

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

CARRERA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LA MORERA
(Morus alba) A LOS 45 Y 60 DIAS DE REBROTE PARA SU
USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL**

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias:

JAFETH HUAHUARUNTA NORIEGA

Para optar al título profesional de:

Ingeniero Zootecnista

ASESOR:

Ing. MIGUEL AYALA CALDERÓN

CUSCO – PERÚ

2015

DEDICATORIA

El Presente Trabajo De Investigación Lo Dedico A Mis Padres y Hermanos Que Día A Día Lucharon Incansablemente Para Lograr Mis Objetivos Y A Todos Los Que Confiaron En Mi.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento y reconocimiento a mi mentor Ing. Miguel Ayala Calderón y a mis docentes de la FAZ.

Un agradecimiento especial a mis padres y hermanos que siempre me apoyaron en todo momento.

INDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I.....	8
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.5.1.Objetivo general	8
1.5.2.Objetivos específicos.....	8
1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.7. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.7.1. Hipótesis general.....	9
1.7.2. Hipótesis secundarias	9
CAPÍTULO II.....	10
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA MORERA	11
2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICAS	12
2.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	12
2.5. ASPECTOS AGROECOLÓGICOS.....	12
2.6. PROPAGACIÓN DE LA MORERA.....	13
2.7. PRINCIPALES USOS A NIVEL MUNDIAL.....	14
2.8. PRODUCCIÓN DE BIOMASA.....	15
2.9. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO.....	17
2.9.1. Fracción nitrogenada.....	18
2.9.2. Proteína cruda.....	19
2.10. RESPUESTA ANIMAL	21
2.11. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS HOJAS DE MORERA EN EL SALVADOR, AMÉRICA CENTRAL	24

2.12. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA DE LA MORERA EN MATERIA SECA EN HOJA Y TALLO TIERNO.....	24
2.13. BROMATOLOGIA	25
CAPÍTULO III.....	26
MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO	26
3.1.2. Ubicación geográfica.....	26
3.1.3. Clima.....	26
3.2. MATERIALES DE ESTUDIO Y EQUIPOS	27
3.2.1. de estudio:	27
3.2.2. de campo:	27
3.2.3. de laboratorio:	27
3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	29
3.3.1. fase de campo.....	29
3.3.2. selección y sincronización de las plantas en las parcelas.....	29
3.3.3. toma de muestras.....	30
3.4. FASE DE GABINETE Y LABORATORIO	31
3.4.1. DETERMINACIÓN DEL pH	31
3.4.1.1. fundamento.....	31
3.4.1.2. instrumentos	31
3.4.1.3. materiales	31
3.4.1.4. reactivo	32
3.4.1.5. procedimiento	32
3.4.2. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD	32
3.4.3. MATERIA SECA TOTAL O A 105 °C	32
3.4.3.1. procedimiento	33
3.4.4. DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL.....	34

3.4.4.1. equipos	34
3.4.4.2. materiales	34
3.4.4.3 reactivos	34
3.4.4.4. procedimiento	35
3.4.4.5. cálculos	36
3.4.5. DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS	36
3.4.6. DETERMINACIÓN DE CENIZAS	36
3.4.6.1. Procedimiento	37
3.4.7. DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO ETEREO	38
3.4.7.1. Procedimiento:	38
3.4.8. DETERMINACIÓN DE FIBRA	38
3.4.8.1. Procedimiento	39
3.4.9. DETERMINACIÓN DE MINERALES	39
3.4.9.1. DETERMINACIÓN DE CALCIO Y MAGANESIO	40
3.4.9.1.1. Procedimiento.....	40
3.4.9.2. DETERMINACIÓN DE FÓSFORO.....	41
3.4.9.2.1. Procedimiento.....	41
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. RESULTADO GENERAL DEL VALOR NUTRITIVO DE LA MORERA EN BASE SECA EN PORCENTAJES, MINERALES EN Mg/100 Kg.....	42
4.1.2. RANGO DEL PH EN HOJA Y CORTEZA	42
4.1.3. HUMEDAD	42
4.1.4. MATERIA SECA.....	43
4.1.5. PROTEÍNA	43
4.1.6. CARBOHIDRATOS TOTALES	43
4.1.7. FIBRA BRUTA.....	43

4.1.8. EXTRACTO ETereo	44
4.1.9. CENIZAS	44
4.1.10. MINERALES (Mg/100 kg de materis seca)	44
4.2. DISCUSIÒN	45
4.3. CLASIFICACIÒN DE LOS FORRAJES EN FUNCIÒN AL VALOR NUTRITIVO	46
CAPÍTULO V	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. CONCLUSIONES:	47
5.2. RECOMENDACIONES:	48
BIBLIOGRAFÍA:	49

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1.....	14
CUADRO N° 2.....	20
CUADRO N° 3.....	24
CUADRO N° 4.....	24
CUADRO N° 5.....	30
CUADRO N° 6.....	42

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LA MORERA (*Morus alba*) A, LOS 45 Y 60 DIAS DE REBROTE PARA SU USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL", se realizó en el laboratorio Quimicalab del Cusco; las muestras se obtuvieron de tres parcelas demostrativas en el distrito de Echarati, provincia de la Convención, Región Cusco; Ubicado a 600 m.s.n.m, con una temperatura promedio anual de 25°, y una precipitación pluvial anual de 2,400mm.

Se analizaron un total de 12 muestras en el laboratorio, 4 muestras de cada parcela.

El objetivo de la investigación fue determinar el valor nutritivo de la morera en base seca, determinando el nivel de pH y porcentaje de humedad, materia seca, proteína bruta, carbohidratos, fibra bruta, extracto etéreo, ceniza, calcio, fósforo y magnesio en hojas y cortezas, obteniéndose los siguientes resultados:

El nivel del pH en hoja fue de un 7.1, y en corteza 7.0, el porcentaje de humedad a los 45 y 60 días en hoja fue de 78.6% y 75.8%; y en corteza 81.9% y 80.9%. El porcentaje de materia seca en hoja a los 45 y 60 días fue de 21.4% y 24.2%; y en corteza 18.1% y 19.1%. El porcentaje de proteína bruta en hoja a los 45 y 60 días fue de 19.5% y 23.5%; y en corteza 19% y 20.5%. El porcentaje de carbohidratos totales en hoja a los 45 y 60 días fue de 56.3% y 49.5%; y en corteza 54.1% y 50%. El porcentaje de fibra bruta en hoja a los 45 y 60 días fue de 20% y 22.7%; y en corteza 24% y 28%. El porcentaje de extracto etéreo en hoja a los 45 y 60 días fue de 1.7% y 1.7%; y en corteza 1.0% y 1.0%. El porcentaje de ceniza en hoja a los 45 y 60 días fue de 2.6% y 2.7%; y en corteza 1.7% y 1.7%. La cantidad de fósforo, calcio y magnesio en hoja a los 45 días fue de 59; 215 y 15 Mg; de fosforo, calcio y magnesio en hoja a los 60 días fue de 59, 184 y 13 Mg; de fosforo, calcio y potasio en corteza a los 45 días fue de 57; 90 y 6 Mg; así mismo el promedio de fosforo, calcio y potasio en corteza a los 60 días fue de 57, 93 y 5 Mg por 100 kg de materia seca respectivamente.

INTRODUCCIÓN

La morera (*Morus alba*), es una especie vegetal que tiene como origen diversas áreas del continente Asiático, estando perfectamente adaptado a las condiciones del trópico peruano; el uso principal de la morera a nivel mundial es como alimento del gusano de seda.

El distrito de Echarati por sus características ecológicas y su variada topografía puede dar lugar a la producción de diversos cultivos y a la crianza de muchas especies de animales domésticos con esta planta.

La alimentación de animales domésticos en los sectores rurales del distrito de Echarati es inadecuada, por el desconocimiento de los valores nutricionales de los forrajes; por esta razón es propicio determinar el valor nutritivo de la morera en base seca, para evaluar sus componentes nutritivos pH, humedad, materia seca, proteína bruta, carbohidratos, fibra bruta, extracto etéreo, cenizas, calcio, fósforo y magnesio en las hojas y cortezas.

En toda explotación pecuaria la alimentación que se ofrece a los animales en sus etapas de crecimiento y desarrollo, representa el mayor porcentaje en los costos de producción, por ello es importante esta investigación porque nos permite conocer los valores nutritivos de los forrajes, que ayudara a tener un manejo adecuado de la alimentación animal, también este conocimiento conllevara a una mejor rentabilidad de una explotación pecuaria.

CAPITULO I

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el valor nutritivo de la morera (*Morus alba*), a los 45 y 60 días de rebroté en las hojas y cortezas en base seca, en tres parcelas demostrativas del sector de Yomentoni, distrito Echarati, provincia de la Convención, Región Cusco.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el nivel del pH y el porcentaje de humedad, materia seca, proteína bruta, carbohidratos, fibra bruta, extracto etéreo, cenizas, calcio, fosforo y magnesio en hojas y cortezas a los 45 y 60 días de rebrote.
2. Determinar las diferencias de los valores nutricionales entre las hojas y cortezas a los 45 y 60 días de rebrote.

1.6. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

Realizar el análisis bromatológico del forraje de la morera, nos permite determinar la cantidad y calidad de los nutrientes que posee, y así podremos evaluar su valor nutritivo tanto cualitativa como cuantitativamente.

El conocimiento de los valores nutritivos de los forrajes en los sectores rurales del distrito de Echarati, por parte de los productores pecuarios es nula, situación que conlleva a una pésima alimentación de los animales domésticos.

En toda explotación pecuaria la alimentación representa el mayor porcentaje en los costos de producción, y la calidad del alimento que se ofrece a los animales en toda sus etapas, influye directamente en el aspecto productivo y reproductivo en una crianza, por ello es importante determinar el valor nutritivo de la morera para conocer sus nutrientes, porque es de mucha importancia

para la alimentación animal; por lo tanto este conocimiento ayudara a tener una mejor rentabilidad productiva, así, los productores pecuarios de los diferentes sectores rurales del distrito de Echarati podrán mejorar su calidad de vida, haciendo uso adecuado de la morera en sus crianzas.

1.7. HIPÒTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Hipótesis general

¿Será significativo el nivel del pH y el porcentaje de la humedad, materia seca, proteína bruta, carbohidratos, fibra bruta, extracto etéreo, cenizas, calcio, fosforo y magnesio, a los 45 y 60 días de rebroté en la morera (*Morus alba*).

1.7.2. Hipótesis secundarias

1. ¿Los porcentajes de nutrientes que contiene la morera (*Morus alba*), a los 45 y 60 días de rebroté en hoja y corteza tendrán diferencias significativas?
2. ¿Existirán diferencias porcentuales de nutrientes en hoja y corteza de la morera?

CAPITULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La crianza del gusano de seda se remonta como una actividad milenaria de la China, donde hace más de 5000 años se desarrollo y que hoy continúan siendo los primeros productores de seda, que progresivamente avanzo hacia Europa, y a toda Asia etc. y llegó con poco impacto a América Latina; al Perú llegó a Abancay hacia 1885 y explotaron esta actividad hasta 1930, etapa en que se presentó una enfermedad que diezmó la población sedera, pero quedó demostrado que se podía producir con mejor ventaja comparativa que en sus países de origen. Como actividad económica productiva se inicia el año 1991 en la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) a 250 m.s.n.m., bajo la dirección del Mg. Sc. Agustín Martos Tupes, donde empezó la difusión de esta actividad desde el punto de vista comercial. CRUZ (1993).

