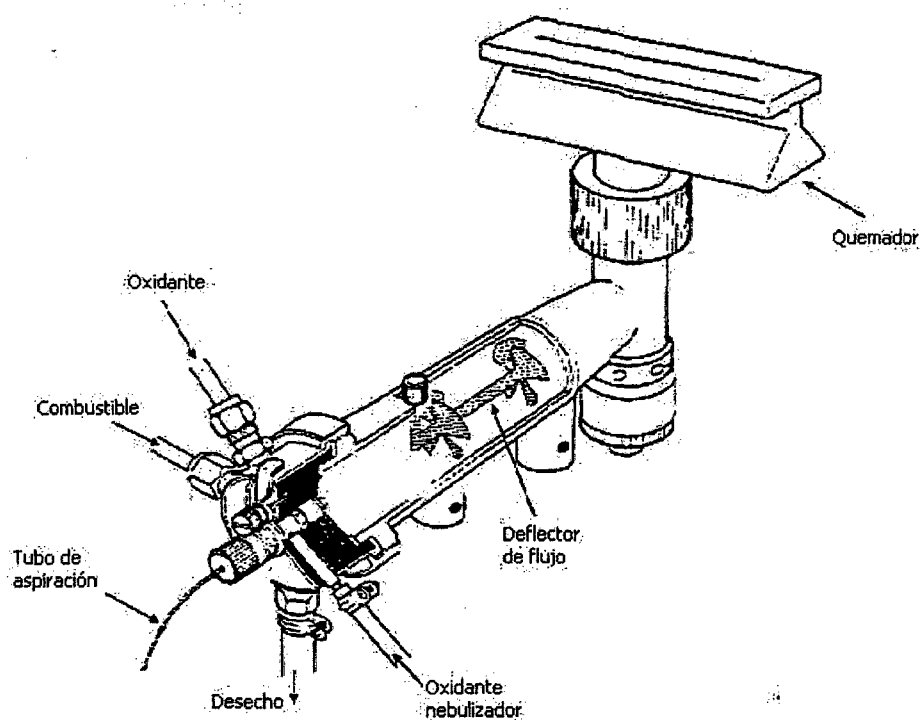


Figura 6. Quemador-Nebulizador de premezclado o de flujo laminar

La intención de esto es evitar que partículas demasiado grandes alcancen el quemador. Cuando esto ocurre, debido a que el tiempo de residencia de la gota en la parte más caliente de la flama es de únicamente milésimas de segundo, si la gota es demasiado grande, no se alcanzan a formar átomos a partir de esta, y es muy probable que se originen falsas absorbancias y que la flama sea demasiado ruidosa tanto desde el punto de vista audible como electrónico.

2.11.7. Quemador

SKOOG (1998) y ROCHA (2000), con las gotas de solución que alcanzan a llegar al quemador ocurren los siguientes eventos:

1. El solvente es vaporizado y se forman los cristales de las sales metálicas que originalmente se encontraban en solución como iones positivos y negativos. La naturaleza de las sales formadas depende principalmente de la constante de producto de solubilidad del compuesto que cristaliza.

2. Una vez formadas las sales, estas son descompuestas por efecto de la temperatura. Y el elemento es reducido al estado metálico sólido.

3. Posteriormente el metal pasa del estado líquido al estado gaseoso y finalmente se tiene en un vapor atómico que es capaz de absorber radiación de longitudes de onda bien definidas.

4. Si la temperatura es lo suficientemente alta y/o el elemento metálico es de bajo potencial de ionización, parte de los átomos del elemento pierden uno o más de sus electrones y se ioniza parcialmente. Esto no es conveniente ya que la ionización es una interferencia en EEA. Este proceso que se lleva a cabo en la flama está representado en la Figura 7.

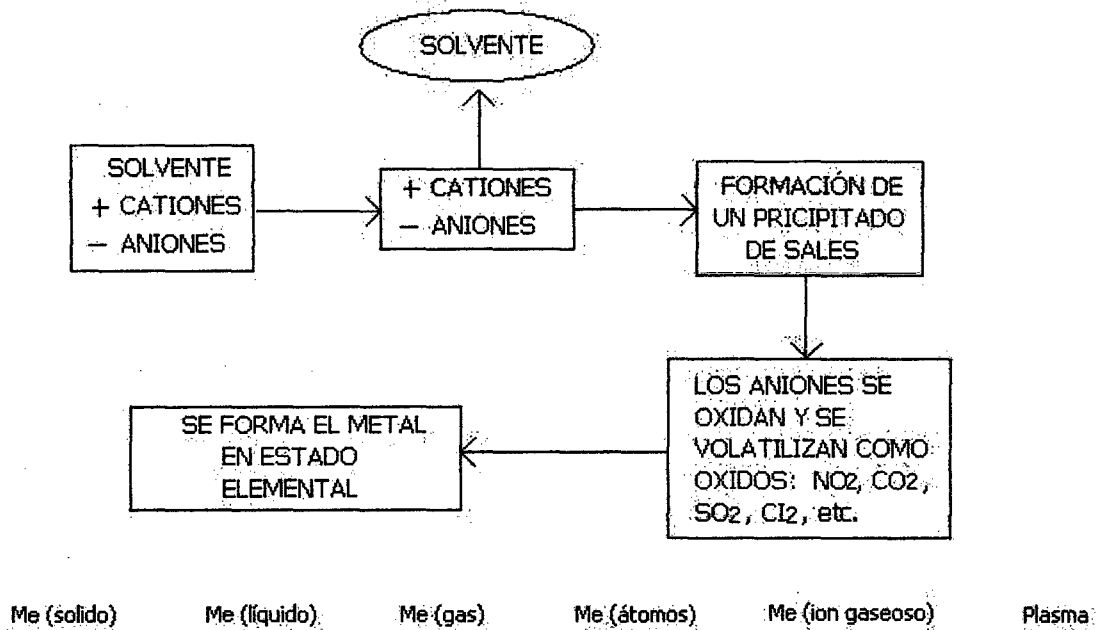


Figura 7. Secuencia de eventos que se llevan a cabo en un quemador

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal y el laboratorio de Espectrofotometría de la Facultad de Zootecnia, que se encuentran dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco a una altitud de 660 msnm., en coordenadas Este 390000 y Norte 8970200, de zona 18 L sur en el Datum WG S84.

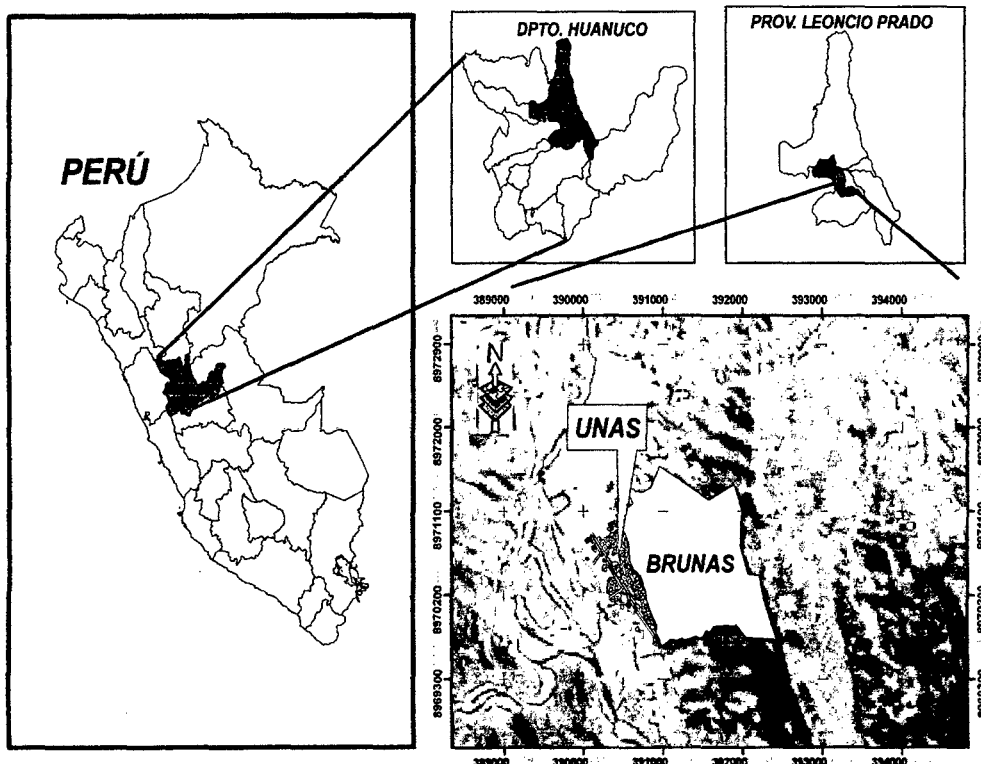


Figura 8. Ubicación del lugar de trabajo

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Flask volumétrico de 50 o 100 ml, Micropipetas Kintel, Balón de fondo plano de 250 ml, Vasos de 600 ml, Crisol, Desecador, Tubos de ensayo, Bolsas de plástico, Motosierra, Cámara digital, Cernidor.

3.2.2. Equipos

Un extractor soxhlet, Balanza analítica, Mufla, Estufa, Destilador de reflujo, Espectrofotómetro de Absorción Atómica, GPS Garmin 12 Etrex, Sierra disco.

3.2.3. Reactivos

Agua destilada y desionizada, Solvente orgánico (hexano o éter bidestilado), Acido sulfúrico 1,25 %, Hidróxido de sodio al 1,25 %, Acido clorhídrico 10% y 50%, Oxido de lantano al 0,1 %, Standares de calibración de Potasio, sodio, calcio, magnesio, zinc, manganeso, hierro y cobre.

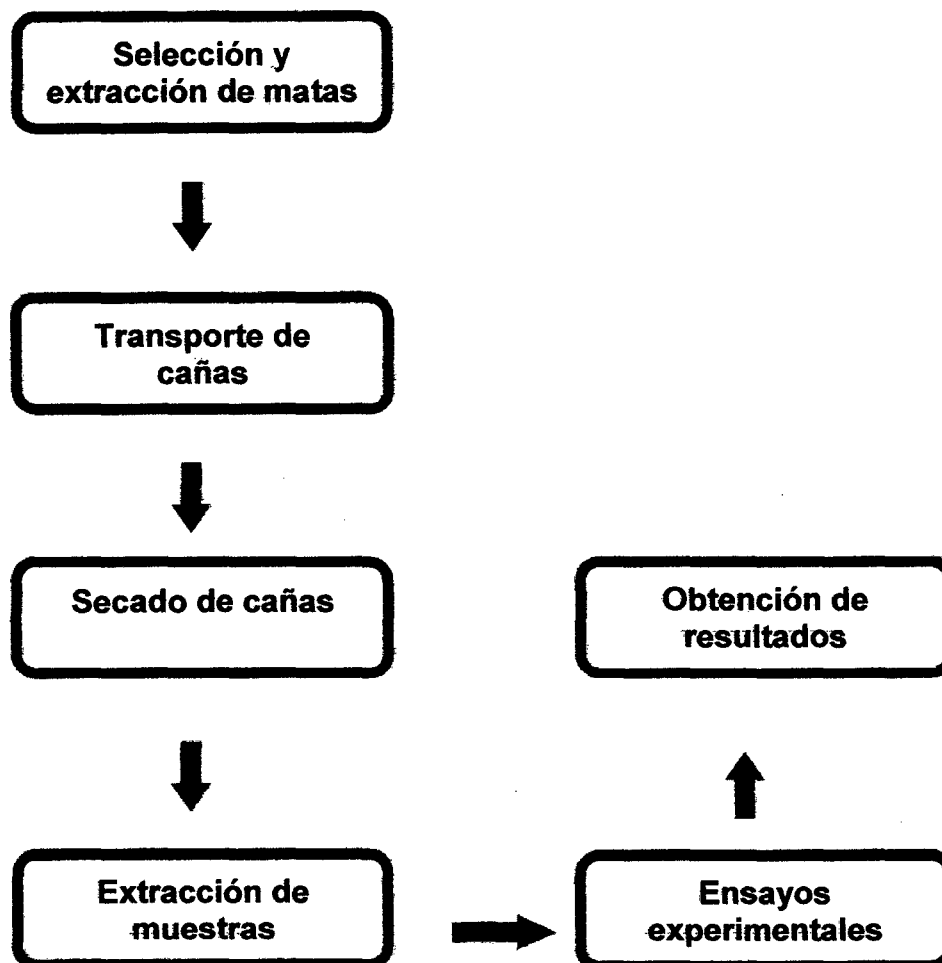
3.2.4. Material genético

Los materiales genéticos utilizados en el presente trabajo se extrajeron del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva los cuales fueron

- 10 cañas de bambú de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer
- 10 cañas de bambú de *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz

3.3. Metodología

3.3.1. Flujo de investigación



- **Selección y extracción de matas:** Se seleccionó 4 matas de bambú dos de *Dendrocalamus asper* y dos de *Gigantochloa apus* y se extrajeron 5 cañas maduras de cada mata.