En este contexto la UNALM, a través de su proyecto de sericultura, realiza actividades en el marco de la investigación, capacitación y extensión. En la provincia de Calca del departamento del Cusco, se cuenta con el trabajo constante del Sr. León Cortés Villegas quien al frente de la empresa SILK'S KURU CUSCO, con sede en el distrito de Yanatile provincia de Calca, inició actividades serícolas en el año 1998.

En la provincia de la convención a inicios de los años noventa se fomenta la producción de seda, introduciendo en muchas parcelas rurales el cultivo de la morera para dar sustento a la actividad sericola, esta actividad fue fomentada por el Convenio de Desarrollo Rural del Valle de la Convención y Lares (CODEVA); pasado el tiempo, no se logró constituir esta actividad. Hoy en día se está retomando la importancia de esta planta con un fin diferente que es el uso como forraje en la alimentación animal.

2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA MORERA

(CIFUENTES, KEE-WOOK 1998). Son especies cosmopolitas y se ha hecho extremadamente difícil situar con seguridad su origen; sin embargo, varios autores señalan al Himalaya como el lugar más probable de origen BENAVIDES, (2000); SÁNCHEZ, (2001); DATTA, (2002). Los dos informes más ancestrales que incluyen a la morera en la historia de la humanidad, provienen del año 1123 antes de Cristo; 3128 años atrás en Korea (HO-ZOO y WON-CHU, 2001), y de la dinastía Ming en China (XIANGRUI y HONGSHENG, 2001). Por su parte, LI (2001), clasificó los lugares de origen de *Morus Alba* en cinco regiones; en el Este del Continente Asiático, Archipiélago de Malasia. Suroeste de Asia, Oeste de África y Norte, Centro y Sur de América.

Desde tiempos remotos, los árboles de morera han crecido de forma individual y silvestre en diferentes partes del mundo. Con el inicio de la sericultura, estas plantas fueron llevadas a diversos países para iniciar la producción del gusano de seda, por lo que existen evidencias de que la domesticación de la morera comenzó hace unos 5,000 años. El género *Morus* se ha distribuido en casi todo el mundo, tanto en áreas templadas como tropicales, donde sólo la especie *M. rubra* es oriunda de América, y el continente australiano es el único que no cuenta con ninguna de las especies de morera en la actualidad (SÁNCHEZ, 2002). China, la India y Brasil son los países más representativos en cantidades de este cultivo por hectárea; aunque en este último, la mayor cantidad de variedades se han obtenido por cruzamientos genéticos (DE ALMEIDA y FONSECA, 2002). Esta especie puede crecer sobre los 4,000 msnm (FAO, 1990), un rango amplio de temperatura entre 13 y 38 °C con precipitaciones entre 600-2,500 mm y humedad relativa entre 65 y 80% (DATTA, 2002). *Morus alba* se adapta bien a diversos tipos de suelo, principalmente en aquellos que presentan mayor fertilidad (CIFUENTES Y HAM-KIM, 1998), con buen contenido de materia orgánica (DATTA, 2002), bien drenados, de textura media y topografía plana u ondulada con pendientes inferiores al 40% (CIFUENTES Y KEE-WOOK, 1998). Además, es tolerante a la salinidad y a la acidez. Citados por GARCIA et al (2006).

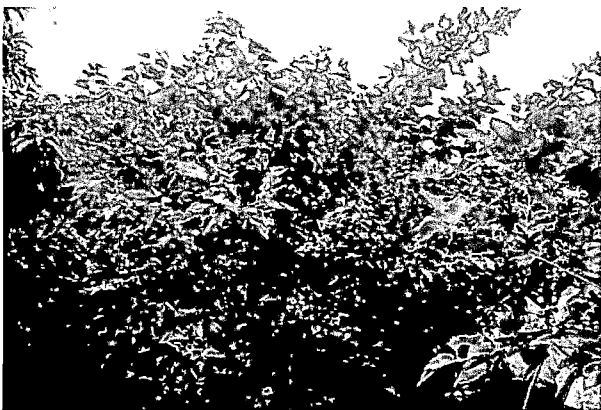
2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICAS

Phyllum : Plantae
División : Spermatophyta
Clase : Magnoliatae
Orden : Urticales
Familia : Moraceae
Género : Morus
Especie : Morus alba

En diversos países se conoce con otros nombres comunes: Amoreira (Brasil), Maulbeerbaum (Alemania), Mulberry (Inglés) DELGADO, (2011).

2.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Es una especie arbustiva, de porte bajo con hojas verde claro, brillosas, con venas prominentes. Sus ramas son grises a gris amarillentas y sus frutos son de color morado o blanco que miden entre 2,0-6,0 cm de largo DELGADO, (2011).



2.5. ASPECTOS AGROECOLÓGICOS

Los rangos climáticos para el cultivo de la morera se comportan de la forma siguiente: temperatura desde 18 a 38°C, precipitaciones desde 600- 2500 mm; fotoperiodo de 9-13 horas/día y año y humedad relativa de 65-80% (CRUZ, 1993). Su cultivo se plantea que puede realizarse desde una altura que oscila

desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm. La morera no tolera suelos de mal drenaje ni compactados y es una planta que requiere fertilización ya que realiza grandes extracciones de nutrientes del suelo (DELGADO, 2011).

2.6. PROPAGACIÓN DE LA MORERA

El método de siembra más común mundialmente es por esquejes, pero en ciertos lugares se prefiere la semilla. El sembrar por semillas asegura un sistema radicular más profundo, con mayor capacidad para encontrar agua y nutrientes, que se reflejará en mayor productividad y más larga longevidad. Las ventajas de la reproducción vegetativa (por esquejes) son la garantía de las características productivas, la facilidad de obtención de material y la facilidad de siembra. La longitud de las estacas debe ser de 25 - 40 cm de largo y tener no menos de tres yemas, deben ser tomadas de ramas lignificadas. En el momento de la plantación, las estacas deben enterrarse de 3-4 cm de profundidad (CRUZ, 1993). El rebrote de las estacas no se produce de forma simultánea, obteniéndose más del 90% de rebrote entre los 4 a 35 días, seguido de la aparición de las primeras hojas. La densidad de siembra recomendada es de 0,45 m entre plantas y 1,0 m entre surcos. En zonas húmedas o con riego, se puede plantar durante todo el año. Algunos países como España recomiendan para su plantación asociarlo con otros cultivos como: maíz, papa, hortalizas, alfalfa y frutales, siempre que se controle el espaciamiento y la poda para evitar la competencia por la luz. (DELGADO, 2011).



2.7. PRINCIPALES USOS A NIVEL MUNDIAL

Dada su elevada adaptabilidad y grado de selección, se reportan más de una decena de usos en el mundo; y en la actualidad, más de 42 países la utilizan de una u otra forma. Del total de naciones que cultivan la morera, el desglose según su uso corresponde a 60% en actividades agrícolas; 48% en la fabricación de la seda y como forrajera; 26% en labores de jardinería, paisajismo y preparación de infusiones; 31% como alimento y 14% como frutal, además de emplearse para mejorar el ecosistema (SÁNCHEZ, 2002). Independientemente de su utilización en la sericultura, se reconocen otros múltiples empleos y beneficios (ZEPEDA, 1991), los cuales demuestran el potencial de explotación desde el nivel familiar hasta la industria. En algunos países como México, Egipto, Turquía, Grecia, Japón y Korea, se usa como árbol frutal. La fruta, llamada mora, se consume fresca o procesada como jugo, mermelada, frutos secos y para fermentar y hacer vino (ARIAS y SÁNCHEZ, 2002; GERASOPOULOS y STAVROULAKIS, 1997). En otros lugares como Argentina, Bolivia, Perú, Estados Unidos, Francia, Italia y España se utiliza como planta ornamental y como árbol de sombra (SÁNCHEZ, 2002). La madera de los troncos y las ramas se emplea como leña, en la elaboración de algunas piezas e implementos, en la ebanistería y la construcción (YE, 2002); en Japón, la pulpa de la madera se utiliza para elaboración de papel.

CUADRO N°1

RESUMEN DE LOS USOS MÁS NOVEDOSOS DE LA MORERA EN LA ACTUALIDAD.

Usos	Parte utilizada	País	Utilización	referencia
Construcciones	Tallo	India	Muebles y decoraciones	Datta (2002)
Medio de cultivo		China	Multiplicación de <i>Ganoderma lucidum</i>	Yongkang (2002)
Materia prima	Ramas y	India y	Fabricación de papel	Machii et

	corteza	Japón		al.(2002)
Combustible	Madera	India	Material energético	Datta (2002)
Alimento animal	Forraje	-----	Ganado, aves de corral, caracoles y peces	Sánchez (2002)

Fuente: García, et al (2006)

Su uso como medicina natural es milenario; en países como China y Japón le atribuyen propiedades curativas a las hojas, los frutos y la corteza de las raíces, por la elevada actividad biológica de los metabolitos secundarios presentes. DUKE (2005) resume más de 60 propiedades terapéuticas en las diferentes partes de la especie. Se emplea en tratamientos para algunas enfermedades como la diabetes, la hipertensión arterial, la deposición de colesterol y como laxante, antihelmíntico, expectorante y diurético (XIANGRUI y HONGSHENG, 2001); también las hojas deshidratadas son usadas en infusiones a manera de té (YONGKANG, 2002) y el látex se utiliza con éxito en la industria farmacéutica. *M. alba* presenta un gran potencial para el control de la erosión, especialmente en áreas con grandes pendientes (PIZARRO et al. 1997). Su uso como forraje ha demostrado un gran potencial, por la calidad y producción de su follaje, características organolépticas y elevado consumo animal (BENAVIDES, 1996). En algunas zonas de Tailandia, las hojas y brotes tiernos son consumidos como vegetales; su abundante fructificación permite mantener la biodiversidad animal, especialmente de aves y mamíferos. Citados por GARCIA et al (2006).

2.8. PRODUCCIÓN DE BIOMASA

Algunas de las características más sobresalientes de *Morus Alba* son su excelente producción de biomasa por unidad de área y su alta retención de hojas durante el periodo seco. La información disponible acerca de la producción de biomasa está relacionada exclusivamente con las hojas, ya que es la parte especialmente utilizada para alimentar al gusano de seda. De Francia se reportan producciones de hoja verde de 17,000 kg/ ha con distanciamientos de 7 x 7m. Con mayores densidades se han obtenido

rendimientos de 30,000 kg/ha. Los rendimientos de esta especie están relacionados con la edad de la plantación y, específicamente, con el diámetro del tronco (BENAVIDES, 1991). El autor reportó que la producción de hoja, por año en monocultivo, se incrementó de 6,500 kg en el primer año hasta 33,500 en el séptimo año. En buenos terrenos, la producción de hojas verdes por planta, varía de 9 a 70 kg cuando el diámetro del tronco a su altura media aumenta de 7 a 55cm. En Paraguay se han obtenido rendimientos de 20,000 kg de hoja fresca en plantaciones de 4 años con podas a 30 cm del suelo (NARIMATSU y KIYOSHI, 1975). Según YE (2002), el rendimiento de la morera es afectado por una serie de factores, entre los que se destacan: la época, el riego, la densidad de siembra, la fertilización, la frecuencia de corte y la edad de la planta. No obstante, la mayoría de los resultados señalan que los factores que más influyen en el rendimiento de la morera son la densidad de siembra, la fertilización y la frecuencia de corte (BENAVIDES 1986; BENAVIDES et al., 1994; BENAVIDES, 1996).

También se ha demostrado que la posibilidad de intercalar leguminosas herbáceas, arbustivas o arbóreas; así como otros cultivos, como hortalizas, para utilizar su follaje como abono verde, es una alternativa que puede estimular la obtención de altos niveles de producción de biomasa (REYES, 2000). Otros factores tales, como la variedad y las condiciones edafoclimáticas también pueden influir en la producción. En este sentido, MARTÍN (1998), evaluaron cuatro variedades de Morera (Acorazonada, Tigreada, Cubana e Indonesia) y encontraron que la variedad Cubana alcanzó los mayores rendimientos de biomasa total 8,2 TMS/ha; sin embargo, la variedad Acorazonada se destacó por producir 4.6 TMS/ha de biomasa comestible, rendimientos muy superiores al alcanzado por las restantes variedades. Por otra parte, en tres sitios de Costa Rica, ESPINOZA y BENAVIDES (1996), reportaron rendimientos de MS total de 14.1, 22.3 y 25.4 t/ha/año para las variedades Criolla, Indonesia y Tigreada, respectivamente. Este autor encontró diferencias en la producción, atribuibles a factores climáticos. En Paquera, donde ocurrió un largo periodo de sequía, la producción promedio de todas las variedades (31.2 TMS/ha/año) duplicó la de Coronado (15.5 TMS/ha/año) a pesar de un mejor régimen de lluvia. Citados por GARCIA et al (2006).



2.9. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO

Todas las especies de morera, especialmente *Morus alba*, son consideradas plantas extremadamente peculiares; su composición química y su calidad, desde el punto de vista nutricional, se suman también a las características distintivas de la especie. Como forraje, reúne excelentes características bromatológicas. BENAVIDES (1991), informa contenidos de proteína cruda superiores al 20% MS y de DIVMS por encima del 80%. Presenta una composición aminoacídica similar a la de la harina de soya; definida como una gran fuente de aminoácidos, de los cuales, la mitad son aminoácidos esenciales (SÁNCHEZ, 2002). Los contenidos de cenizas totales pueden llegar a ser superiores al 15% en dependencia del grado de fertilización del suelo, aunque normalmente oscilan entre 10 y 15% (SHAYO, 1997). Las hojas contienen gran cantidad y diversidad de macro y micro elementos (NODA, 1998), llegándose a observar acumulaciones cuantitativas de Calcio en los idioblastos de las células (SUGIMURA, 1999). Esta planta presenta apreciables niveles de vitaminas, fundamentalmente de los Grupos B y C; de las cuales se destacan los ácidos nicotínicos y pantoténico, la riboflavina (HO-ZOO y WON-CHU, 2001) y el ácido ascórbico (0.3 % MS) (SINGH y MAKKAR, 2002). En la actualidad, su valor nutritivo ha sido estudiado mediante todas las técnicas de digestibilidad y degradabilidad disponibles en el mundo. JEGOU, (1994), en un experimento in vivo utilizando cabras, demostraron que las hojas tuvieron una digestibilidad superior al 78%, y mediante técnica in vitro se comprobó un

pōrccentaje de desapariciōn entre 80 y 90% (RODRÍGUEZ, 1994). Por otra parte, en los estudios desarrollados por GONZÁLEZ. (1998), la degradabilidad ruminal de las hojas y los tallos tiernos, empleando bolsas de nailon, fue superior al 80% a las 48 horas, lo que demuestra la mayor digestibilidad de estas porciones comparadas con otros forrajes tradicionales como *Leucaena leucocephala* (TOLERA, 1998). Adicionalmente, SCHMIDEK (2002), observaron degradaciones de la MS, la PC y la fibra neutro detergente (FND) de 93.3; 97.0 y 84.9, respectivamente. Mediante la técnica de producciōn de gases, BING. (2001), llegaron a la conclusiōn que el estado de maduraciōn de la hoja, así como el periodo del aōo, influían en la cantidad de gas producido; mientras que MAKKAR y BECKER (1998), demostraron que las hojas jóvenes presentaban un potencial doblemente superior de producciōn de gases (60.6 ml/200mg) al compararlas con las hojas maduras. Citados por GARCIA et al (2006).

2.9.1. FRACCIÓN NITROGENADA

La morera *Morus alba* también se distingue de otros árboles multipropósitos por las características particulares de su fracciōn nitrogenada, pues aunque es comparable con la que presentan la mayoría de las leguminosas forrajeras del trópico, tiene una calidad proteica superior (BENAVIDES, 1999; GONZÁLEZ, 1998). Desde el punto de vista cualitativo, la bibliografía recoge consensos divididos en cuanto a la principal proteína presente en las hojas. SÁNCHEZ (2002) señala a la Ribulosa-1.5-bisfosfato carboxilasa, (RUBISCO) como la principal proteína en la especie, cuyo centro activo es responsable de la fijaciōn del CO₂ (KELLOGG y JULIANO, 1997). Asimismo, de forma independiente, YAMASHITA y OHSAWA (1990) demostraron que el 43% del nitrógeno total en *Morus alba* pertenece a este compuesto. Por otra parte, SINGH y MAKKAR (2002) señalan a la Prolamina, aislada a partir del extracto alcohólico-alcalino de las hojas, como una proteína importante, la cual contiene el 12.6 % del Nt, distribuido, fundamentalmente, en N insoluble en HCl, amidas y ácidos mono y diaminados. También han sido purificadas y caracterizadas las estructuras primarias y secundarias de dos glicoproteínas con actividad antidiabética, denominadas Moran A y Moran 20K, con pesos moleculares de 7.50 y 21.86

kilodalton (KDa), respectivamente (EUN-SUN, 1999). La solubilidad de la fracción nitrogenada, aunque no es elevada 17.3 (%Nt) en Buffer de borato-fosfato y 15.7 (%Nt) en buffer de fosfato, es comparable con la de *L.leucocephala* y especies de los géneros *Dendrocalamus*, *Artocarpus* y *Ficus*, lo que evidencia la naturaleza no proteica del Nitrogeno soluble. En cambio, otras especies de leguminosas, tales como *Acacia catechu*, *Albizia stipulata* y *Bauhinia variegata* presentan una mayor solubilidad del Nt (SINGH y MAKKAR, 2002). Otros autores, empleando la misma técnica analítica, reportan una solubilidad del Nitrógeno total inferior al 36% (SARMA, 2000). Citados por GARCIA et al (2006).

2.9.2. PROTEÍNA CRUDA

La determinación de los niveles de PC en *M. alba*, mediante la utilización del análisis proximal, ha sido el método analítico más empleado por los autores que investigan la composición química de la especie (DESHMUKH, 1993). No obstante, este procedimiento, si bien muestra una idea general de la dimensión cuantitativa de la fracción, no ha permitido conocer las características cualitativas, y la calidad proteica del material nitrogenado presente. Las determinaciones simultáneas de PC y de la proteína verdadera (PV) aclaran con mayor solidez las propiedades y características propias del material nitrogenado (LIU, 2002). Existen numerosas investigaciones en las cuales se ha determinado el contenido de PC en las partes comestibles de las especies de morera, con interés en la alimentación animal y en la sericultura; en cultivos intensivos en la India se han obtenido tenores de hasta un 39% (SINGH Y MAKKAR, 2002). La parte de la planta es el factor que más diferencia las concentraciones de PC (ESPINOSA, 1999). Otros factores tales como: la variedad (YONGKANG, 2002), la fertilización química u orgánica (BENAVIDES, 1994), así como la fertilización basal del suelo y el tipo de abono (RAMOS, 2002), también influyen en los rangos de este indicador. Al igual que la mayoría de las plantas arbóreas, los factores época (GONZÁLEZ y Cáceres, 2002), condiciones ambientales, altura de corte (MARTÍN ET AL., 2002) y densidad de plantación (BOSCHINI, 1998; 1999), afectan en menor medida los contenidos nitrogenados. Con el cúmulo de material empírico, obtenido a partir de las

investigaciones sobre esta temática, ya se conocen patrones estables de comportamientos sobre la base de la fisiología vegetal en las plantas de morera perturbadas por el corte (GARCÍA, 2003); en este sentido, la edad de rebrote es un factor determinante en la concentración de proteína cruda. La cantidad de nutrientes evaluadas en las hojas terminales, intermedias y basales alcanzaron altos rangos de valores nutritivos, teniendo un promedio de materia seca de un 21,7%; proteína cruda un promedio de 29.6%; grasa cruda un promedio de 3.1%; fibra cruda un promedio de 10.1%; ceniza un promedio de 7.5% y extracto libre de nitrógeno un 50.0. Los porcentajes de proteína cruda varía en las partes de la planta, en las hojas alcanza un promedio de 21% de proteína y en tallo tierno un promedio de 10.7% de proteína cruda, las frecuencias de corte también influye en el contenido de proteína cruda, cuando la planta es más tierna la cantidad de proteína cruda es mayor.

CUADRO N°2

INCIDENCIA DE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN EL CONTENIDO DE PB EN MATERIA SECA EN LA MORERA.

Factor		PC (% MS)	Referencia
Parte de la planta	hoja	21.1	García (2003)
	tallo tierno	10.7	
Frecuencia de corte	56 días	25.6	Boschini (2002)
	84 días	22.2	
	112 días	20.8	
Fertilización química (urea)	0 kg n	17.1	Rodríguez et al. (1994)
	240 kg	16.6	
	480 kg n	17.4	
Fertilización orgánica (estiércol de cabra)	0 kg n	19.1	Benavides (1994)
	240 kg n	19.3	
	480 kg n	20.2	

Fertilización orgánica (gallinaza)	100 kg n	18.81	García (2003)
	300 kg n	19.1	
	500 kg n	19.57	

Fuente: García, et al (2006)

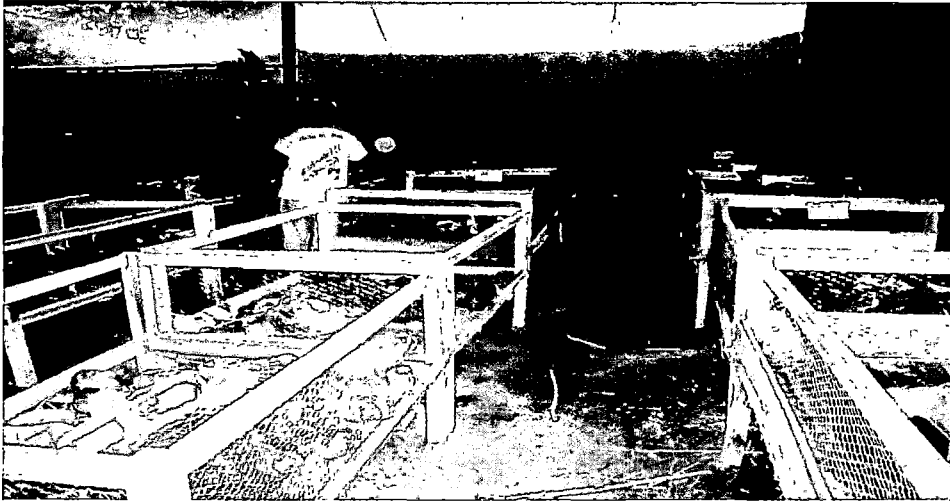
La influencia de la fertilización química en las concentraciones de PC en esta arborea es polémica y controvertida. La aplicación de 480 kgN/ha/año, a partir de NH₄ NO₃, produce incrementos significativos en las concentraciones en las hojas (Benavides, 1994); mientras que con la misma aplicación nitrogenada (480 kgN/ha/año), a partir de urea, se observó poco efecto en los tenores de PC en las hojas y en la biomasa total (RODRÍGUEZ, 1994). Por otra parte, con la aplicación de fertilizante orgánico (0 a 480 kgN/ha/año) a partir de estiércol, tampoco se observaron incrementos considerables en las partes comestibles de la planta (BENAVIDES, 1994). Citados por GARCIA, et al (2006).