- **Transporte de cañas:** Se transportó las cañas seleccionadas al área de tecnología de la madera.

- **Secado de las cañas:** Se secaron las cañas por un tiempo de 20 días para luego ser llevados a laboratorio.

- **Extracción de muestras:** Se extrajo 500 g de muestra de cada caña de bambú madura el cual será llevado a laboratorio para el análisis respectivo.

- **Ensayos experimentales:** Se realizó el análisis respectivo planteado en el presente proyecto de tesis.

- **Obtención de resultados:** Se tomaron los datos de cada análisis en el laboratorio para luego ser procesados correctamente.

3.3.2. Para el análisis químico proximal de las muestras de bambú de las dos especies *Dendrocalamus asper* y *Gigantochloa apus*.

AOAC (1990), Métodos de Análisis de la Asociación Oficial de Química; se realizó los siguientes análisis de químico proximal y determinación de minerales.

Se extrajo 500 g de aserrín de cada caña de bambú las cuales fueron cernidas respectivamente en las dos especies para los análisis respectivos a realizar en el laboratorio.

3.3.2.1. Determinación de ceniza

1. Se colocó el crisol limpio en estufa a 100 °C durante 2 horas.
2. Se llevó el crisol al desecador para que enfríe y pesarlo, siempre manejando con pinzas de metal para prevenir la absorción de humedad.
3. Se pesaron 3 g de muestra y colocarlo en el crisol de porcelana, luego colocar las muestras en una cocina eléctrica antes de poner en la mufla para que la muestra pierda CO₂ y no emane humo al ser incinerado en la mufla.
4. Se colocaron en un horno incinerador (mufla) a temperatura de 600 °C por 16 horas.
5. Se colocó el crisol conteniendo las cenizas en un desecador para que enfríe.
6. Se pesó el crisol con las cenizas.
7. Se calculó por diferencia de peso la ceniza.

CALCULO

W1 = Peso del crisol

W2 = Peso del crisol + ceniza

W3 = Peso de la muestra

$$\%Ceniza = \frac{W_2 - W_1}{W_3} \times 100$$

3.3.2.2. Determinación de grasa

a) Método de Soxhlet:

1. Se pesó un balón limpio, seco y frío, se anotó en el registro el peso del balón y el número correspondiente.
2. Se hizo un cartucho con papel filtro, se pesó y se agregó 3 – 5 g de muestra.
3. Se colocó el paquete en el cuerpo del aparato soxhlet y luego agregar hexano hasta que una parte del mismo descienda por sifón hacia el balón, conectar la fuente de calor (cocina eléctrica).
4. El solvente (hexano) al calentarse se evaporó (69 °C) y ascendió a la parte superior de la cámara de extracción. Allí se condensó por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón por el sifón, arrastrando consigo la grasa. El ciclo es cerrado, y la velocidad de goteo del hexano debe ser de 45 a 60 gotas por minutos.
5. El proceso duró 5 horas. El balón se sacó del aparato cuando contenía poco hexano o éter (momentos antes que este sea sifoneado desde la cámara de extracción).
6. Se evaporó el hexano remanente en el balón en una estufa a 100 °C. sacarlo de la estufa y colocarlo en el desecador.
7. Se pesó el balón conteniendo la grasa.

CÁLCULOS:

$$\%Grasa = \frac{\text{Peso} \cdot \text{balón} \cdot \text{con} \cdot \text{grasa} - \text{Peso} \cdot \text{balón} \cdot \text{vacío}}{\text{Gramos} \cdot \text{de} \cdot \text{muestra}} \times 100$$

3.3.2.3. Determinación de fibra

1. Se pesó aproximadamente 3 g de muestra (exenta de grasa, se puede tomar el residuo de la determinación de grasa).

2. Digestión ácida: Se colocó la muestra en un vaso de 600 ml más 200 ml de H_2SO_4 al 1,25%. Hervir durante 30 minutos en un destilador de reflujo, filtrar y lavar con agua caliente hasta neutralizar la acidez. En esta digestión se elimina el total de carbohidratos soluble, parte de la proteína y como error del análisis existe una pérdida de una parte de lignina y hemicelulosa y una ligera cantidad de celulosa.

3. Digestión básica: Se colocó el filtrado nuevamente en el vaso de 600 ml y someterlo a la digestión alcalina. Para ello se añadió 200 ml de NaOH al 1,25% y hervirlo por 30 minutos en destilador de reflujo (cuidar durante todo este tiempo). Se filtro al vacío en una capsula de cerámica porosa lavando con agua destilada caliente. En esta digestión se terminó de eliminar el remanente de la proteína e igualmente que en el caso anterior existe una pérdida de una parte de la fibra insoluble.

4. Se colocó el residuo en la estufa por 1 hora, enfriar en el desecador y pesar, luego de pesar el residuo se llevó a una cocina eléctrica para eliminar todo el humo y para que la muestra no emane este humo en la mufla.

5. Luego se llevó a la mufla para eliminar la materia orgánica y obtener las cenizas. Luego de que la capsula con las cenizas estaba fría, se pesó nuevamente.

CALCULO:

W = Peso de la muestra

W1 = Peso del crisol conteniendo el residuo de digestión seco

W2 = Peso del crisol conteniendo las cenizas

$$\%Fibra = \frac{W1 - W2}{W} \times 100$$

3.3.3. Para la determinación de los minerales

Para este proceso se siguió este procedimiento:

Paso 1. Cenizas

1. Se colocó el crisol limpio en estufa a 100 °C durante 2 horas.
2. Se llevó el crisol al desecador para que enfríe y pesarlo, siempre manejando con pinzas de metal para prevenir la absorción de humedad.
3. Se pesó 3 g de muestra y se colocó en el crisol de porcelana, luego se colocó las muestras en una cocina eléctrica antes de poner en la mufla para que la muestra pierda CO₂ y no emane humo al ser incinerado en la mufla.
4. Se colocó en un horno incinerador (mufla) a temperatura de 600 °C por 16 horas.
5. Se colocó el crisol conteniendo las cenizas en un desecador para que enfríe.
6. Se pesó el crisol con las cenizas.

Paso 2. Solubización

7. Los crisoles conteniendo la ceniza se colocaron nuevamente en la plataforma caliente, para su hidrólisis con ácido. Se humedeció la ceniza con unas cuantas gotas de agua destilada desionizada.

8. Se agregaron 5 ml de HCL 50%. Se evaporó la solución hasta aproximadamente la mitad del volumen inicial (no desatienda las muestras porque se pueden secar).

9. Se agregó 70 ml de HCL 10% (cuando se está trabajando con crisoles de 100 ml de capacidad). Se enjuagó las paredes del crisol con HCL 10%. Evapore las muestras hasta un volumen de unos 10 ml. Añadir 70 ml de agua destilada desionizada; evaporar las muestras hasta un volumen de unos 5 ml. No permita que los crisoles se sequen, (este procedimiento N° 9, donde se usa HCL al 50 % y 10% se usa para determinar los 6 minerales los cuales son potasio, sodio, manganeso, hierro y cobre).

10. se añadió 70 ml de óxido de lantano al 0,1 %. Se evaporó las muestras hasta un volumen de unos 5 ml. No se debe permitir que los crisoles se sequen, (este procedimiento N° 10, donde se usa óxido de lantano es para determinar los 2 minerales restantes de los 8 que se determinó que son calcio y magnesio).

11. Se removió los crisoles de la plataforma. Si es que se desea parar, cubrir las muestras con plástico doble o papel de cera.

Paso 3. Filtración

12. Se filtro la muestra con papel filtro N° 42 en un flask volumétrico (50 o 100 ml). Se llevó a solución final con agua destilada desionizada.

13. Se almacenó la solución final original en un tubo o envase de polietileno o polipropileno hasta antes del análisis.

Luego de la filtración se procedió a llevar las 20 muestras en tubos de polietileno con 25 ml en cada tubo. Las lecturas de los minerales en el espectrofotómetro y su factor de dilución de cada muestra en que fueron leídas se muestran en el cuadro de Anexo N°4 (Datos de la lectura de minerales en el espectrofotómetro); también en el Anexo N°6 (Calibración y longitudes de onda de los minerales), se hace presente la longitud de onda usado para la determinación de cada mineral.

Para el cálculo del contenido de porcentaje de minerales (potasio, sodio, calcio y magnesio), se usó la siguiente formula:

$$\% \text{ de minerales} = \text{ABS} \times 25 \times \text{F.D.} / 10\ 000$$

Donde:

ABS = Absorvancia

F.D. = Factor de dilución

Para el cálculo del contenido de microgramos por gramo de minerales (zinc, manganeso, cobre y hierro), se usó la siguiente formula:

Ugr/gr de minerales = ABS. x 25 x F.D. / g de muestra

Donde:

ABS = Absorvancia

F.D. = Factor de dilución

3.3.4. Análisis estadístico

En el análisis de la variabilidad de las dos especies de bambú, se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA), el ANVA se realizó a un nivel de significancia de 1 % y también, se realizó la Prueba de Tukey $\alpha = 0,05$, al 95 % de confiabilidad para determinar la variabilidad entre tratamientos.

3.3.5. Diseño completamente al azar (DCA)

Modelo aditivo lineal del experimento es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Para:

$i = 1, 2, \dots, t$ t = número de tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r_i$ r_i = número de repeticiones por tratamiento

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

ε_{ij} = Efecto aleatorio o error experimental

Análisis de varianza para un DCA.

Fuente	SC	GL	MC	F
Matas	SCT	t-1	CMT	F _c
Error experimental	SCE	t(r-1)	CME	
Total	SCT	t r-1		

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del porcentaje de grasas en las dos especies de bambú *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

En el Cuadro 1 y Anexo 1, se observa el porcentaje de grasa en cada culmo de bambú en las dos especies; en la figura 9 se muestra el porcentaje promedio de grasa que presentan las especies de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer con 0,3467 % y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz con 0,2420 % respectivamente. La grasa está formada por moléculas orgánicas insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos: benceno, éter etílico, hexano y comprende: ácidos grasos libres indispensables o no, esteroides, terpenoides, ceras y fosfolípidos (PALACIOS *et al.*, 2006).

MUÑOZ (1990), indica que para el análisis de materiales vegetales, siempre debe hacerse referencia al "extracto etéreo" y no al de "grasa" o "lípidos" ya que la porción extraída con el método Soxhlet, el éter extrae además de lípidos, pigmentos como la: clorofila, xantofila y caroteno, así como vitaminas liposolubles y de otras diversas sustancias.

Cuadro 1. Promedios de porcentajes de contenido de grasa en las dos especies por culmos de bambú *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

Número de culmos	<i>Dendrocalamus Asper</i> (%)	<i>Gigantochloa Apus</i> (%)
culmo 1	0,0567	0,1467
culmo 2	0,0722	0,0956
culmo 3	0,1156	0,1356
culmo 4	0,3156	0,2867
culmo 5	0,3789	0,2767
culmo 6	0,1311	0,2622
culmo 7	0,2389	0,3178
culmo 8	0,5033	0,3078
culmo 9	1,1733	0,2733
culmo 10	0,4811	0,3178
Promedio	0,3467	0,242

El MINISTERIO DE AGRICULTURA (2008), el porcentaje de grasa total o extracto etéreo para los bambúes es de 0,5 % el cual difiere con nuestros resultados con mínimas diferencias con lo encontrado en el trabajo de investigación que se muestra en la Figura 9 (0,3467 % y 0,2420 %), que no muestra mucha diferencia con lo determinado por MARTINEZ (1982), ya que estos datos encontrados se refiere a los brotes de bambú, el cual menciona que el porcentaje de extracto etéreo de los brotes es de 0,27 %.

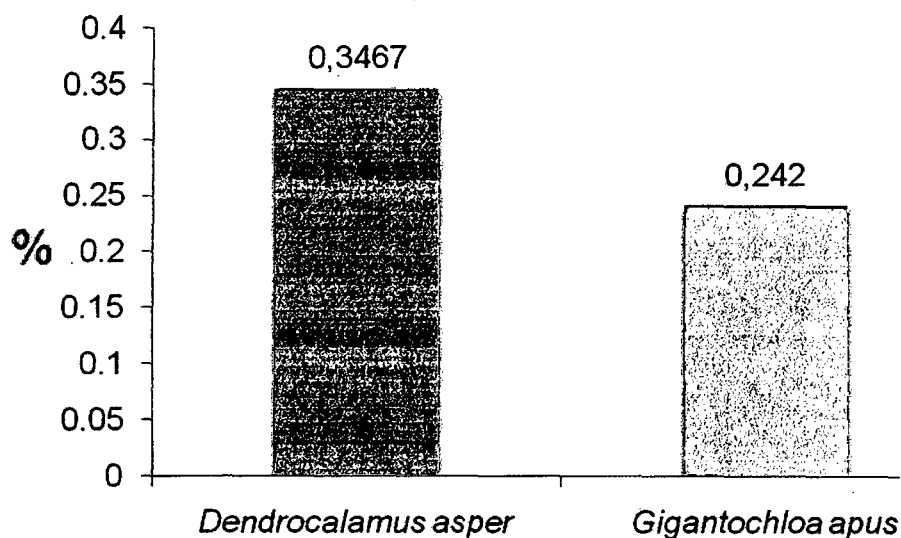


Figura 9. Porcentaje promedio de grasa en las dos especies de bambú

En el Cuadro 2, el análisis estadístico muestra que no hay significancia estadística en los porcentajes de extracto etéreo, que contienen las especies de *Dendrocalamus asper* y *Gigantochloa apus*, manifestándose así que existe homogeneidad en la disponibilidad de grasa de las dos especies de bambú analizados.