2.10. RESPUESTA ANIMAL

- OVIEDO (1995), al comparar el follaje de morera con el concentrado ofrecido como suplemento a vacas en pastoreo, obtuvo un nivel de producción de leche similar (13,2 y 13,6 kg/animal/día, respectivamente) a iguales niveles de consumo de MS (1 % del PV), el cual resultó superior al obtenido con pastoreo solamente (11,3 kg/animal/día). El uso de morera en la dieta no afectó el contenido de grasa, proteína ni sólidos totales de la leche, pero mejoró el beneficio neto en comparación con el concentrado citado por ESQUIVEL, et al (1996).
- BENAVIDES (1994) encontró incrementos de leche de 2,0 a 2,5 kg/animal/día en cabras lecheras cuando la suplementación con morera se elevó del 1,0 al 2,6 % del PV en base seca, con ligeros incrementos en los contenidos de grasa, proteína y sólidos totales de la leche.
- En corderos alimentados con una dieta base de pennisetum purpureum se reportaron ganancias de peso de 60, 75, 85 y 101 g/animal/día cuando se suplemento con morera en base seca a razón del 0; 0,5; 1,0 y 1,5 % del PV (BENAVIDES, 1986).

- Un estudio realizado por GONZALEZ en (1996) indica que se puede suministrar entre el 1 y el 1,5 % del peso corporal de follaje de morera en base seca a vacas con una producción de 15 kg o menos, llegando a reemplazar por completo el uso de concentrado comercial.
- ESQUIVEL (1996) comenta que en el Trópico Húmedo se utilizó morera como suplemento para vacas en pastoreo y la producción de leche (13 kg/animal/día) no presentó diferencias significativas al compararla con la alimentación con concentrado comercial.
- En un estudio en Coronado, Costa Rica BENAVIDES, J.E, (1996) no se detectó diferencias significativas ($p < 0.05$) en la producción de leche, ni en su calidad, por efecto de la sustitución de morera por concentrado en niveles de sustitución según la relación en porcentajes 65/35 y 35/65 de concentrado/morera. En ese mismo estudio al hacer el análisis parcial de los ingresos y los costos, considerando sólo los gastos de alimentación, se indica un mayor ingreso neto y una mejor relación beneficio/costo por animal al reemplazar parte del concentrado por morera en la relación porcentual 35/65 concentrado/morera.
- BOSCHINI (1999) expresa: “La adición de morera en la alimentación de animales que consumen dietas basadas en forrajes de gramíneas, ayudará a disminuir la concentración de fibra e incrementará el contenido de proteína y minerales que enriquecen la dieta consumible de los animales. Esto mejorará la cantidad de materia seca consumida diariamente”.
- La morera debido a su poca fibra y alto nivel de carbohidratos, el follaje puede ensilarse sin aditivos; este ensilaje muestra un patrón láctico de fermentación, pocas pérdidas en PC (entre 16 y 21 % de PC) y mantiene entre 66 y 71 % de DIVMS, GONZÁLEZ, (1996).
- Es un forraje con un 25 % de proteína bruta en sus hojas, en la alimentación de cuyes la digestibilidad de la materia seca alcanza 83.6

y de la proteína de 90.44 (FLORES, SALAZAR Y CAYCEDO, 1995);
citados por GARCIA et al, (2006).



2.11. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS HOJAS DE Morera EN EL SALVADOR, AMÉRICA CENTRAL.

CUADRO N° 3

Posición de la hoja	Fracción (% en base seca)					
	Materia seca	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra cruda	Ceniza	ELN
Hojas terminales	19,5	33,6	3,2	9,4	7,7	46,1
Hojas intermedias	22,5	28,3	2,8	10,2	7,3	51,4
Hojas basales	23,0	26,7	3,4	10,8	7,7	52,6
Promedio	21,7	29,6	3,1	10,1	7,5	50,0

Fuente: GARCIA et al. (2006).

2.12. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA DE LA MORERA EN MATERIA SECA EN HOJA Y TALLO TIERNO.

CUADRO N° 4

Factor		PC (% MS)	Referencia
Parte de la Planta	Hoja	21.1	García (2003)
	Tallo tierno	10.7	
Frecuencia de corte	56 días	25.6	Boschini (2002)
	84 días	22.2	
	112 días	20.8	

Fuente: CITADOS POR GARCIA et al. (2006).

2.12. BROMATOLOGÍA

La bromatología estudia los alimentos, su composición química, su acción en el organismo, su valor alimenticio y calórico así como sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y también adulterantes, contaminantes, etc. El análisis de los alimentos es un punto clave en todas las ciencias que estudian los alimentos, puesto que actúa en varios segmentos del control de calidad como el procesamiento y almacenamiento de los alimentos procesados.

Esta ciencia se relaciona con todo aquello que, de alguna forma, es alimento para los seres humanos o tiene que ver con el alimento desde la producción, recolección, transporte de la materia prima, etc. hasta su venta como alimento natural o industrializado verificando si el alimento se encuadra en las especificaciones legales, detectando la presencia de adulterantes, aditivos perjudiciales para la salud, la adecuación en la esterilización, el correcto envasado y los materiales del embalaje.

En resumen, la bromatología comprende la medición de las cantidades a suministrar a los individuos de acuerdo con los regímenes alimenticios específicos de cada ser; por esta razón la bromatología se divide en dos grandes categorías:

Es un factor esencial para valorar el poder nutritivo de un alimento, así como su poder productivo, pues se determinan mediante él, cuantitativamente, los principios inmediatos que los constituyen. Los procedimientos empleados comúnmente en los análisis bromatológicos, consisten en determinar grupos de sustancias que se asemejan en cualidades o composición, llamados principios inmediatos, Se llaman principios inmediatos por ser los primeros en identificarse, en los procesos de desintegración analítica en el laboratorio. En las distintas etapas de dicha desintegración se utilizan preferentemente agentes físicos como el calor, la disolución, la filtración, la destilación, HERG (1954).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

Para el presente trabajo de investigación se obtuvieron muestras de tres parcelas ubicadas en el sector de Yomentoni, poblado menor de Kiteni, distrito de Echarati, provincia de la Convención, Región Cusco.

3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El distrito de Echarati con su capital del mismo nombre; está ubicada físicamente en la zona noreste de la provincia de la Convención, en el departamento del Cusco, ubicado en la selva alta o ceja de selva y la selva baja u omagua, entre las siguientes coordenadas:

Longitud	: 72° 32' 15"
Latitud Sur	: 12° 45' 05"
Altitud máxima	: 1000 m.s.n.m
Altitud mínima	: 300 m.s.n.m

3.1.3. CLIMA

El distrito de Echarati en cuanto al clima tiene una estrecha relación con sus pisos ecológicos. La temperatura media ambiental es variable 24° a 26° grados centígrados, con una precipitación pluvial cuya media anual fluctúa entre 2,100mm y 2,600 mm.

Asimismo, la parte territorial que conforma la selva alta (400 a 1,000 m.s.n.m); le caracteriza un clima cálido, con promedio anual entre los 18° y 23° grados centígrados; y la parte del territorio cubierto por la selva baja (menos de 500 m.s.n.m), le corresponde un clima cálido húmedo con un promedio anual de temperatura de 25° grados centígrados. SENAMHI (2016)

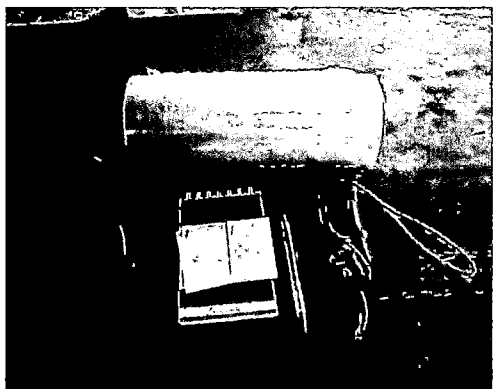
3.2. MATERIALES DE ESTUDIO Y EQUIPOS

3.2.1. DE ESTUDIO:

- Rebrotos de (Morus Alba)