Cuadro 2. Análisis del contenido de grasa en dos especies de bambú *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	0,336	3	0,112	2,299	NS
Error experimental	0,780	16	0,049		
Total	1,116	19			

Los mejores promedios se encontraron en las matas 2 y 4 con 0,5055 % y 0,2958 % respectivamente, pero comportándose estadísticamente iguales en los cuatro tratamientos.

4.2. Determinación del porcentaje de ceniza en las dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

En el Cuadro 3 y Anexo 2, se observa el porcentaje de ceniza en cada culmo de bambú en las dos especies; en la figura 10, se muestra el porcentaje promedio de ceniza que presentan las especies de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer con 0,8427 % y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz con 1,2204 % respectivamente; (PALACIOS *et al.*,2006), la ceniza es el residuo inorgánico de una muestra incinerada, su cuantificación es el inicio para determinación de los elementos minerales, los cuales actúan en el organismo (coenzimas, equilibrio ácido base, estructura, hormonas y vitaminas), es pertinente mencionar que mediante el presente análisis realizado (Análisis proximal), no es posible determinar las cantidades ni tipos de minerales que pueden presentar los vegetales estudiados.

Cuadro 3. Contenido de promedios de ceniza en las dos especies por culmos de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

Número de culmos	<i>Dendrocalamus Asper</i> (%)	<i>Gigantochloa Apus</i> (%)
culmo 1	1,1778	0,8567
culmo 2	0,6278	0,9000
culmo 3	0,6122	1,6000
culmo 4	1,1156	1,1133
culmo 5	0,7233	1,4589
culmo 6	1,0400	0,8456
culmo 7	0,6267	2,2200
culmo 8	0,8267	1,0478
culmo 9	0,7856	1,0467
culmo 10	0,8911	1,1156
Promedio	0,8427	1,2204

El contenido promedio de ceniza de las dos especies de bambú que presenta la Figura 10, (0,8427 % y 1,2204 %) muestra pequeñas diferencias con lo obtenido por (GUTIERREZ, 1995) que muestra resultados de porcentajes de grasa de 1,1 %, también difiere lo obtenido por (MARTINEZ, 1982), que menciona que el contenido de ceniza de los brotes es de 0,63 %, esta diferencia puede deberse a que estos datos son de los brotes (tallos

tiernos) de los bambúes y nuestros datos de cenizas fueron obtenidos de cañas de bambúes maduras, o también a la especie ya que este autor no menciona de que especie se obtuvo estos resultados o también a la composición química de los suelos, que va ligada a la capacidad de absorción de minerales por las plantas.

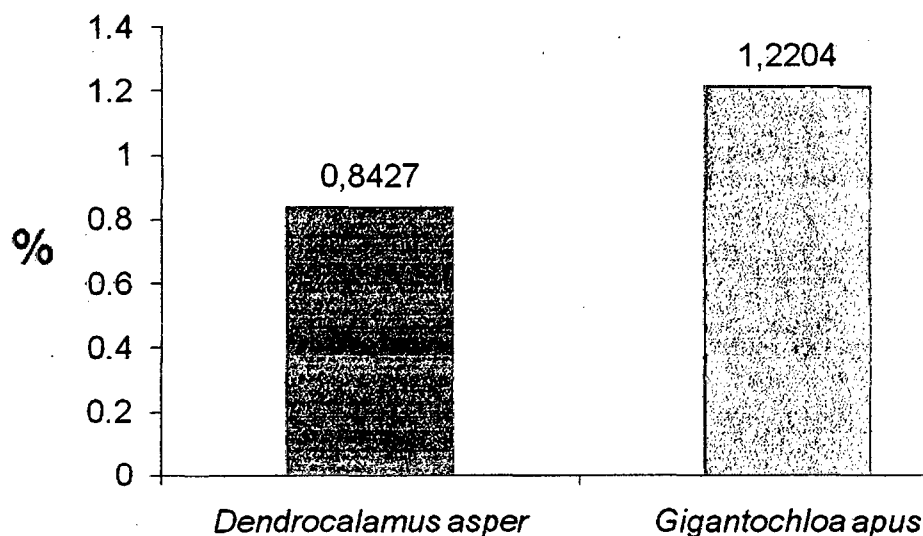


Figura 10. Porcentaje promedio de cenizas en las dos especies de bambú

Por otra parte en el Cuadro 4, se muestra el análisis estadístico del contenido de ceniza del bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz), el cual determina que no presentan diferencia significativa, esto quiere decir que técnicamente existe homogeneidad en la disponibilidad de ceniza por las especies estudiadas en este trabajo.

Cuadro 4. Análisis del contenido de cenizas en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	0,726	3	0,242	1,902	NS
Error experimental	2,037	16	0,127		
Total	2,763	19			

4.3. Determinación del porcentaje de fibra en las dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

En el Cuadro 5 y Anexo 3, se muestra el contenido en porcentaje de fibra, donde se observa que para *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer es de 1,0436 % y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz es de 1,2729 %. La fibra es un componente que generalmente ayuda a la digestión y previene las enfermedades cardiovasculares (KERSTETTER *et al.*, 2005). En el análisis proximal la determinación de fibra corresponde la fracción de carbohidratos que es insoluble después de sucesivas digestiones con ácido y base, y está constituida por: celulosa, hemicelulosa y lignina (PALACIOS *et al.*, 2006).

Cuadro 5. Contenido promedio de fibra en las dos especies por culmos de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

Número de culmos	<i>Dendrocalamus asper</i>	<i>Gigantochloa apus</i>
culmo 1	1,0096	1,1578
culmo 2	0,9266	1,2528
culmo 3	1,0495	1,3056
culmo 4	0,9154	1,2579
culmo 5	1,0625	1,3446
culmo 6	1,0456	0,9771
culmo 7	1,0153	1,3841
culmo 8	1,1145	1,3490
culmo 9	1,1402	1,3334
culmo 10	1,1565	1,3661
Promedio	1,0436	1,2729

El contenido de porcentaje de fibra de las dos especies de bambú que se presenta en la Figura 11, con 1,0436 % y 1,2729 %, muestran una pequeña diferencia con lo encontrado (GUTIERREZ, 1995), que señala que el contenido de fibra del bambú en general es de 1,5 %; según MARTINEZ (1982), quien también menciona que los bajos rendimientos en fibra, se deben en mayor parte a la gran cantidad de brácteas que envuelven a la parte carnosa de los cogollos que generalmente se da cuando, se cosecha a destiempo, asumiendo que el mejor tiempo para la cosecha es de 37 días,

cuando las cañas están en brotes es la etapa cuando presentan mayor cantidad de brácteas, esto lo corrobora el MINISTERIO DE AGRICULTURA (2008), que reconoce a los brotes de bambú que es un producto que mejor brinda el componente fibra.

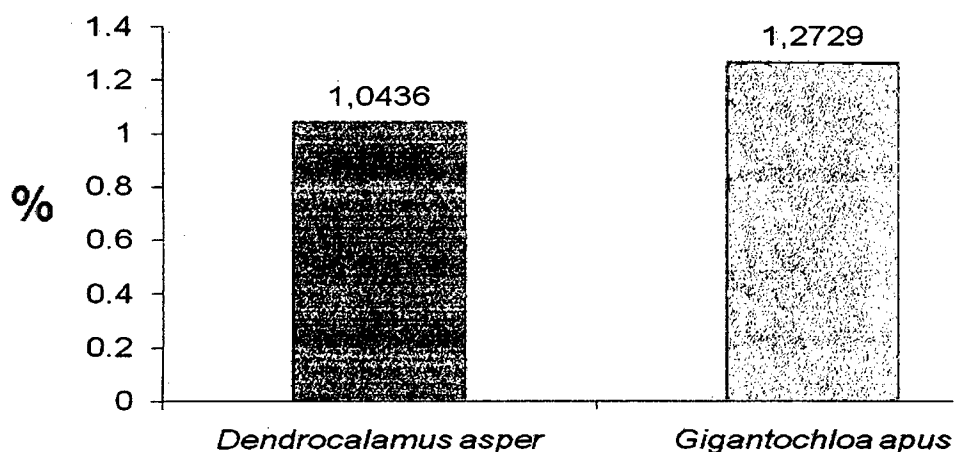


Figura 11. Porcentaje promedio de fibra en las dos especies de bambú

En el Cuadro 6, se observa el análisis estadístico sobre el porcentaje promedio de fibra, el cual muestra diferencias significativas entre las especie *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz, esto quiere decir que existe una diferencia en el contenido de fibra por estas especies, siendo mayor el contenido de fibra en la especie de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

Cuadro 6. Análisis de varianza del contenido de fibra en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	0,290	3	0,097	9,030	S
Error experimental	0,171	16	0,011		
Total	0,460	19			

En el Cuadro 7, según Tukey ($\alpha=0,05$), las matas 4 y 3 que son de la especie de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz presentan un mayor promedio de contenido de fibra con respecto a los tratamientos 2 y 1, es decir los tratamientos de a-c estadísticamente existe diferencia a un nivel de confianza de 95%.

Cuadro 7. Prueba de Tukey del contenido de fibra en dos especies de bambú *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

Matas	Promedio	Tukey alfa = 0.05		
		1	2	3
4	1,2819	A		
3	1,2637	A	b	
2	1,0944		b	c
1	0,9927			c

4.4. Determinación del porcentaje de minerales en las dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

En el Cuadro 8 y 9 se muestra el contenido de porcentaje de los primeros cuatro minerales que son: sodio, potasio, calcio y magnesio estos fueron determinados en porcentaje según fórmula y fueron aplicados a las muestras de las dos especies, en el cual se puede observar que el mineral sodio es el que abunda más con 0,9073 % en (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer, y en *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. Sodio con 1,5950 % seguido por el mineral calcio, magnesio y potasio según los cuadros 8 y 9 en ambas especies respectivamente.

En cuanto a los siguientes cuatro minerales que también se muestran en el cuadro 8 y 9, los cuales fueron determinados en microgramos por gramo según fórmula también esto fue aplicado para las dos especies, en el cual podemos observar que en la especie (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer el mineral que tiene mayor presencia es el manganeso con 48,2326 ug/g; seguido por hierro con 27,5196 ug/g; zinc con 10,0421 ug/g y cobre con 6,6667 ug/g respectivamente. En cuanto a la especie *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. El mineral con mayor presencia es el hierro con 75,9917 ug/g; seguido por el zinc con 12,3514 ug/g; cobre con 9,0583 ug/g y por último manganeso con 2,2333 ug/g. Según HART y FRISHER (1971), el término elementos minerales es poco preciso porque en los minerales se presentan elementos orgánicos como el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el oxígeno y

el azufre. Sirve sin embargo, para agrupar aquellos elementos, en su mayoría metálicos, que se presentan en cantidades minoritarias en los alimentos, y que suelen determinarse como tales elementos más que como compuestos específicos o grupos de compuestos.

Cuadro 8. Promedios de porcentajes del contenido de minerales en la especie de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.

Número de culmo	% de (K)	% de (Na)	% de (Ca)	% de (Mg)	ug/g de (Zn)	ug/g de (Mn)	ug/g de (Fe)	ug/g de (Cu)
Culmo 01	0,2575	0,6500	0,4213	0,0833	10,8333	230,5556	45,6667	6,8333
Culmo 02	0,2700	2,5250	0,3250	0,0517	14,4458	49,1667	29,5833	7,7500
Culmo 03	0,3325	1,9250	0,3100	0,0350	11,1125	89,1667	19,2500	5,8333
Culmo 04	0,1725	2,6750	0,4475	0,0367	11,3875	45,0000	107,3625	5,25
Culmo 05	0,4175	0,2650	0,3100	0,0175	10,0000	6,2500	4,0000	5,4167
Culmo 06	0,2125	0,0258	0,5213	0,1017	10,1375	26,3542	23,5000	3,75
Culmo 07	0,3175	0,2400	0,3638	0,0975	6,9458	14,3333	13,0833	5,3333
Culmo 08	0,4625	0,2550	0,3638	0,0600	8,6125	4,5833	5,0000	13,9167
Culmo 09	0,5175	0,2600	0,3413	0,0825	7,7792	6,0833	12,5833	6,8333
Culmo 10	0,2350	0,2525	0,5513	0,1058	9,1667	10,8333	15,1667	5,75
Sumatoria	3,1950	9,0733	3,9553	0,6717	100,4208	482,3264	275,1958	66,6667
Promedio	0,3195	0,9073	0,3955	0,0672	10,0421	48,2326	27,5196	6,6667

Cuadro 9. Promedios de porcentajes del contenido de minerales en la especie de bambú (*Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

Número de culmo	% de (K)	% de (Na)	% de (Ca)	% de (Mg)	ug/g de (Zn)	ug/g de (Mn)	ug/g de (Fe)	ug/g de (Cu)
Culmo 01	0,2792	0,6500	0,5408	0,0408	10,6944	3,3333	180,4167	4,8333
Culmo 02	0,3850	1,9750	0,4475	0,0308	4,1667	2,6667	132,7778	4,5
Culmo 03	0,2150	0,7500	0,4158	0,0450	18,9583	4,8333	28,5833	11,8333
Culmo 04	0,5375	0,8500	0,2925	0,0158	14,3056	1,5000	137,7778	12,0000
Culmo 05	0,2250	1,2250	0,2883	0,0292	3,8611	2,0000	29,7500	7,1667
Culmo 06	0,3250	2,1750	0,3142	0,0900	29,1667	1,9167	33,2500	7,4167
Culmo 07	0,2350	2,3250	0,2500	0,0688	8,7500	1,4167	37,3333	9,0833
Culmo 08	0,1450	2,6250	0,2408	0,0650	12,0833	1,4167	41,5833	11,6667
Culmo 09	0,4850	2,5250	0,4008	0,0850	13,6111	1,7500	114,4444	14,9167
Culmo 10	0,2325	0,8500	0,2817	0,0825	7,9167	1,5000	24,0000	7,1667
Sumatoria	3,0642	15,9500	3,4724	0,5529	123,5139	22,3334	759,9167	90,5833
Promedio	0,3064	1,5950	0,3472	0,0553	12,3514	2,2333	75,9917	9,0583

Según la figura 12 y 13 se puede observar que en la especie *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer. el contenido de calcio fue 0,3955 % y en la especie *Gigantochloa apus* (schultes) kurz. fue 0,374 % son porcentajes que se asemejan a lo mencionado por (GUTIERREZ, 1995), indica que en estudios realizados en caña de bambu se encontró un porcentaje de calcio de 0,2 %.

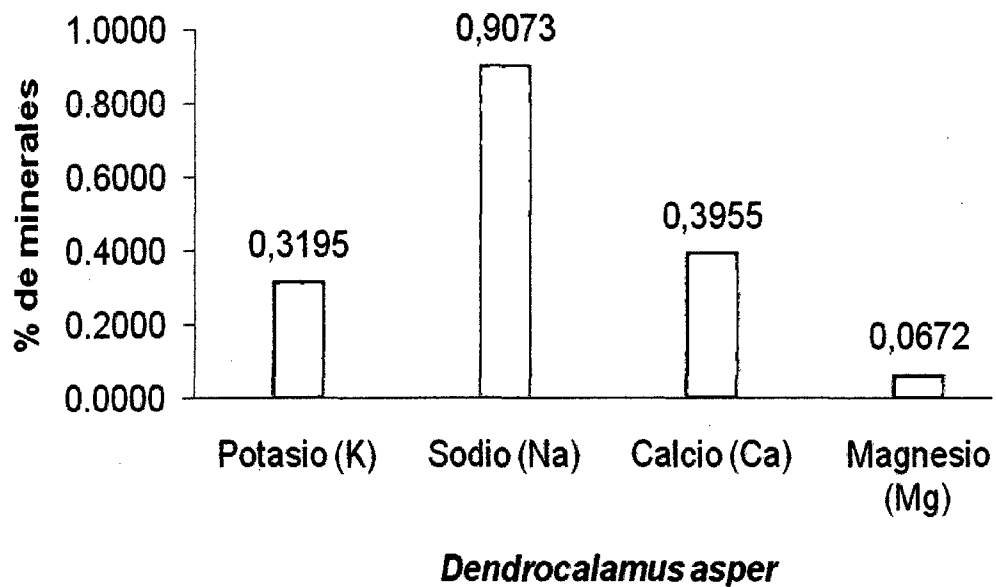


Figura 12. Promedios de porcentajes en minerales en la especie *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.

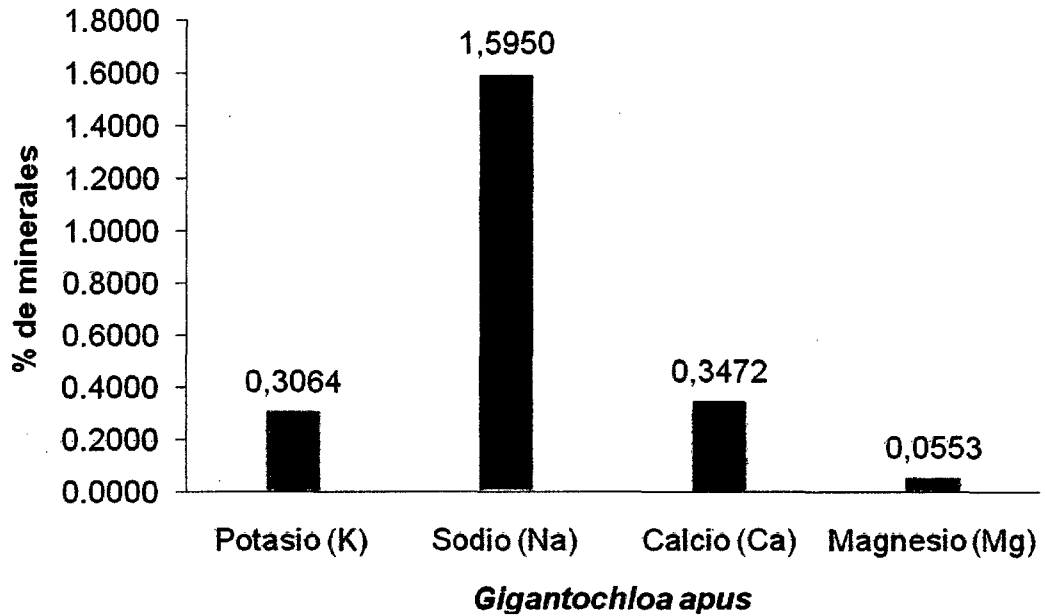


Figura 13. Promedios de porcentajes en minerales en la especie *Gigantochloa apus* (schultes) kurz.

En las figuras 14 y 15 se presenta los promedios de los porcentajes de los micro minerales, comparado las dos especies se puede observar que el *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer. tiene mayor contenido de manganeso 48,2326 ug/g y la especie *Gigantochloa apus* (schultes) kurz. tiene mayor contenido de hierro 75,9917 ug/g muestra. En menor contenido de micro minerales lo presento la especie *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer. en cobre 6,6667 ug/g y la especie *Gigantochloa apus* (schultes) kurz. fue el manganeso 2,233 ug/g.

Esto nos indica que cada especie tiene una cantidad de micro minerales diferentes tal como lo afirman las bibliografías consultadas.

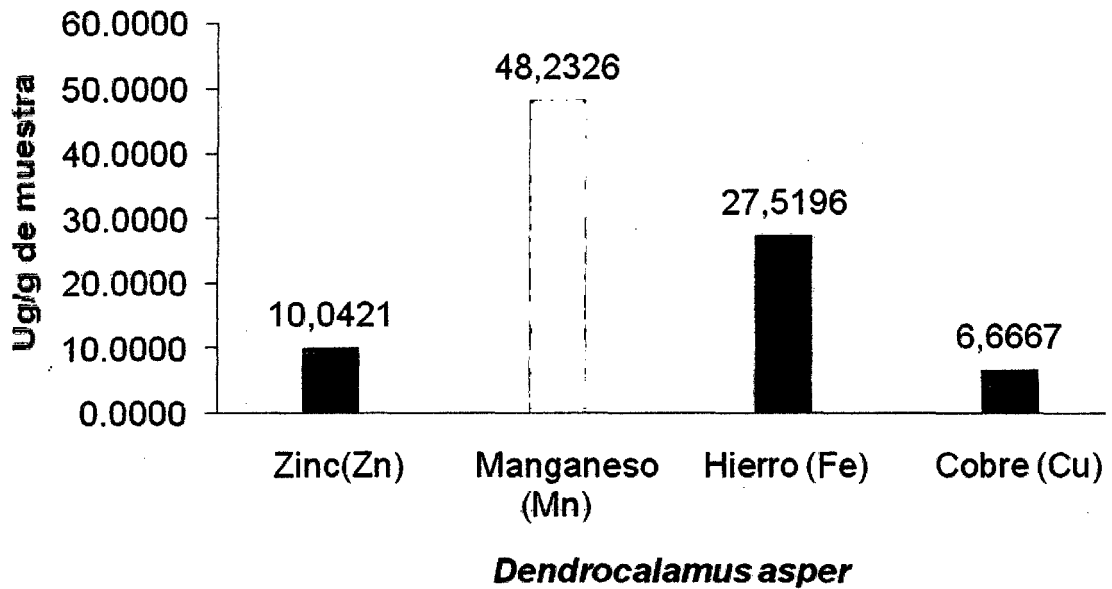


Figura 14. Promedios en micro gramo/gramo de minerales en *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.

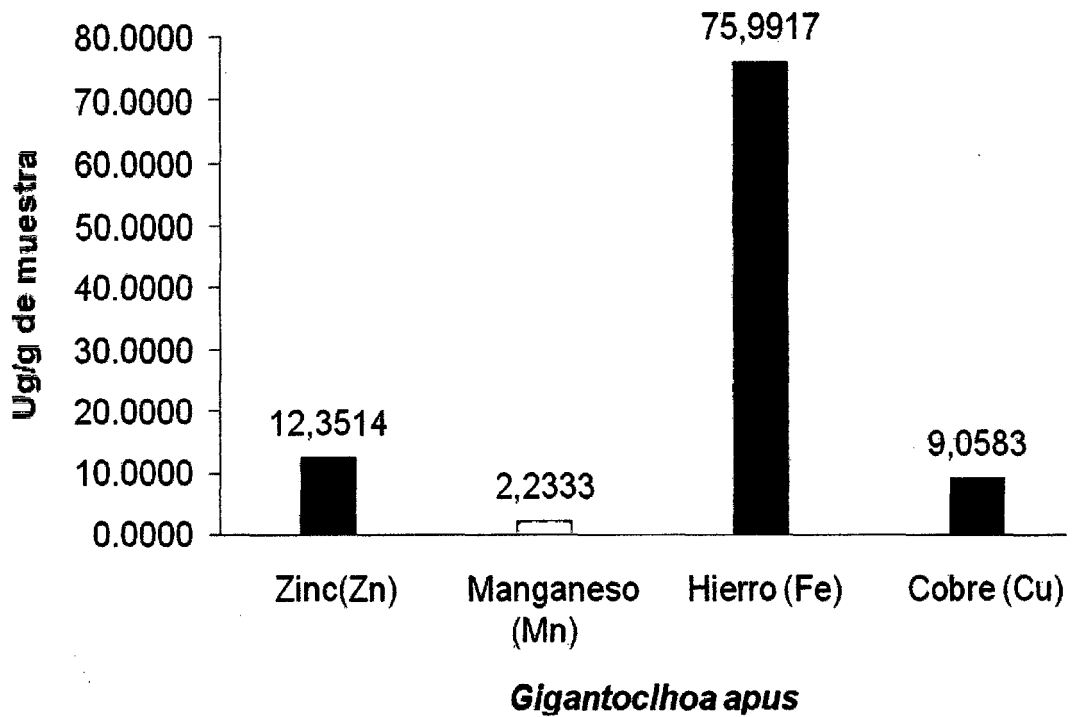


Figura 15. Promedios en micro gramo/gramo de minerales en *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz.

4.5. Cálculos del análisis de varianza del contenido de minerales

En el Cuadro 10, se presenta los resultados del análisis estadístico y se observa que no hay diferencia significativa según el DCA y la prueba de Tukey a una confiabilidad de 95 % con respecto al contenido de potasio en las dos especies en estudio.

Cuadro 10. Análisis de varianza del contenido de potasio en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (Schultes) kurz)

ANVA	SM	GL	CM	F	Sig.
Matas	0,014	3	0,005	0,311	NS
Error experimental	0,247	16	0,015		
Total	0,261	19			

En el Cuadro 11 y 12, se presentan los resultados del cálculo estadístico para el mineral sodio, podemos decir que si existe significancia estadísticamente según el DCA, la Prueba de Tukey nos indica en las comparaciones múltiples realizadas de las matas que la número 2 y 3 presentan variación con respecto a la mata número 1 y 4, las dos últimas matas presentaron un alto promedio de sodio con respecto a las mata 2 y 3.

Cuadro 11. Análisis de varianza del contenido de sodio en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (Schultes) kurz).

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	9,824	3	3,275	6,480	S
Error experimental	8,086	16	0,505		
Total	17,910	19			

Cuadro 12. Prueba de Tukey con $\alpha = 0,05$, del contenido de sodio en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*gigantocloa apus* (schultes) kurz).