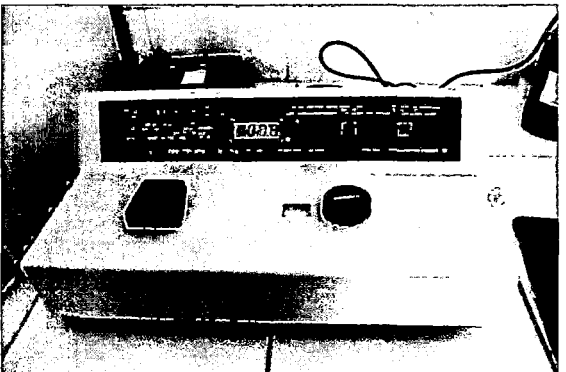
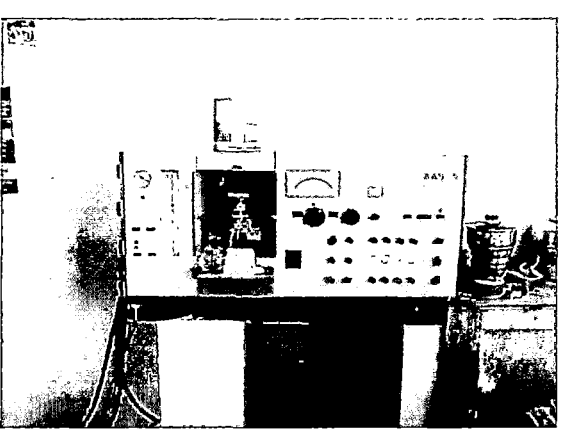
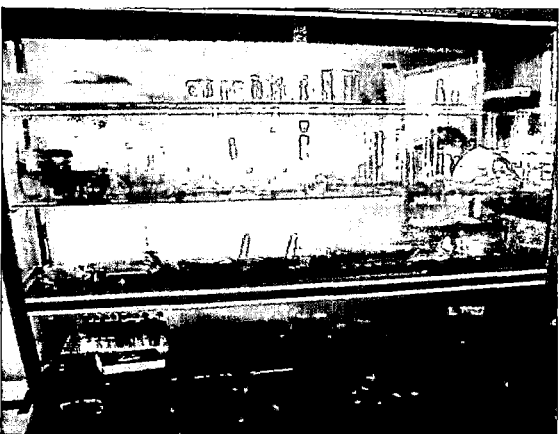
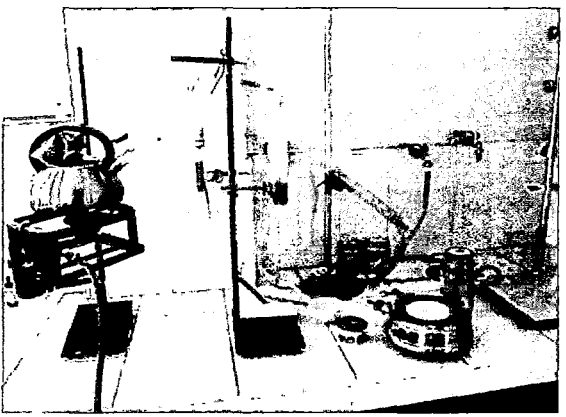
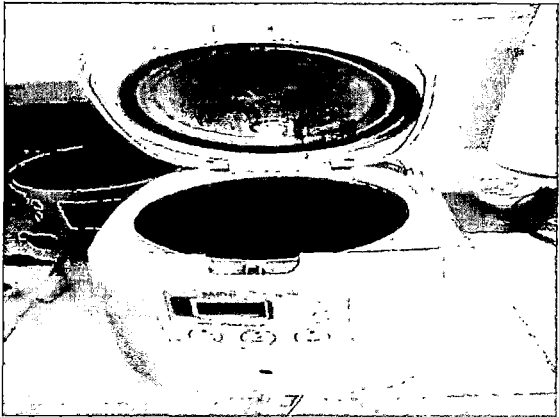
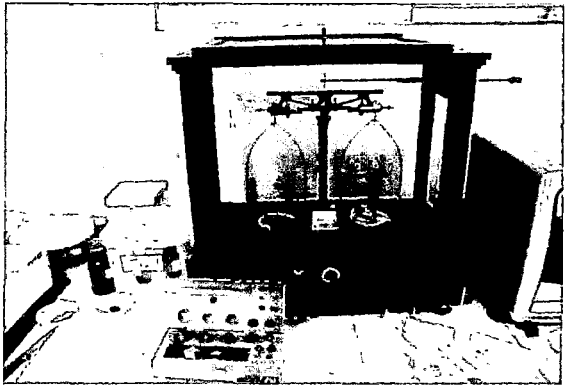
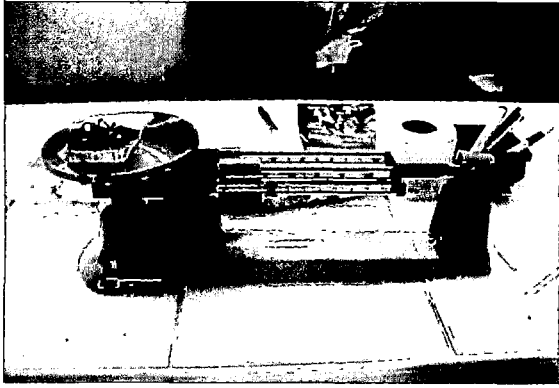
3.2.2. DE CAMPO:

- Cuaderno de campo
- Tijera de podar
- Fil de polietileno (cinta de embalaje)
- cámara fotográfica.



3.2.2. DE LABORATORIO:

- Bolsas de plástico
- Materiales de escritorio
- Balanza analítica
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Cámara de digestión
- Digestores
- Balones kjeldahl
- Destilador
- Vasos químicos
- Una mufla
- Crisoles de porcelana
- Estufa
- Molino
- Materiales de higiene (jabón, toallas cepillo)
- Difuminador atómico.



3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO

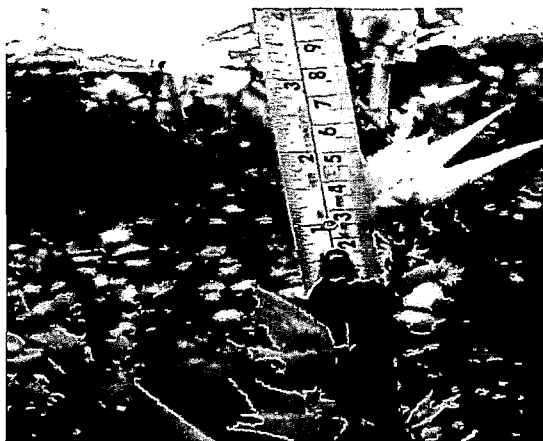
El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 90 días, desarrollándose desde el 25 de agosto al 25 de noviembre.

3.3.1. FASE DE CAMPO

Esta fase tuvo una duración de 70 días, que comprendió las siguientes actividades:

3.3.2. SELECCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE LAS PLANTAS EN LAS PARCELAS.

Para desarrollar esta actividad lo dividimos en dos grupos; un grupo a los 45 días y el otro a los 60 días de rebrote; se sincronizo 2 plantas de morera en cada parcela, cada parcela cuenta con un área de 2500 m², las plantas seleccionadas fueron podados para tener rebrotes en los días indicados, luego de esta sincronización las plantas elegidas estuvieron en observación para el seguimiento de su crecimiento, hasta alcanzar la edad de 45 y 60 días de rebrote, para ser recolectadas como muestra.



CUADRO N°5

TAMAÑO DEL REBROTE Y NÚMERO DE TALLOS A LOS 45 Y 60 DÍAS

N° PARCELA	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3	
	45	60	45	60	45	60
EDAD DÍAS	45	60	45	60	45	60
TAMAÑO EN cm	100	135	95	130	110	150
N° TALLOS POR PLANTA	29	25	28	29	30	25

Fuente: elaboración propia Cusco-2014.

3.3.3. TOMA DE MUESTRAS.

Las muestras fueron tomadas y sincronizadas al azar en cada parcela, luego que las plantas fueron sincronizadas y llegado a la edad esperada, se realizó las mediciones de los rebrotes y se procedió a la poda; una vez obtenido los rebrotes podados se envolvió en fil de polietileno. La muestra se obtuvo en horas de la mañana para evitar las variaciones en el porcentaje de humedad, seguidamente fue llevado al laboratorio para su análisis; cada muestra fue señalada con el número de la parcela correspondiente.



3.4. FASE DE GABINETE Y LABORATORIO

Esta fase tuvo una duración de 20 días, con el fin de realizar su análisis bromatológico y determinar su valor nutricional; considerando como variables de evaluación el pH, humedad, materia seca, proteína bruta, carbohidratos, fibra bruta, extracto etéreo, cenizas, calcio fosforo y magnesio, en hoja y corteza.

Se trabajó con un total de 12 muestras, se colecto 4 muestras de cada parcela en hoja y corteza a los 45 y 60 días respectivamente.

3.4.1. DETERMINACIÓN DEL pH

La medición del pH se realiza utilizando los instrumentos necesarios. Sin embargo los resultados obtenidos serán de acuerdo al procedimiento usado en acondicionar la muestra a analizar.

3.4.1.1. FUNDAMENTO

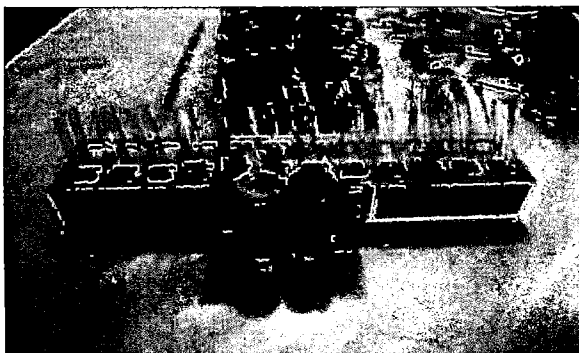
La lectura directa del pH, se realizó previa dispersión de las muestras en una proporción mínima con agua desionizada.

3.4.1.2. INSTRUMENTOS

- pHmetro dotado de sus respectivos electrodos.
- Balanza analítica.

3.4.1.3. MATERIALES

- Vasos de 50 ml. (de vidrio)
- Varillas de vidrio



3.4.1.4. REACTIVO

- Se utilizó la solución tampón (buffer) de pH 7,15.

3.4.1.5. PROCEDIMIENTO

Se calibro el pHmetro de acuerdo a las instrucciones del manual recomendado, realizando las siguientes actividades:

Se pesó 2 gr. de muestra y se colocó en un vaso de 50 ml; se añadió 10 ml. de agua desionizada; seguidamente agitamos la muestra durante un minuto con una varilla de vidrio hasta formar una suspensión uniforme, luego se dejó en reposo media hora; se repitió la operación tres veces; luego medimos el pH de cada muestra.

3.4.2. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

Ante productos tan heterogéneos como los constitutivos de este grupo, elegimos el siguiente procedimiento:

Se pesó 2 gr. de muestra; se envolvió las muestras en papel; luego se sometió a la estufa de desecación a una temperatura de 100 °C durante 24 horas; volvemos a pesar las muestras y obtenemos el porcentaje de humedad HERG (1954).

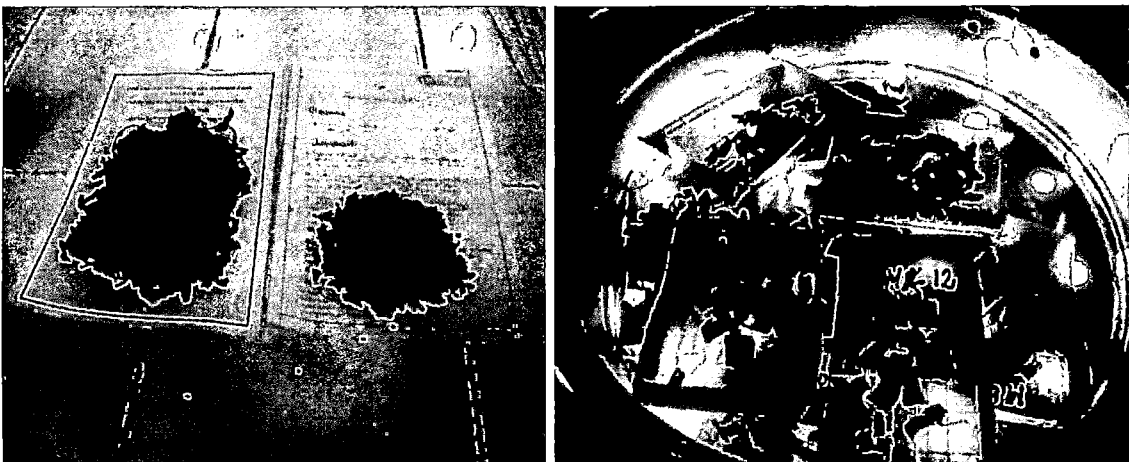
3.4.3. DETERMINACION DE LA MATERIA SECA TOTAL A 105 °C

La remoción parcial de la humedad libre del material, permite la conservación del mismo disminuyendo su deterioro o alteraciones químicas. No obstante el material aún conserva cierto nivel de humedad que está ligada a ciertas estructuras y compuestos, la cual debe ser removida para determinar con exactitud el contenido total de agua del material. En el caso de materiales que no han sido presecados a 60 - 65 °C y que han sido molidos, se puede realizar la determinación de la humedad total directamente.