Matas	Promedio	Tukey alfa = 0,05	
		1	2
2	0,2067	a	
3	1,0900	a	b
1	1,6080		b
4	2,100		b

En el Cuadro 13, podemos observar que estadísticamente no hay diferencia según el resultado del DCA con referencia al calcio, esto indica que entre las dos especies existe similitud en el contenido de este mineral.

Cuadro 13. Análisis de varianza del contenido de calcio en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (Schultes) kurz).

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	0,047	3	0,016	2,091	NS
Error experimental	0,120	16	0,008		
Total	0,167	19			

En el Cuadro 14 se presenta los resultados del análisis estadístico con respecto al magnesio aplicando el DCA se puede observar que existe diferencia significativa, realizado la prueba de Tukey (Cuadro15), podemos apreciar las comparaciones múltiples realizadas de las matas que la número 3 y 1 presentan variación con respecto a la mata número 4 y 2, estas dos últimas matas presentando un alto promedio de magnesio con respecto a las mata 3 y 1.

Cuadro 14. Análisis de varianza del contenido de magnesio en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (Schultes) kurz).

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	0,011	3	0,00366	12,139	S
Error experimental	0,005	16	0,00030		
Total	0,016	19			

Cuadro 15. Prueba de Tukey con $\alpha = 0,05$, del contenido de magnesio en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (Schultes) kurz).

Matas	Promedio	Tukey alfa = 0,05	
		1	2
3	0,0323	a	
1	0,0448	a	
4	0,0783		b
2	0,0895		b

Los resultados del cálculo de análisis estadístico referente al zinc se presentan en el Cuadro 16, podemos observar que estadísticamente no hay diferencia según el DCA.

Cuadro 16. Análisis de varianza del contenido de zinc en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (Schultes) kurz).

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	87,766	3	29,255	0,964	NS
Error experimental	485,741	16	30,359		
Total	573,508	19			

En el Cuadro 17 se presenta el análisis de varianza del contenido del manganeso, podemos decir que si existe significancia estadísticamente según el DCA. Aplicando la Prueba de Tukey (Cuadro 18) nos indica las

comparaciones múltiples realizadas de las matas que la número 2 y 1 presentan variación con respecto a la mata número 3 y 4, estas dos primeras matas presentando un alto promedio de manganeso, mata 1 con 84,0278 ug/g y la mata 2 con 12,4375 ug/g; y las mata 3 y 4 presentando promedios menores.

Cuadro 17. Análisis de varianza del contenido de manganeso en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (Schultes) kurz).

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	23396,624	3	7798,875	4,079	S
Error experimental	30593,507	16	1912,094		
Total	53990,130	19			

Cuadro 18. Prueba de Tukey con $\alpha = 0,05$, del contenido de manganeso en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (schultes) kurz).

Matas	Promedio	Tukey alfa = 0,05	
		1	2
4	1,6000	a	
3	2,8667	a	
2	12,4375	a	b
1	84,0278		b

En el Cuadro 19 se puede apreciar los resultados del análisis de varianza con respecto al hierro, como apreciamos el diseño completo al azar este presenta diferencia estadística significativa.

Cuadro 19. Análisis de varianza del contenido de hierro en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (Schultes) kurz).

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	20304,025	3	6768,008	3,504	S
Error experimental	30900,719	16	1931,295		
Total	51204,744	19			

En el Cuadro 20, se presenta los resultados de las comparaciones múltiples de la prueba de Tukey esta indica de las matas que la número 3 y 4 presentan variación con respecto a la mata número 1 y 2, estas dos primeras matas presentando un alto promedio de hierro, mata 3 con 101,8611 ug/g y la mata 4 con 50,1222 ug/g; y las matas 3 y 4 presentando promedios menores.

Cuadro 20. Prueba de Tukey con $\alpha = 0,05$, del contenido de hierro en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (schultes) kurz).

Matas	Promedio	Tukey alfa = 0,05	
		1	2
2	13,8667	a	
1	41,1725	a	b
4	50,1222	a	b
3	101,8611		b

En el Cuadro 21, se presenta los resultados de análisis de varianza para el cobre en las dos especies en estudio de ella podemos observar que estadísticamente no hay diferencia según indica el DCA.

Cuadro 21. Análisis de varianza del contenido de cobre en dos especies de bambú (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer.) y (*Gigantocloa apus* (schultes) kurz).

ANVA	SC	GL	CM	F	Sig.
Matas	40,455	3	13,485	1,322	NS
Error experimental	163,260	16	10,204		
Total	203,715	19			

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó el porcentaje de grasa, ceniza y fibra en las dos especies de bambú, *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer presentando los siguientes datos en grasas con 0,3467 %, cenizas con 0,8427 % y fibra con 1,0436 %; en la especie de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. se encontraron los siguientes datos en grasas con 0,242 %, cenizas con 1,2204 % y fibra con 1,2729 %.

2. Se determinó la composición de ocho minerales en cada especie, en la especie de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer se encontró los siguientes datos potasio con 0,3195 %; sodio con 0,9073 %; calcio con 0,3955 %; magnesio con 0,0672 %; zinc con 10,0421 ug/g; manganeso con 48,2326 ug/g; hierro con 27,5196 ug/g y de cobre con 6,6667 ug/g respectivamente. En cuanto a la especie de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. se encontraron los siguientes datos en potasio con 0,3064 %; sodio con 1,5950 %; calcio con 0,3472 %; magnesio con 0,0553 %; zinc con 12,3514 ug/g; manganeso con 2,2333 ug/g; hierro con 75,9917 ug/g y cobre con 9,0583 ug/g respectivamente.

3. Se determinó la variabilidad de cada uno de los parámetros propuestos a determinarse, se obtuvo variación entre especies en los parámetros de fibra, en minerales en sodio, magnesio, manganeso y hierro; y

presentando datos similares en las dos especies en los parámetros de grasa, cenizas y en minerales en potasio, calcio, zinc y cobre.

VI. RECOMENDACIONES

1. Promocionar los estudios de análisis proximal, de las diferentes especies de bambú que existen en nuestra zona, para evaluar en cuál de ellos existe mayor concentración de valor nutricional.
2. Realizar estudios minerológicos de las cañas de bambú, en brotes y cuando ya estén maduras así para poder determinar que variación existe entre estas y así poder tener una base de datos que pueda determinar nuevos usos de estas gramíneas que presentan usos integrales.
3. Realizar trabajos de investigación que estén orientadas a las propiedades medicinales caso de antioxidantes u otros, de los brotes y de las cañas maduras de bambú ya que no se cuenta con reporte de ello.
4. Realizar trabajos de investigación en celulosa para poder predecir su uso en pulpa para papel.

VII. ABSTRACT

This research attempts to provide information on two species of bamboo *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer and *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz in the mature state, determining the mineralogical composition of each culm of these two species, for it was chosen at random 4 plants (treatments) of bamboo, two plants of the species of *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer and two plants of the species *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz, each plant was extracted five mature culms (repetitions), which in total removed 20 mature culms, which was determined the percentage of ash, fat, fiber and minerals (potassium, sodium, calcium, magnesium, zinc, manganese, iron and copper). We performed the analysis of variance (ANOVA) on the variables to be determined. In order to determine each of these variables and determine the variability of these species, for this was performed the test T ($\alpha = 0,05$) at 95% reliability, and comparing the statistical difference between species. In all of this was obtained averages of fat 0,3467% of *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer and 0,242% in *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz. Then determine the percentage of 1,0436% fiber obtained in *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer and 1,2729% in *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz. Ash percentage was obtained averages 0,8427% ash in *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer and 1.2204% in *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz. It made the process of determining mineral species of *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer obtain

extra potassium 0,3195% 0.9073% sodium, calcium 0,3955% 0,0672% magnesium, zinc 10,0421 ug/g; 48,2326 Manganese ug/gr; iron 27,5196 ug/g copper and 6,6667 ug/g. In the kind of *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz. potassium was obtained in 0,3064% 1.5950% sodium, calcium 0,3472% 0,0553% magnesium, zinc 12,3514 ug/g, manganese 2.2333 ug/g; iron 75,9917 ug/g copper and 9,0583 ug/g.

Key words: Matas, culm or bamboo, *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer, *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz.

RESUMEN

La presente investigación procura aportar información sobre dos especies de bambú *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz en el estado de maduro, determinando la composición mineralógica de cada culmo de estas dos especies, para ello se escogió al azar 4 matas (tratamientos) de bambu, dos matas de la especie de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y dos matas de la especie de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz, de cada mata se extrajo 5 culmos maduros (repeticiones), que en total se extrajo 20 culmos maduros, de los cuales se determino el porcentaje de cenizas, grasa, fibra y minerales (potasio, sodio, calcio, magnesio, zinc, manganeso, hierro y cobre).

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) sobre las variables a determinarse. Con la finalidad de determinar cada una de estas variables y determinar su variabilidad de estas especies, para esto se procedió a realizar la prueba de T ($\alpha = 0,05$) al 95% de confiabilidad, comparando así la diferencia estadística entre especies. En todo ello se obtuvo promedios de grasa de

0,3467 % de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y de 0,242 % en *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. Luego se determino el porcentaje de fibra obteniéndose 1,0436 % en *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y de 1,2729 % en *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. En cenizas se obtuvo porcentajes promedios de cenizas de 0,8427 % en *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer y de 1,2204 % en *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. Se realizó el proceso de la determinación de minerales en la especie de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer obteniéndose potasio 0,3195 %; sodio 0,9073 %; calcio 0,3955 %; magnesio 0,0672 %; zinc 10,0421 ug/g; manganeso 48,2326 ug/g; hierro 27,5196 ug/g y de cobre 6,6667 ug/g. En la especie de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz. se obtuvo en potasio 0,3064 %; sodio 1,5950 %; calcio 0,3472 %; magnesio 0,0553 %; zinc 12,3514 ug/g; manganeso 2,2333 ug/g; hierro 75,9917 ug/g y cobre 9,0583 ug/g.

Palabras clave: Matas, culmos o bambú, *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer, *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAPITO, T. 2003. Tabla de composición química de los alimentos: alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. La Molina, Perú.

AOAC. 1990, Métodos de Análisis de la Asociación Oficial de Química. Analítica para determinar, Humedad, Ceniza, grasa, fibra y proteína, Parte 942.05 p 70, 948.13 p 74, 948.16, p 871 y 962.09 p 80.

COOPERATIVA FORESTAL NAN MOKU-MURA.2000. Brotes comestibles de bambú, carbón y derivados de bambú. [En línea]: [<http://www.fuegoterapia.com/combustible/articulos/carbon-calidad.html>]

CRONQUIST, A. 1981. Lista de las clases, subclases, ordenes y familias de las angiospermas - Columbia University Press.

ECOBAMBÚ. 2006. Forestadora de Argentina [En línea]: (http://www.eco_bamboo.com.ar/respuestas_del_bambu.htm. 5 de Oct. 2008).

GUTIERREZ, C. y VARGAS, L. 1995. Estudio de factibilidad técnica y económica para la producción y comercialización de encurtido de

guadua. Bucaramanga. 149 p. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial).

HART, J. F. 1971. Análisis moderno de los alimentos. Editorial acribia.

HIDALGO L. O. 1997. Manual de Construcción con Bambú. Estudios Técnicos Colombianos Ltda. Editora CIBANI. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arte. 71 p.

KERSTETTER, E.; O'BRIEN, O.; CASERIA, M. y WALL, D. 2005. The impact of dietary protein on calcium absorption and kinetic measures of bone turnover in women. J Clin Endocrinol Metab. 26 p.

LEVANO C. J. 1989. Clasificación de tierras por capacidad de uso mayor del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María.

MARÍN, M. y JIMÉNEZ, A. 2004. Bambú. Editorial de Puebla, México.

MARTINEZ, E. 1982. Desarrollo y determinación de patrones tecnológicos por método de enlatado del cogollo de bambú (*Dendrocalamus asper*). Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 170 p.

MENÉNDEZ, J. Ángel. 2007. Carbón vegetal. [En línea]:

[<http://www.oviedo.es/personales/carbon/curiosidades/carbon%20vegetal.htm>].

Mc. CLURE F. A. 1936. Flora of Perú. Vol. XIII Parte 1. Fiel Museum of Natural History. Chicago, U.S.A.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2008. Plan Nacional de Promoción del Bambú 2008-2020. Gobierno Peruano. 31 p.

MUÑOZ, M. 1990. Tablas de Uso Práctico del Valor Nutritivo de los Alimentos de Mayor Consumo en México. 641.300972 (Biblioteca Norte). México. INNSZ.

PALACIOS, G.; CERRETE, S.; SOTELO, A. y CARRIÓN, G. 2006. Guía de Practicas de Nutrición Animal, Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La molina. Lima, Perú.

PESANTES, A. 1985. Estudio de las posibilidades para establecer plantaciones de bambú para la producción de pulpa y papel en Pucallpa. Tesis UNA. Pucallpa, Perú. 95 Pág.

PIATTI, L. (1947) Flüssige brennstoff aus bambus (liquid fuel from bamboo). Schweizer Archiv für Angewandte Wissenschaft and Technik 13, 370-376.

ROCHA, E. 2000. Principios básicos de espectroscopía; Editorial UACH, México, Pág. 123-203.

RODRÍGUEZ, W. 2000. Tesis "Estudio cuantitativo de la diversidad forestal del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria

de la Selva". Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María.

RUIZ, L y AREVALO, C. 2008. Distribución y determinación de las especies de bambú nativo e introducido en el campus de la universidad nacional agraria de la selva. Tingo María – Perú. 33 Pág.

SKOOG, j.; HOLLER, J. Principios De Análisis instrumental, 5° ed.; Ed. McGraw-Hill (1998), Pág. 219-239.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Datos del contenido de grasa

Especies	Nº de culmo	Nº de repeticiones/muestra	Peso de la muestra (g)	Peso del balón vacío (g)	Peso del balón + grasa (g)	% de grasa	% de Grasa Promedio/caña
		1	3,0000	134,4794	134,4816	0,0733	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C1	2	3,0000	117,9951	117,9960	0,0300	0,0567
		3	3,0000	108,2606	108,2626	0,0667	
		4	3,0000	107,9478	107,9481	0,0100	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C2	5	3,0000	107,6793	107,6822	0,0967	0,0722
		6	3,0000	106,9779	06,9812	0,1100	
		7	3,0000	111,9866	111,9895	0,0967	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C3	8	3,0000	108,3361	108,3409	0,1600	0,1156
		9	3,0000	108,4883	108,4910	0,0900	
		10	3,0000	106,5112	106,5190	0,2600	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C4	11	3,0000	107,0061	107,0166	0,3500	0,3156
		12	3,0000	114,8835	114,8936	0,3367	

		13	3,0000	115,5672	115,5792	0,4000	0,3789
<i>Dendrocalamus asper</i>	C5	14	3,0000	116,2380	116,2500	0,4000	
		15	3,0000	114,4755	114,4856	0,3367	
		16	3,0000	129,0756	129,0790	0,1133	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C6	17	3,0000	112,1258	112,1285	0,0900	0,1311
		18	3,0000	108,1490	108,1547	0,1900	
		19	3,0000	109,1046	109,1092	0,1533	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C7	20	3,0000	97,3297	97,3325	0,0933	0,2389
		21	3,0000	134,4716	134,4857	0,4700	
		22	3,0000	117,9868	118,0014	0,4867	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C8	23	3,0000	108,2522	108,2663	0,4700	0,5033
		24	3,0000	107,9374	107,9540	0,5533	
		25	3,0000	107,6726	107,6879	0,5100	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C9	26	3,0000	106,9712	106,9860	0,4933	1,1733
		27	3,0000	111,903	111,9785	2,5167	

		28	3,0000	108,3288	108,3434	0,4867	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C10	29	3,0000	108,4809	108,4946	0,4567	0,4811
		30	3,0000	106,5124	106,5274	0,5000	
		31	3,0000	129,0746	129,0784	0,1267	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C11	32	3,0000	117,0094	117,0138	0,1467	0,1467
		33	3,0000	115,5690	115,5740	0,1667	
		34	3,0000	116,2466	116,2479	0,0433	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C12	35	3,0000	114,8872	114,8925	0,1767	0,0956
		36	3,0000	114,4830	114,4850	0,0667	
		37	3,0000	112,1241	112,1283	0,1400	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C13	38	3,0000	109,1027	109,1065	0,1267	0,1356
		39	3,0000	108,1471	108,1513	0,1400	
		40	3,0000	97,3261	97,33290	0,2267	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C14	41	3,0000	134,4687	134,4782	0,3167	0,2867
		42	3,0000	117,9843	117,9938	0,3167	

		43	3,0000	108,2503	108,2617	0,3800	0,2767
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C15	44	3,0000	107,9400	107,9457	0,1900	
		45	3,0000	107,6719	107,6797	0,2600	
		46	3,0000	106,9706	106,9781	0,2500	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C16	47	3,0000	111,9783	111,9861	0,2600	0,2622
		48	3,0000	108,3280	108,3363	0,2767	
		49	3,0000	108,4766	108,4865	0,3300	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C17	50	3,0000	106,5105	106,5199	0,3133	0,3178
		51	3,0000	129,0723	129,0816	0,3100	
		52	3,0000	117,0068	117,0155	0,2900	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C18	53	3,0000	115,5683	115,5777	0,3133	0,3078
		54	3,0000	116,2402	116,2498	0,3200	
		55	3,0000	114,8873	114,8932	0,1967	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C19	56	3,0000	114,4788	114,4881	0,3100	0,2733
		57	3,0000	112,1232	112,1326	0,3133	

		58	3,0000	109,1008	109,1094	0,2867	
<i>Gigantochloa apus</i>	C20	59	3,0000	108,1452	108,1544	0,3067	0,3178
		60	3,0000	97,3262	97,3370	0,3600	

Anexo 2. Datos del contenido de cenizas

Especies	N° de muestra	N° de repeticiones/ muestra	Peso de la muestra (g)	Peso del crisol vacío (g)	Peso del crisol + ceniza (g)	% de cenizas	% de ceniza Promedio/caña
		1	3,0000	53,6755	53,7102	1,1567	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C1	2	3,0000	54,0936	54,1276	1,1333	1,1778
		3	3,0000	54,1956	54,2329	1,2433	
		4	3,0000	57,0489	57,0671	0,6067	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C2	5	3,0000	56,9624	56,9812	0,6267	0,6278
		6	3,0000	62,2777	62,2972	0,6500	

		7	3,0000	56,5761	56,5948	0,6233	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C3	8	3,0000	60,6421	60,6605	0,6133	0,6122
		9	3,0000	52,0912	52,1092	0,6000	
		10	3,0000	52,1255	52,1605	1,1667	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C4	11	3,0000	48,9645	48,9984	1,1300	1,1156
		12	3,0000	51,5905	51,622	1,0500	
		13	3,0000	51,8357	51,8569	0,7067	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C5	14	3,0000	51,8637	51,8847	0,7000	0,7233
		15	3,0000	56,0408	56,0637	0,7633	
		16	3,0000	55,2316	55,2630	1,0467	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C6	17	3,0000	52,7639	52,7968	1,0967	1,0400
		18	3,0000	60,1778	60,2071	0,9767	
		19	3,0000	57,3903	57,4097	0,6467	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C7	20	3,0000	58,3376	58,3557	0,6033	0,6267

		21	3,0000	51,5314	51,5503	0,6300	
		22	3,0000	60,6794	60,7037	0,8100	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C8	23	3,0000	54,7911	54,8163	0,8400	0,8267
		24	3,0000	60,5598	60,5847	0,8300	
		25	3,0000	56,6030	56,6264	0,7800	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C9	26	3,0000	51,2978	51,3219	0,8033	0,7856
		27	3,0000	52,9612	52,9844	0,7733	
		28	3,0000	61,7933	61,8212	0,9300	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C10	29	3,0000	49,5100	49,5355	0,8500	0,8911
		30	3,0000	63,1699	63,1967	0,8933	
		31	3,0000	34,8982	34,9239	0,8567	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C11	32	3,0000	35,3422	35,3676	0,8467	0,8567
		33	3,0000	33,8713	33,8973	0,8667	

<i>Gigantoclhoa apus</i>	C12	34	3,0000	33,8365	33,8646	0,9367	
		35	3,0000	34,4838	34,5117	0,9300	0,9000
		36	3,0000	52,1833	52,2083	0,8333	
		37	3,0000	52,0907	52,1419	1,7067	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C13	38	3,0000	52,9598	53,0072	1,5800	1,6000
		39	3,0000	32,4670	32,5124	1,5133	
		40	3,0000	56,0392	56,0716	1,0800	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C14	41	3,0000	51,5892	51,6223	1,1033	1,1133
		42	3,0000	30,3641	30,3988	1,1567	
		43	3,0000	54,1983	54,2415	1,4400	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C15	44	3,0000	63,1683	63,2117	1,4467	1,4589
		45	3,0000	32,5179	32,5626	1,4900	
		46	3,0000	62,2799	62,3062	0,8767	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C16	47	3,0000	60,1758	60,2006	0,8267	0,8456

		48	3,0000	33,3423	33,3673	0,8333	
		49	3,0000	51,5301	51,5651	1,1667	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C17	50	3,0000	52,1766	52,2093	1,0900	2,2200
		51	3,0000	31,2511	31,3832	4,4033	
		52	3,0000	33,8711	33,9035	1,0800	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C18	53	3,0000	60,5590	60,5910	1,0667	1,0478
		54	3,0000	33,4164	33,4463	0,9967	
		55	3,0000	43,9898	44,0180	0,9400	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C19	56	3,0000	49,1969	49,2262	0,9767	1,0467
		57	3,0000	34,2641	34,3008	1,2233	
		58	3,0000	47,9851	48,0175	1,0800	
<i>Gigantoclhoa apus</i>	C20	59	3,0000	50,2104	50,2438	1,1133	1,1156
		60	3,0000	34,9675	35,0021	1,1533	

Anexo 3. Datos del contenido de fibra

Especies	Nº de muestra	Nº de repeticiones/ muestra	Peso de la muestra (W1)	Peso del papel		W2	Peso del crisol vacío	Peso del crisol + ceniza	W3	% de fibra	% de fibra Promedio/ caña
				filtro seco	filtro + fibra						
<i>Dendrocalamus asper</i>	C1	1	2,9030	1,3944	2,9359	1,5415	22,9310	22,9433	0,0123	1,1178	1,0096
		2	2,8840	1,4026	2,9250	1,5224	22,4922	22,5100	0,0178	0,9052	
		3	2,9381	1,4126	2,9222	1,5096	22,3523	22,3671	0,0148	1,0059	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C2	4	2,9741	1,4175	2,8475	1,4300	21,3050	21,3209	0,0159	0,8954	0,9266
		5	2,9494	1,4019	2,8490	1,4471	22,8272	22,8411	0,0139	0,9758	
		6	2,9667	1,4089	2,8434	1,4345	22,6439	22,6595	0,0156	0,9087	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C3	7	2,9777	1,4205	3,0061	1,5856	23,0657	23,0809	0,0152	1,0751	1,0495
		8	2,9566	1,4141	2,9799	1,5658	17,3098	17,3266	0,0168	0,9976	
		9	2,9702	1,3777	2,9620	1,5843	22,8386	22,8537	0,0151	1,0759	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C4	10	2,9673	1,3891	2,8675	1,4784	22,1688	22,1876	0,0188	0,8448	0,9154
		11	2,9763	1,3923	2,8983	1,506	21,7628	21,7791	0,0163	0,9583	
		12	2,9742	1,4177	2,8987	1,481	22,7265	22,7425	0,0160	0,9430	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C5	13	2,9686	1,4011	2,9873	1,5862	22,7582	22,7730	0,0148	1,0876	1,0625
		14	2,9550	1,4157	2,9398	1,5241	22,0399	22,0545	0,0146	1,0300	
		15	2,9668	1,4097	3,0222	1,6125	22,6219	22,6380	0,0161	1,0698	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C6	16	2,9959	1,3944	2,9660	1,5716	21,6490	21,6639	0,0149	1,0743	1,0456
		17	2,9970	1,4030	2,9775	1,5745	23,4089	23,4251	0,0162	1,0340	
		18	2,9930	1,4183	2,9547	1,5364	22,3373	22,3525	0,0152	1,0285	

		19	2,8016	1,3967	2,9809	1,5842	22,9312	22,9480	0,0168	0,9845	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C7	20	2,8287	1,4010	3,0010	1,6000	22,4924	22,5092	0,0168	1,0061	1,0153
		21	2,8410	1,4087	3,0167	1,6080	22,3525	22,3682	0,0157	1,0554	
		22	2,8625	1,4022	3,1048	1,7026	21,3057	21,3229	0,0172	1,1017	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C8	23	2,8095	1,3953	3,0571	1,6618	22,8270	22,8413	0,0143	1,1528	1,1145
		24	2,8690	1,3978	3,0967	1,6989	22,6425	22,6600	0,0175	1,0889	
		25	2,9692	1,4090	3,1494	1,7404	22,5050	22,5229	0,0179	1,1375	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C9	26	2,9407	1,4094	3,1075	1,6981	21,4568	21,4737	0,0169	1,1234	1,1402
		27	2,9006	1,3978	3,0712	1,6734	22,7081	22,723	0,0149	1,1597	
		28	2,9365	1,4228	3,1005	1,6777	24,2718	24,2872	0,0154	1,1533	
<i>Dendrocalamus asper</i>	C10	29	2,9126	1,4065	3,1509	1,7444	21,8766	21,8927	0,0161	1,1916	1,1565
		30	2,9130	1,4223	3,1409	1,7186	22,9387	22,956	0,0173	1,1247	
		31	2,9372	1,3853	3,1848	1,7995	23,0663	23,0808	0,0145	1,3058	
<i>Gigantochloa apus</i>	C11	32	2,9303	1,3943	3,1659	1,7716	17,3103	17,3357	0,0254	0,9048	1,1578
		33	2,9216	1,3955	3,1853	1,7898	22,8389	22,8543	0,0154	1,2627	
		34	2,9598	1,3755	3,1907	1,8152	21,7632	21,7799	0,0167	1,2510	
<i>Gigantochloa apus</i>	C12	35	2,9387	1,3782	3,2081	1,8299	22,7262	22,7435	0,0173	1,2412	1,2528
		36	2,9330	1,4078	3,2604	1,8526	22,7587	22,7759	0,0172	1,2662	