3.4.3.1. PROCEDIMIENTO

Se realizó los siguientes pasos:

Todo el proceso se realizó por duplicado; para ello se colocó un crisol de porcelana con tapa, con capacidad de 50 ml en un horno de convección de aire forzado a 105 °C durante 16 horas; seguidamente se removi6 el crisol de porcelana del horno, utilizando pinzas de metal, y se coloca en un desecador, el cual posee un agente secante en el fondo; luego se coloc6 la tapa del desecador sin cerrarlo completamente, porque si lo cerramos completamente provocaría un vacío, y esto dificultaría la remoci6n posterior de la tapa; luego se espera dos minutos, y se procede a colocar la tapa para que cierre herméticamente el desecador; se espera cinco minutos para que se enfríe el crisol; se remueve el crisol y la tapa del desecador con unas pinzas de metal y procedemos a registrar el peso, el peso se registr6 en una balanza analítica; luego sin remover el crisol de la balanza se agrega con cuidado 2 gr de muestra y se registra el peso con la mayor exactitud; luego se retira el crisol de la balanza y se coloca en el horno de convección de aire forzado a 105 °C durante 24 horas; al final del periodo del secado, se remueve el crisol del horno y se coloca cerrando con su tapa en el desecador, con las mismas precauciones indicadas con anterioridad y se deja enfriar; para luego registrar el peso del crisol más la muestra seca; seguidamente el contenido de humedad de las muestras lo determinamos por la diferencia de peso, entre el material fresco y el material seco HERG (1954).



3.4.4. DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL

El método Kjeldahl es el más generalizado; básicamente consiste en una digestión de la muestra con ácido sulfúrico, convirtiendo todo el nitrógeno en amonio, para luego destilar este producto, y finalmente valorarlo por acidimetría. Sólo un buen control de la temperatura asegura el correcto y total desprendimiento del producto deseado.

3.4.4.1. EQUIPOS

Se utilizó los siguientes materiales:

- Equipo de destilación completo.
- Balones Kjeldahl.
- Cocinilla eléctrica regulable.

3.4.4.2. MATERIALES

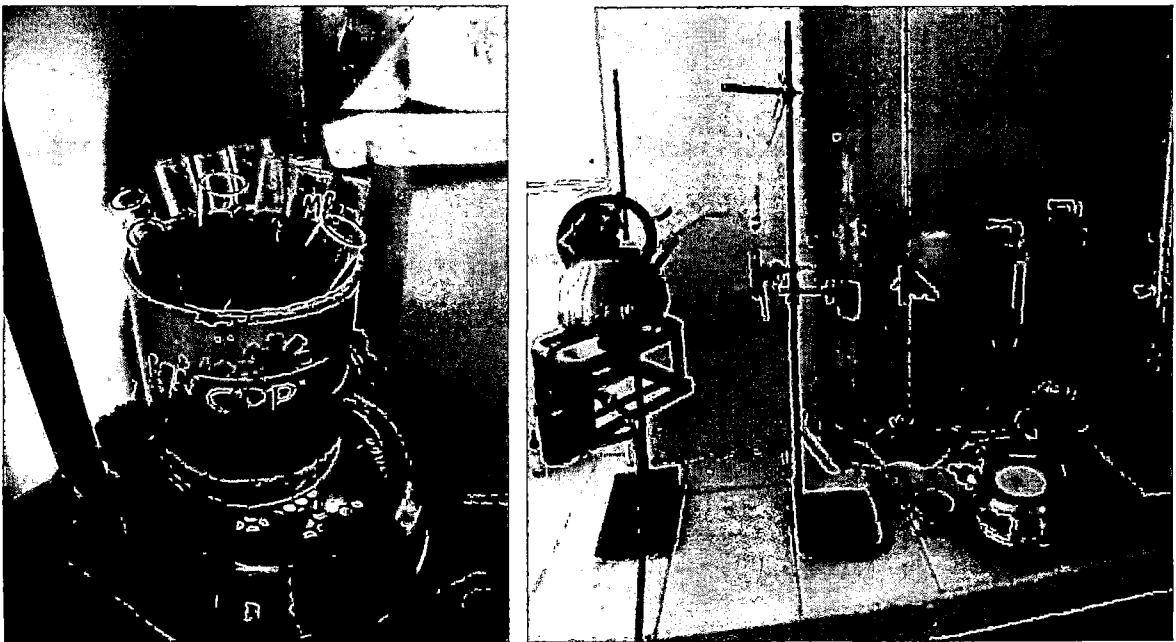
- Matraces de 250 ml.
- Vasos de precipitación de 500 ml.
- Tubos receptores de 100 ml.
- Pipetas de 5 ml.
- Embudo.
- Pisceta.
- Espátula.
- Pinzas, soportes, llaves de seguridad.

3.4.4.3 REACTIVOS

- Ácido sulfúrico concentrado.
- Ácido Clorhídrico concentrado.
- Sulfato de cobre.
- Selênio metálico.
- Hidróxido de sódio.
- Ácido bórico.
- Indicador mixto # 5 para valorar amoníaco (pH 4,4-5, 8).

3.4.4.4. PROCEDIMIENTO

Para determinar el nitrógeno total se realizaron los siguientes pasos; se pesó 1 gr. de las 12 muestras sobre papel cebolla e introducimos el conjunto en un balón kjeldahl de 150ml; luego se añadió 0,4gr de sulfato de cobre más 0,1 gr. de selenio en polvo; seguidamente se añadió 2 ml. de agua desionizada por 4ml de ácido sulfúrico concentrado; luego se colocó el balón bajo la campana extractora y se dejó que ocurra la digestión durante 45 minutos, la digestión se dio por terminada cuando la solución torno una coloración blanca; dejamos enfriar y lo trasvasamos la solución al tubo receptor; luego se armó el sistema de destilación y se colocó el tubo receptor de muestra; seguidamente cerramos la llave de entrada de vapor al tubo, para permitir la entrada de la solución de hidróxido de sodio 20 ml. aproximadamente; luego colocamos 15 ml. de solución de ácido bórico al 2% más unas gotas del indicador en un vaso situado a la salida del refrigerante, para iniciar la destilación; así destilación tuvo una duración de 10 a 15 minutos por muestra; seguidamente se trasvaso el destilado y la solución receptora a un matraz de 250 ml. y se valoró ésta solución con ácido clorhídrico 0.1N.; para luego anotar el gasto G. y procedimos a titular y anotar el gasto G1. FAITHFULL, (2005).



3.4.4.5. CÁLCULOS

El contenido de Nitrogeno total queda expresado por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de N total} = \frac{(G - G1) \times 1.4 \times 100}{P}$$

G = Gasto de la titulación de la muestra

G1 = Gasto de la titulación del blanco

1.4 = Miligramos de N/ml de Hcl 0.1 N

P = Peso de la muestra.

Para el calcular la proteína cruda se multiplica el contenido de nitrógeno por el factor 6.25.

3.4.5. DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

La cantidad de carbohidratos totales, se determinó realizando la suma del contenido de:

- Proteína
- Grasa
- Ceniza y
- Fibra

Luego de sumar estos cuatro componentes se resta de 100, y el resultado será el contenido de carbohidratos totales; este procedimiento se realizó para todas las muestras, FAITHFULL (2005).

3.4.6. DETERMINACIÓN DE CENIZAS

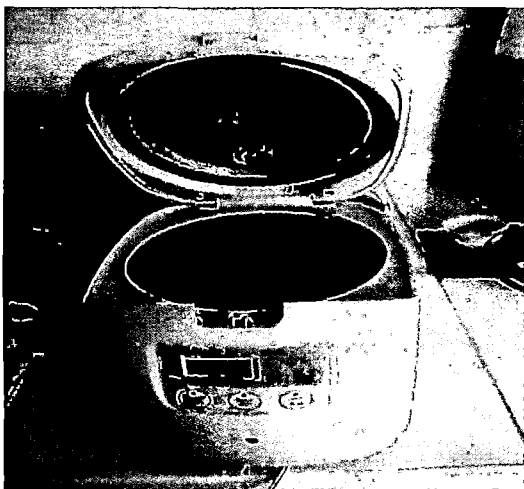
Los minerales que están presentes en los alimentos son de muy diversas formas, constituyen la materia denominada inorgánica, la cual se obtiene como residuo de la incineración del material o cenizas. El residuo de la incineración puede variar de acuerdo con el grado de contaminación de la muestra, así una muestra altamente contaminada con suelo u otro material mineral nos da como resultado un alto contenido de cenizas. Porque la cantidad de cenizas formará parte del

total de la materia seca, así una alteración en su porcentaje afectará la composición estimada de los demás nutrimentos que conforman el alimento.

El procedimiento para determinar las cenizas, requiere que el material se incinere a temperaturas entre los 500 y 600 °C, temperatura que permite que algunos minerales se volatilicen, tales como el yodo y el selenio. Igualmente se recomienda que no se utilice este procedimiento para materiales con alto contenido de azúcares o líquidos. Seguidamente explicamos el procedimiento para la determinación de cenizas

3.4.6.1. PROCEDIMIENTO

Se colocó el crisol de porcelana en un incinerador a 600 °C. por espacio de dos horas; luego se retiró el crisol del incinerador y se dejó enfriar aproximadamente 60 minutos en un desecador y se determinó con exactitud su peso; seguidamente se colocó el crisol en una balanza analítica y se agregó 2 gr. de la muestra; para luego colocar el crisol con la muestra en el incinerador, seguidamente se cierra la tapa y se enciende el incinerador; luego cuando la temperatura alcanza los 600 °C., dejamos las muestras por dos horas; y con mucho cuidado se abre la tapa del incinerador para no crear corrientes de aire y se remueve los crisoles hacia un desecador, utilizando pinzas y guantes de asbesto, para que se enfríen; este proceso duro una hora; y seguidamente se pesa los crisoles y se realiza los cálculos para obtener el porcentaje de cenizas, HERG (1954).



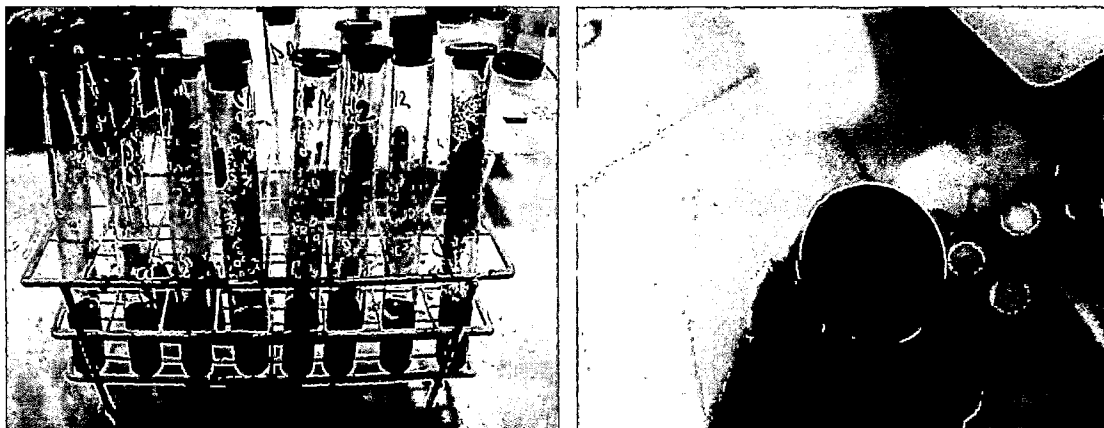
3.4.7. DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO ETereo

Para la determinación de la fracción de lípidos nos basamos en la evaporación continua de un solvente orgánico como el benceno, que luego de condensarse pasa por la muestra extrayendo los materiales solubles.

3.4.7.1. PROCEDIMIENTO:

Para determinar el extracto etéreo se realizó los siguientes pasos:

Se pesó 2 gr. para cada muestra; seguidamente se trasvaso a un tubo extractor de grasa, luego se agrega 5 ml de hexano al tubo, para luego calentar suavemente en baño maría durante 1 hora, luego en un filtro gooch separamos la grasa disuelta en el hexano; luego se vuelve a lavar con 5 ml. de hexano, repitiendo este procedimiento; seguidamente se lleva las muestras a un evaporador, para evaporar el hexano; luego del evaporado queda la grasa, y se procede a pesar cada muestra para determinar su peso, HERG (1954).



3.4.8. DETERMINACIÓN DE LA FIBRA

Se conoce que alimentos con valores superiores de fibra, como el caso del ensilaje, son alimentos de alto valor energético, donde la fibra no es una limitante para su consumo y digestibilidad.

3.4.8.1. PROCEDIMIENTO

Para determinar la fibra se realizó los siguientes pasos:

Se pesó 0.5 gr. para cada muestra; seguidamente se agregó hidróxido de sodio en la cantidad de 1 molar; luego se calienta suavemente por una hora, tiempo en el cual el almidón es digerido; se repite esta operación hasta que solo quede la fibra; seguidamente se lava tres veces con agua destilada; luego secamos las muestras y pesamos.



3.4.9. DETERMINACIÓN DE MINERALES

En un principio, los métodos para la determinación cuantitativa de minerales específicos, se basa en la digestión y/o incineración de la muestra, para luego aplicar alguna técnica analítica entre las cuales tenemos las gravimétricas y por titulación. Posteriormente, con el avance del uso de los espectrofotómetros se desarrollaron técnicas colorimétricas, donde se conoce la longitud de onda, donde el mineral puro o un compuesto determinado que contiene el mineral en estudio presentan su mayor absorción. El nivel o grado de absorción se compara con una serie de patrones o estándares y se determina la cantidad de mineral presente en la muestra. Estos métodos son todavía aceptables para la determinación de elementos que se encuentran presentes en grandes cantidades en la muestra. La fotometría de llama, más propiamente denominada espectrometría de emisión atómica de llama, es un método analítico rápido, simple y sensitivo para la determinación de iones de elementos trazas en solución. Debido a sus muy angostas y características líneas de

emisión de la fase gaseosa atómica en la llama de plasma, el método está relativamente libre de interferencias de otros elementos.

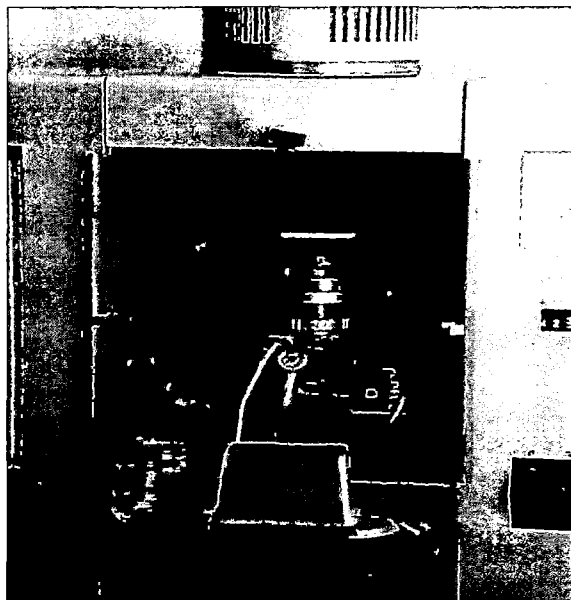
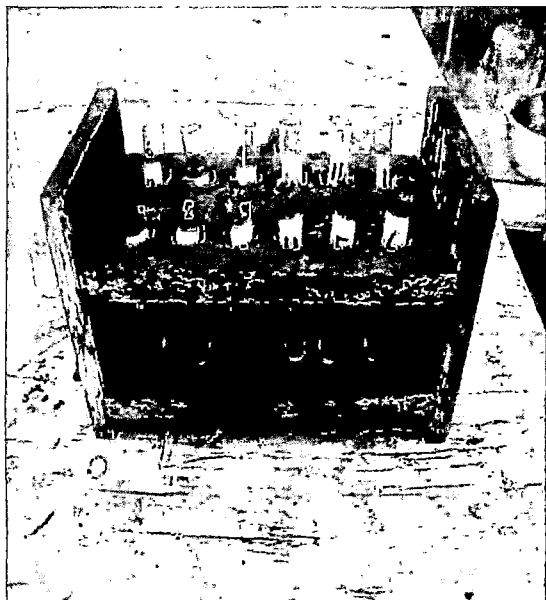
Uno de los instrumentos utilizados para estos análisis es Coleman Flame Photometer, Modelo 21, con un quemador de consumo total que utiliza gas natural y oxígeno. El aislamiento de la longitud de onda se realiza por el uso de un simple filtro de interferencia. La luz de la llama se concentra hacia el final del cable de fibra óptica ("tubo de luz") el cual transmite la luz hacia un fotodiodo en una pequeña caja electrónica en el fotómetro de llama. La electrónica allí convierte la salida del diodo en una emisión digital, HERG (1954).

3.4.9.1. DETERMINACIÓN DE CALCIO Y MAGANESIO

3.4.9.1.1. PROCEDIMIENTO

Para determinar el calcio y el magnesio se realizó los siguientes pasos:

Se pesó 2 gr. de ceniza para cada muestra; luego se disolvió con 4 ml. de ácido clorhídrico para cada muestra; seguidamente se realizó movimientos circulares suavemente para asegurar una disolución completa; luego se hizo la mezcla a 50 ml. de volumen con agua destilada; seguidamente se lleva las muestras aforadas al equipo de absorción atómica y se realiza la lectura, para determinar los cálculos para cada muestra.



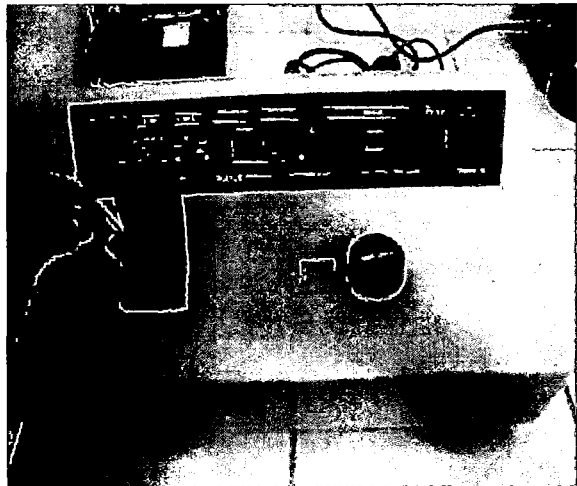
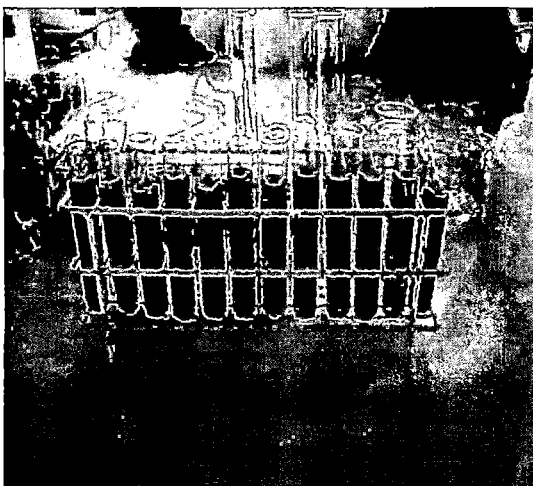
3.4.9.2. DETERMINACIÓN DE FÓSFORO.

Otro de los minerales que tiene gran importancia en la nutrición animal lo constituye el fósforo. Este es otro elemento que se encuentra formando parte estructural en tejidos, como huesos y dientes, así como de otros compuestos que tienen que ver con el metabolismo y fisiología, tales como el ADP, proteínas, lípidos, entre otros.

3.4.9.2.1. PROCEDIMIENTO

Para determinar el fósforo se realizó los siguientes pasos:

De la muestra anterior mezclada en 50 ml de agua destilada, se tomó 10 ml de cada muestra; luego se agregó una solución acida (ácido sulfúrico y nítrico, 1ml de cada solución), para cada muestra; seguidamente se agrega 1ml de solución de molibdato de amonio para cada muestra; para luego agregar una gota de cloruro de estaño para cada muestra; esperamos 15 minutos hasta que tome una coloración azul, para llevar las muestras al espectrofotómetro visible para hacer la lectura y los cálculos.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO GENERAL DEL VALOR NUTRITIVO DE LA MORERA EN BASE SECA EN PORCENTAJES, Y MINERALES EN Mg/100.

CUADRO N° 6

N° PARCELA	Parcela 1				Parcela 2				Parcela 3			
	45 días		60 días		45 días		60 días		45 días		60 días	
MUESTRA	hoja	corteza	hoja	corteza	hoja	corteza	hoja	corteza	hoja	corteza	hoja	corteza
N° MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
pH	7.2	7.1	7.4	7	7.4	7.3	7.4	7.2	6.8	6.6	6.8	6.6
HUMEDAD	77.2	80.1	76.2	80.4	79.6	83.8	76.4	83.5	78.9	81.7	74.9	78.7
MATERIA SECA	22.8	19.9	23.8	19.6	20.4	16.2	23.6	16.5	21.1	18.3	25.1	21.3
PROTEINA BRUTA	19.3	19	21	20.1	19.7	19.3	24.5	18.7	19.4	18.7	25	19.4
CARBOHIDRATO	56.8	57.7	52.9	49.6	55.6	54.2	48.1	49.7	56.5	50.3	47.4	50.6
FIBRA BRUTA	20	21	22	28	20	24	23	29	20	28	23	27
EXTRACTO ETereo	1.5	0.6	1.6	0.4	1.8	1.0	1.4	1.1	1.8	1.1	2.1	1.3
CENIZAS	2.4	1.7	2.5	1.9	2.9	1.5	3	1.5	2.3	1.9	2.5	1.7
FÓSFORO	54	36	64	40	68	66	58	64	54	70	52	68
CALCIO	235	120	175	80	200	75	250	75	210	75	125	85
MAGNESIO	16	8	12	5	13	5	17	5	14	5	9	6

Fuente: Laboratorio QUÍMICA-LAB Cusco-2014.