<i>Gigantocloha apus</i>	C13	37	2,9935	1,4100	3,2057	1,7957	22,0404	22,0543	0,0139	1,3314	
		38	2,9659	1,3824	3,1576	1,7752	22,6225	22,6375	0,0150	1,2695	1,3056
		39	2,9448	1,4009	3,2060	1,8051	21,6488	21,6632	0,0144	1,3161	
<i>Gigantocloha apus</i>	C14	40	2,9845	1,3828	3,1422	1,7594	23,4091	23,4239	0,0148	1,2635	
		41	2,9820	1,3931	3,1726	1,7795	22,3380	22,3536	0,0156	1,2564	1,2579
		42	2,9545	1,3944	3,1222	1,7278	23,2140	23,2280	0,0140	1,2539	
<i>Gigantocloha apus</i>	C15	43	2,9557	1,3920	3,2548	1,8628	22,9311	22,9450	0,0139	1,3925	
		44	2,9303	1,3649	3,2096	1,8247	22,9383	22,9541	0,0158	1,2855	1,3446
		45	2,9268	1,4035	3,2206	1,8171	22,3518	22,3653	0,0135	1,3558	
<i>Gigantocloha apus</i>	C16	46	2,9635	1,3960	3,1766	1,7806	21,3057	21,3494	0,0437	0,3060	
		47	2,9402	1,3806	3,1461	1,7655	22,8268	22,8404	0,0136	1,3029	0,9771
		48	2,9382	1,3813	3,1666	1,7853	22,6419	22,6555	0,0136	1,3224	
<i>Gigantocloha apus</i>	C17	49	2,8834	1,3893	3,3063	1,9170	23,0658	23,0810	0,0152	1,3898	
		50	2,8275	1,3977	3,2747	1,8770	17,3091	17,3231	0,0140	1,3819	1,3841
		51	2,8762	1,3663	3,2789	1,9126	22,8372	22,8525	0,0153	1,3806	
<i>Gigantocloha apus</i>	C18	52	2,8637	1,3977	3,2268	1,8291	22,7075	22,7217	0,0142	1,3332	
		53	2,8391	1,3781	3,1989	1,8208	22,7253	22,7388	0,0135	1,3453	1,3490
		54	2,8718	1,3920	3,2307	1,8387	22,7586	22,7721	0,0135	1,3686	
<i>Gigantocloha apus</i>	C19	55	2,8836	1,3883	3,2280	1,8397	22,0397	22,0559	0,0162	1,2779	
		56	2,8582	1,3973	3,2692	1,8719	22,6221	22,6370	0,0149	1,3506	1,3334
		57	2,8643	1,3875	3,3037	1,9162	21,6479	21,6635	0,0156	1,3716	

		58	2,9056	1,3934	3,2703	1,8769	21,7627	21,7780	0,0153	1,3503	
<i>Gigantochloa apus</i>	C20	59	2,8651	1,3641	3,2267	1,8626	22,3374	22,3522	0,0148	1,3460	1,3661
		60	2,9027	1,3992	3,3387	1,9395	23,2145	23,2301	0,0156	1,4021	

Anexo 5. Datos de los estándares de cada mineral

Minerales	Magnesio		Potasio		Sodio		Zinc		Manganeso		Calcio		Hierro		Cobre	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
S ₀	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S ₁	0,1	0,380	0,5	0,018	0,2	0,056	0,2	0,024	0,5	0,026	1	0,056	1	0,023	1	0,021
S ₂	0,2	0,710	1	0,038	0,5	0,130	0,5	0,054	1	0,047	2	0,114	2	0,040	2	0,038
S ₃	0,3	0,138	2	0,085	1	0,277	0,1	0,100	3	0,135	3	0,158	3	0,087	3	0,088

Anexo 6. Calibración y longitudes de onda de cada mineral

Minerales	Longitud de onda	Bandwich	Hcl	E. Voltaje
Calcio	422,7	1	7	700 - 800
Magnesio	285,2	1	3	700
Sodio	589	0,5	8	700
Potasio	766,5	1	7	700
Zinc	213,9	1	5	900
Manganeso	279,5	0,5	5	1000 - 900
Cobre	324,7	1	5	620
Hierro	249	0,3	8	1000

Anexo 7. Fotos



Extracción de cañas de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer



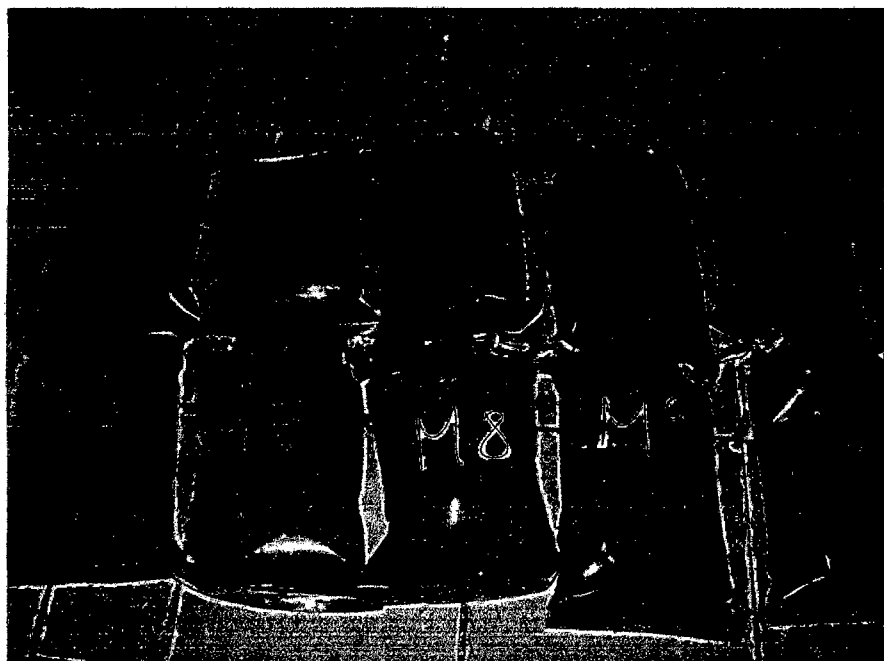
Extracción de cañas de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz



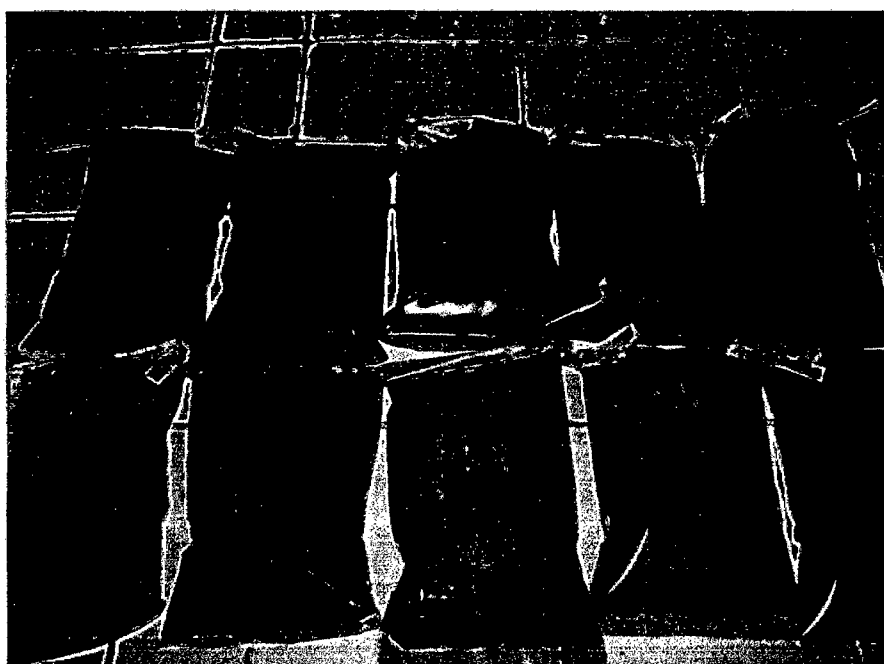
Extracción de aserrín de bambú



Aserrín de bambú



Aserrín de *Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer codificados y embolsados



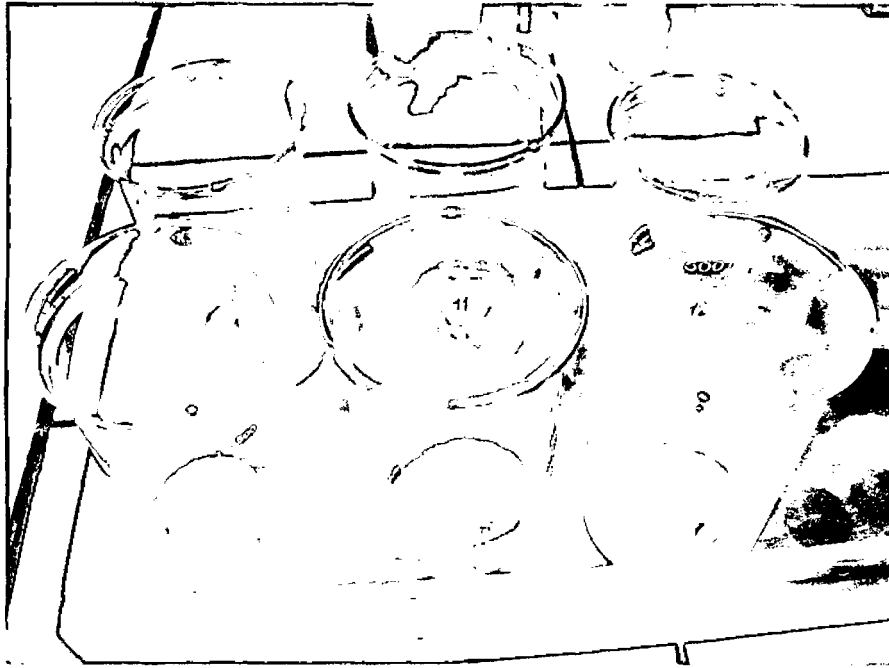
Aserrín de *Gigantochloa apus* (Schultes) kurz codificados y embolsados



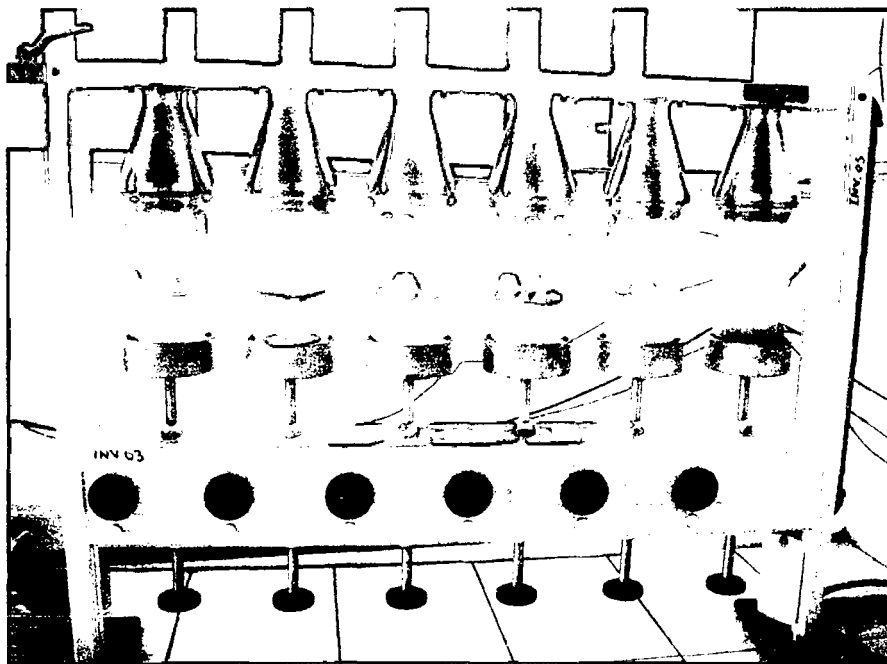
Pesando muestras para los análisis



Extracción de grasa de las cañas de bambú



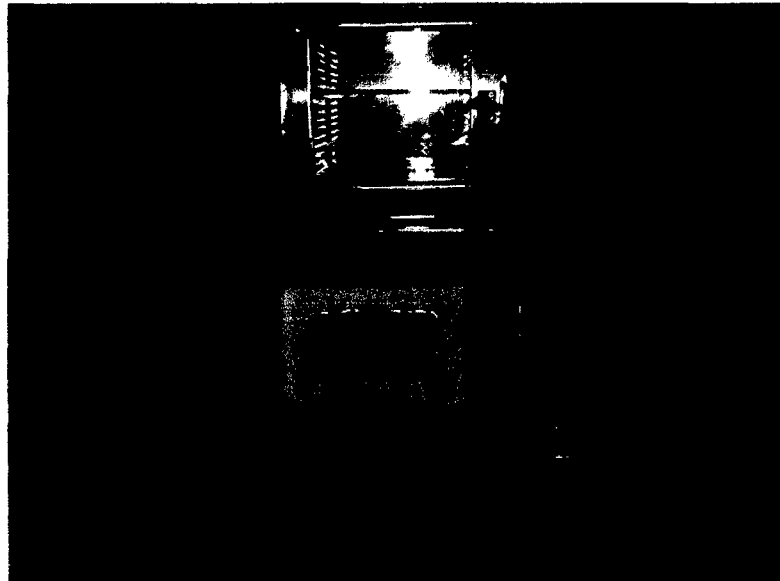
Muestras de caña de bambú para el análisis de fibra



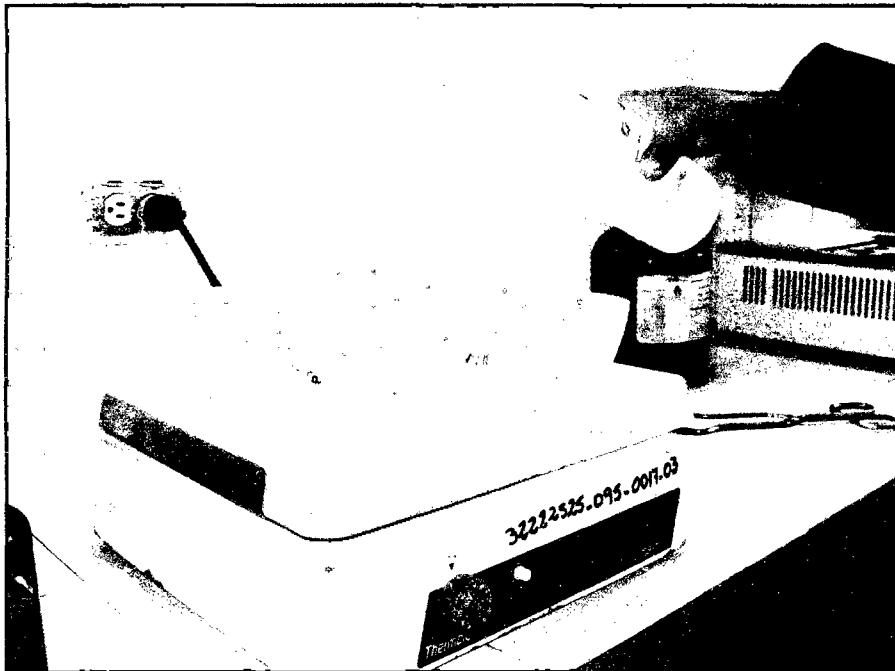
Extracción de fibra



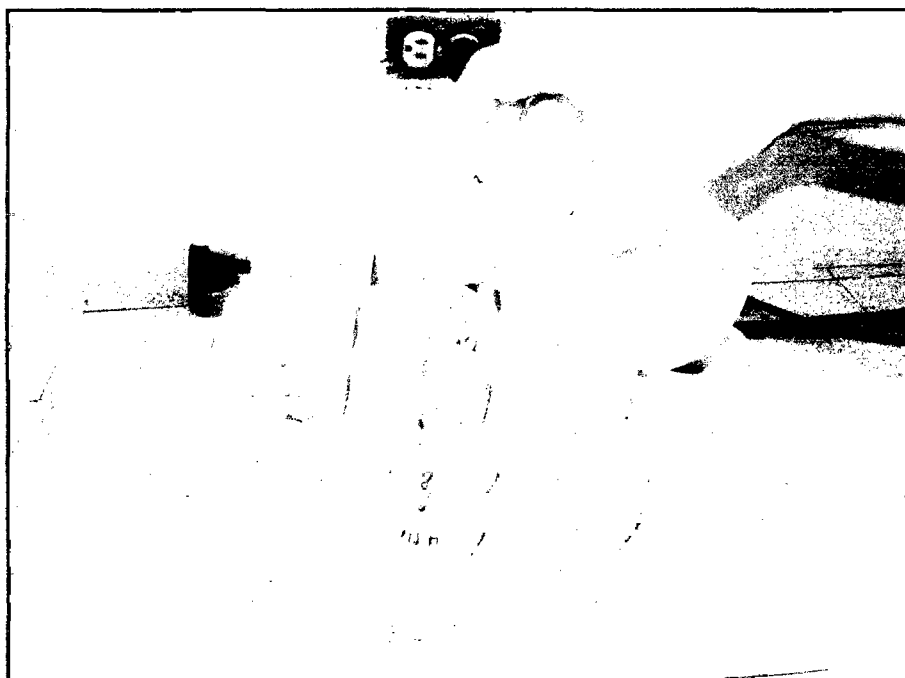
Quemado de muestras para cenizas



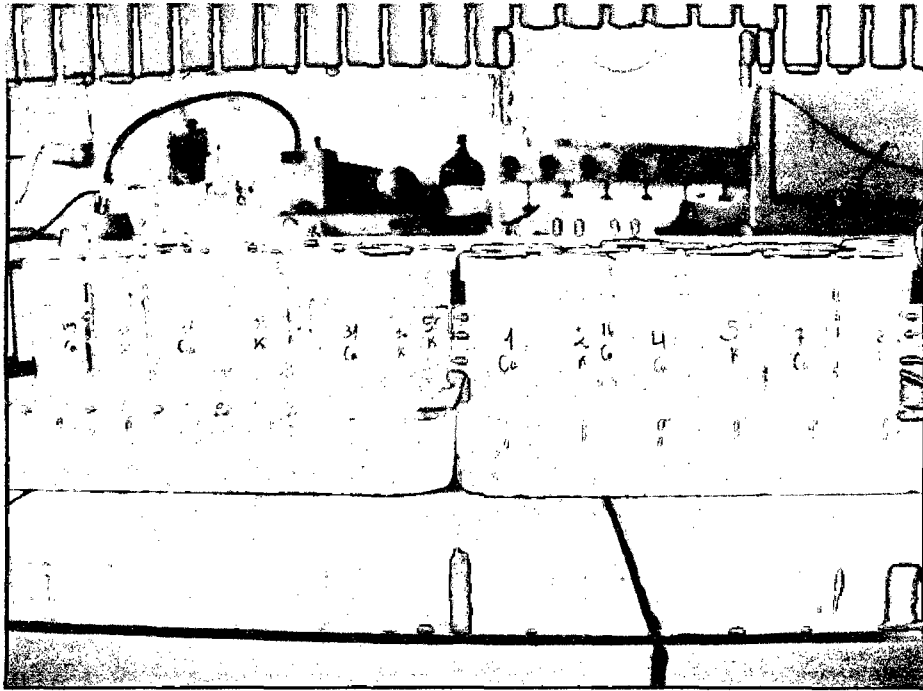
Incineración de muestras para la obtención de cenizas en la mufla



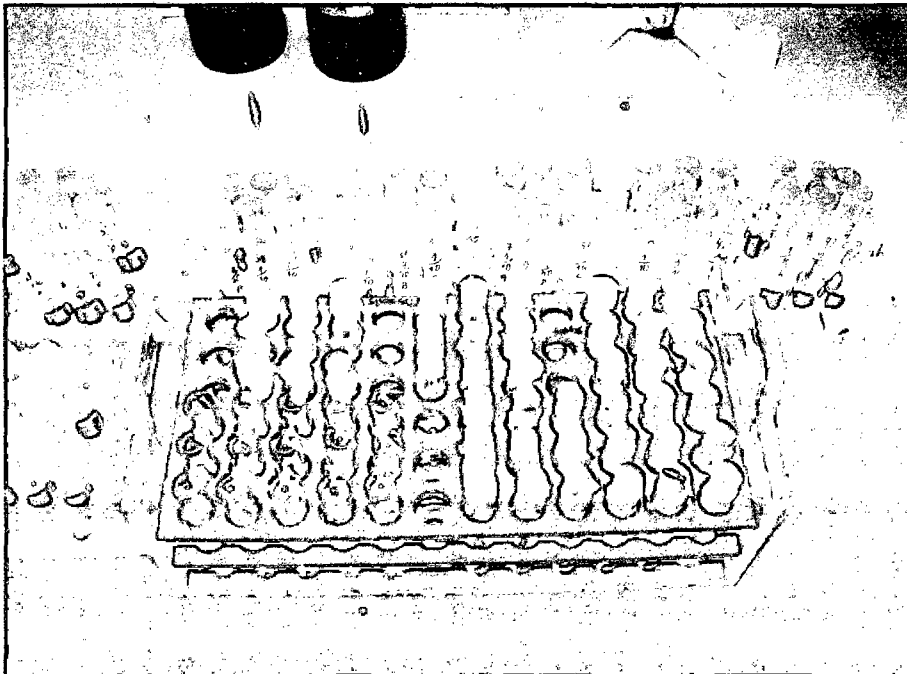
Muestras de bambú diluidas con agua desionizada para lectura de minerales
(Na, K, Zn, Cu, Fe y Mn)



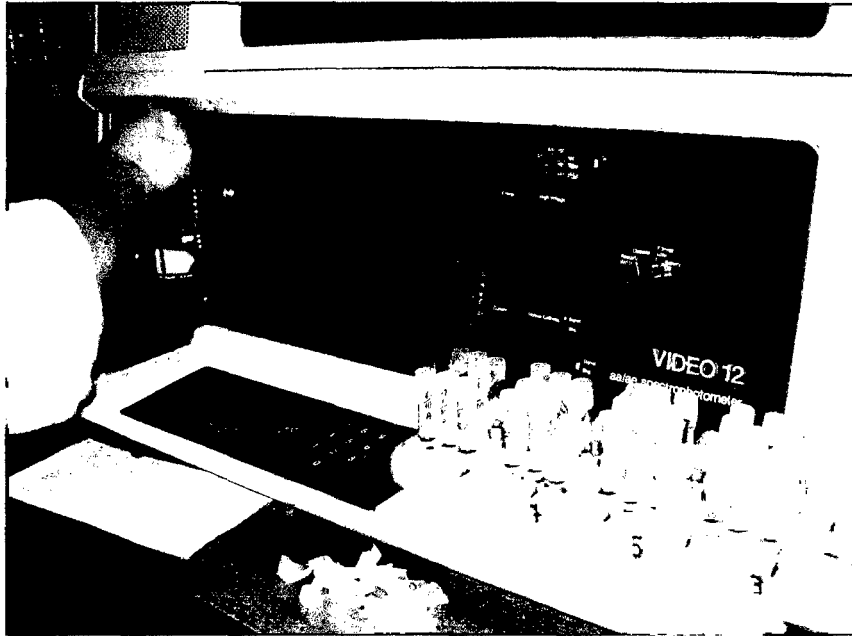
Muestras de bambú diluidas con oxido de lantano para lectura de minerales
(Ca, Mg)



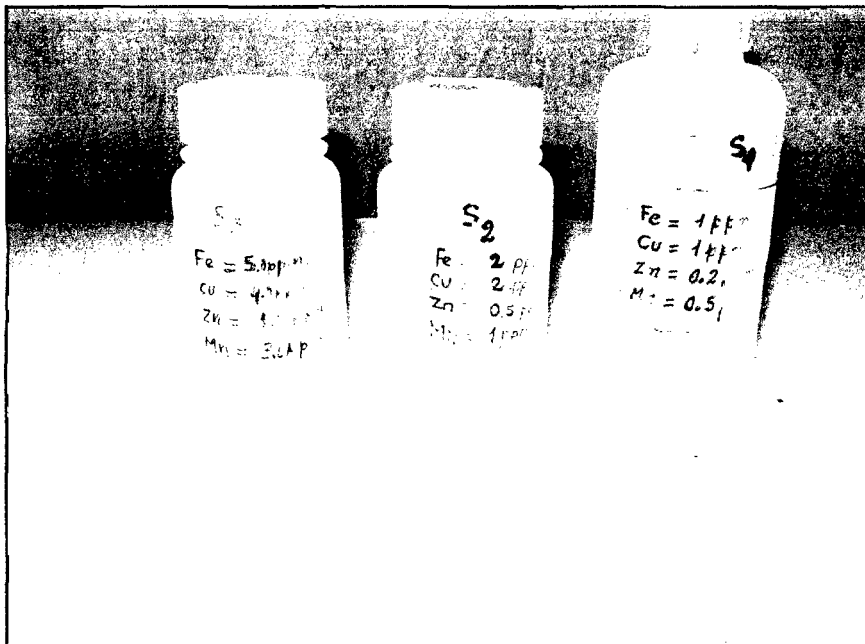
Diluciones madres de las dos especies de bambú para la obtención de los minerales



Factores de dilución para las lecturas de minerales



Lectura de minerales en el espectrofotómetro



Estándares de calibración para el espectrofotómetro