4.1.2. RANGO DEL pH EN HOJA Y CORTEZA

El nivel de pH en hoja fue 7.1; el promedio de pH en corteza fue 7.0.

4.1.3. HUMEDAD

El promedio de porcentaje de humedad a los 45 días en hoja fue de un 78.6%; a los 60 días en hoja fue de un 75.8%; el promedio de porcentaje de humedad

a los 45 días en corteza fue de un 81.9%; a los 60 días en corteza fue de un 80.9%.

4.1.4. MATERIA SECA

El promedio de materia seca en hoja a los 45 días fue de un 21.4%; el promedio de materia seca en hoja a los 60 días fue de un 24.2%; el promedio de materia seca en corteza a los 45 días fue de un 18.1%; y el promedio de materia seca en corteza a los 60 días fue de un 19.1%.

4.1.5. PROTEINA

El promedio de proteína bruta en hoja a los 45 días fue de un 19.5%; el promedio de proteína bruta en hoja a los 60 días fue de un 23.5%; el promedio de proteína bruta en corteza a los 45 días fue de un 19%; y el promedio de proteína bruta en corteza a los 60 días fue de un 20.5%.

4.1.6. CARBOHIDRATOS TOTALES

El promedio de carbohidratos totales en hoja a los 45 días fue de un 56.3%; el promedio de carbohidratos totales en hoja a los 60 días fue de un 49.5%; el promedio de carbohidratos totales en corteza a los 45 días fue de un 54.1%; y el promedio de carbohidratos totales en corteza a los 60 días fue de un 50%.

4.1.7. FIBRA BRUTA TOTAL

El promedio de fibra bruta en hoja a los 45 días fue de un 20%; el promedio de fibra bruta en hojas a los 60 días fue de un 22.7%; el promedio de fibra bruta en corteza a los 45 días fue de un 24%; y el promedio de fibra bruta en corteza a los 60 días fue de un 28%.

4.1.8. EXTRACTO ETereo

El promedio de grasa en hoja a los 45 días fue de un 1.7%; el promedio de grasa en hoja a los 60 días fue de un 1.7%; el promedio de grasa en corteza a los 45 días fue de un 1.0%, y el promedio de grasa en corteza a los 60 días fue de un 1.0%.

4.1.9. CENIZAS

El promedio de ceniza en hoja a los 45 días fue de un 2.6%; el promedio de ceniza en hoja a los 60 días fue de un 2.7%; el promedio de ceniza en corteza a los 45 días fue de un 1.7%; y el promedio de ceniza en corteza a los 60 días fue de un 1.7%.

4.1.10. MINERALES (Mg/100 kg de materia seca)

El promedio de fósforo, calcio y magnesio en hoja a los 45 días fue de un 59, 215 y 15 gr.; el promedio de fósforo, calcio y magnesio en hoja a los 60 días fue de un 59, 184 y 13 gr.; el promedio de fósforo, calcio y magnesio en corteza a los 45 días fue de un 57, 90 y 6 gr.; y el promedio de fósforo, calcio y magnesio en corteza a los 60 días fue de un 57, 93 y 5 gr. por 100 Kg.

4.2. DISCUSION

- El mayor contenido de MS encontrado en el trabajo de investigación, fue a los 60 días, lográndose un 24.2% de MS, esto es mayor al contenido de MS encontrado por GARCIA et al. (2006); en plantas tiernas que encontró un 21.7% de MS, (Expresado en el cuadro N°3).
- El mayor porcentaje de PC que se encontró en el presente trabajo de investigación, fue a los 60 días en las hojas obteniéndose un 23.5% de PC, esto es mayor a lo que encontró García (2003), que fue de un 21.1% de PC, esto también es mayor a lo que encontró Benavides que fue de un 20% de PC (1994); siendo esto menor a lo que encontró BOSCHINI (2002), a los 56 días del rebrote que fue de un 25.6% de PC y menor a lo que fue encontrado por GARCIA et al, (2006), que fue de un 29.6% de PC, (Expresado en el cuadro N°3 Y N°4).
- El mayor porcentaje de extracto etéreo encontrado en el presente trabajo de investigación fue de un 1.7%, siendo mayor lo que encontró GARCIA et al (2006), que fue de un 3.1% de grasa, (Expresado en el cuadro N°3).
- El mayor contenido de fibra bruta encontrado en las hojas para el presente trabajo de investigación fue de un 22.7% de fibra, siendo menor lo que encontró GARCIA et al (2006), que fue de un 10.1% de fibra, (Expresado en el cuadro N°3).
- El mayor contenido de ceniza encontrado en el presente trabajo de investigación fue en las hojas, que alcanzó un 2.7% de ceniza, siendo mayor lo que encontró GARCIA et al (2006), que fue de un 7.5% de ceniza, (Expresado en el cuadro N°3).
- El mayor contenido de carbohidratos encontrados en el presente trabajo de investigación fue en las hojas que alcanzo un 56.3% de carbohidratos, siendo menor lo que encontró GARCIA et al (2006), que fue de un 50% de carbohidratos, (Expresado en el cuadro N°3).

4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS FORRAJES EN FUNCIÓN AL VALOR NUTRITIVO.

CUADRO N°7

Valor nutritivo	Proteína total	Fibra cruda	Hidratos de carbono	Materia total digerible	Grasa cruda
Excelente	16.5 a mas	27.5 o menos	50.0 o mas	55.0 o mas	4.0 o mas
Bueno	12.00 a 16.4	33.5 a 27.4	43.0 a 49.9	43.0 a 54.9	3.0 a 3.9
Regular	7.5 a 11.9	39.5 a 33.4	35.5 a 42.9	36.0 a 42.9	2.0 a 2.9
Deficiente	7.4 a menos	39.6 a mas	35.4 a menos	35.9 a menos	1.9 a menos

Fuente: Quiroz (2006).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

- La planta morera es un forraje de buena calidad nutritiva para la alimentación animal, porque posee altos niveles de nutrientes, tanto en las hojas como en su corteza. Una buena alternativa para la producción pecuaria en el distrito de Echarati, y en otras zonas tropicales.
- Existe una diferencia en los porcentajes de nutrientes en las hojas de la morera evaluadas a los 45 y 60 días; proteína 19.5% y 23.5%; carbohidratos totales 56.3% y 49.5%; fibra bruta 20% y 22.7%; grasa 1.7% y 1.7%; cenizas 2.6% y 2.7%; minerales fosforo, calcio y magnesio 59, 215, 15. y 59, 184. y 13 Mg/100. respectivamente. Existe una diferencia en los porcentajes de nutrientes en la corteza respecto con los resultados en hoja, en las plantas de morera evaluadas a los 45 y 60 días; proteína 19% y 20.5%; carbohidratos totales 54.1% y 50%; fibra bruta 24% y 28%; extracto etéreo 1.0% y 1.0%; ceniza 1.7% y 1.7; minerales fosforo, calcio y magnesio 57, 90, 6. y 57, 93 y 5 Mg/100 kg de materia seca respectivamente.

5.2. RECOMENDACIONES:

- Realizar la cosecha a los 60 días del rebrote para ofrecer a los animales como forraje, porque a esta edad alcanza un mayor contenido de nutrientes en las hojas y en la corteza.
- Para obtener mejores resultados en la alimentación de los animales domésticos, ofrecer los rebrotes de morera presecadas, para elevar el porcentaje de materia seca, o en mejor de los casos secar las plantas, molerlas y usar en las raciones en forma de harina.
- Se recomienda el uso de la morera (*Morus alba*) en la alimentación animal en zonas tropicales, por poseer un valor nutritivo de buena calidad, por tener una buena adaptación y capacidad de rebrote, que permite realizar hasta 8 cosechas por año cada 45 días con un manejo técnico.
- Continuar con la investigación de la morera como forraje en: tipos de poda, niveles de fertilización y su efecto en el contenido de nutrientes y minerales, formas de conservación, digestibilidad en animales rumiantes y monogástricos.
- Se recomienda el uso de la morera en la alimentación de cuyes, por que presenta una buena palatabilidad y es una alternativa para su alimentación.

BIBLIOGRAFÍA:

1. BASSI, T. Conceptos Básicos Sobre la Calidad de los Forrajes. Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina. (Citado 19 junio 2005). Disponible en Web: <http://mejorpasto.com.ar/html>.
2. BENAVIDES, J.E.; BOREL, R. & ESNAOLA, M.A. (1986). Evaluación de la Producción de Forraje del Árbol de Morera (*Morus alba*.) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. Resumen de las investigaciones realizadas en rumiantes menores, cabras y ovejas en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Serie Técnica. Informe Técnico No. 67. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 74.
3. BENAVIDES, J.E.; LACHAUX, M. & FUENTES, M. (1994). Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de morera (*Morus sp.*). En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. J.E. Benavides). Serie Técnica. Informe Técnico No. 236. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 2, p. 495.
4. BENAVIDES, J.E. (1996). Utilización de la morera (*Morus alba*) en sistemas de producción animal. Resúmenes. Taller Internacional "Los Arboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 113
5. BOSCHINI, C., DORMOND, H., CASTRO, A. (1999). Composición química de la Morera (*Morus alba*), para la alimentación animal: densidades y frecuencias de poda. *Agronomía Mesoamericana* 11 (1): 41-49.
6. CRUZ, F.C, Manual de cultivo de la morera serie N°14-93, Lima Perú (1993).
7. DELGADO, R.H (2011) formación de callos en el cultivo de la morera. Tesis UNG-Cuba.
8. ESPINOZA, M.E (1996). Efecto del sitio y del nivel de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de morera (*Morus alba*) en diferentes sitios ecológicos de Costa Rica.
9. ESQUIVEL, et al (1996). Efecto de la sustitución de concentrado con morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. Resúmenes. Taller Internacional "Los Arboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 117.

10. FAITHFULL, N.T (2005) Métodos de análisis químico agrícola, editorial acribia s.a. Zaragoza España.
11. GARCÍA, et al (2006) La morera una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico.
12. GONZÁLES, J. (1996). Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus sp*) fresca y ensilada, con bovinos de engorda.
13. HERNANDES, S.R (2012). Primera edición, Metodología de la Investigación, editorial McGraw-Hill: Interamericana editores (México).
14. HERG, P. (1954), Análisis agrícola fundamentos y técnicos operatorios, editorial dossat S.A Madrid.
15. PINO, G.R (2007). Primera edición, Metodología de la Investigación, editorial San Marcos (Lima-Perú).
16. ROJAS, H. & BENAVIDES, J.E. (1994). Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de morera (*Morus sp.*). En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. J.E. Benavides). Serie Técnica. Informe Técnico No. 236. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 2, p. 305.
17. VERGARA, Q.N (2006); "identificación y valoración nutricional de las especies arbustivas y arbóreas de interés forrajero en la microcuenca de Limatambo. Tesis UNSAAC Cusco-Perú.