

Modelación de la productividad de varios arreglos forrajeros en un sistema silvopastoril intensivo en trópico bajo, fase I: Revisión de literatura de los forrajes a utilizar

**Auxiliar de investigación:
Juan Camilo Puerto Sandoval**

**Tutor del trabajo de auxiliar de investigación:
Gregory Mejía Sandoval**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
GRUPO DE INVESTIGACIÓN INCA-CES
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA**

Medellín, 2016

Modelación de la productividad de varios arreglos forrajeros en un sistema silvopastoril intensivo en trópico bajo, fase I: Revisión de literatura de los forrajes a utilizar

**Auxiliar de investigación:
Juan Camilo Puerto Sandoval**

**Tutor del trabajo de auxiliar de investigación:
Gregory Mejía Sandoval**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Medellín, 2016

RESUMEN

El análisis y estudio de los forrajes a utilizar en un sistema silvopastoril es de amplia importancia, debido a que se debe tener un detallado conocimiento de la calidad, productividad, condiciones agro climatológicas y manejo de los mismos, para obtener los mayores rendimientos productivos y económicos. El objetivo de este trabajo fue analizar productivamente las leguminosas, leucaena (*Leucaena leucocephala*), kudzu (*Pueraria phaseoloides*), moringa (*Moringa oleífera*), los pastos Tanzania (*Panicum maximun cv Tanzania*) y Mombaza (*Panicum maximun cv Mombaza*) y el botón de oro (*Tithonia diversifolia*); compilando la información para ser utilizada en la fase II del proyecto, la cual consiste en la evaluación de los forrajes mencionados, en el campo. La literatura demuestra que los forrajes analizados cumplen con las expectativas en el ámbito de requerimiento nutricional y adaptación a las condiciones agro climatológicas de la zona de estudio (Municipio del Carmen de Bolívar, Departamento de Bolívar). Específicamente se encontró que las leguminosas como leucaena tiene un porcentaje de proteína entre 18 . 26 % y un porcentaje de digestibilidad entre el 50 . 71 %, el kudzu tiene entre 10.3 . 21.3 % de proteína y entre 55 . 65 % de digestibilidad, el botón de oro tienen entre 14 . 28 % de proteína y entre 68.9 . 90 % de digestibilidad, y la moringa tiene entre 9 . 29.34 % de proteína y entre 57 . 79.8 de digestibilidad, mientras que los pastos Tanzania tiene entre 16 . 19 % de proteína y entre 65 . 80 % de digestibilidad, y Mombaza tienen entre 8 . 22 % de proteína y 55 . 65.1 % de digestibilidad.

ABSTRACT

The analysis and study of fodder to be used in a silvopastoral system is of wider importance, because they should have a detailed knowledge of the quality, productivity, weather conditions and how to manage them, to obtain higher production yields and economic. The aim of this work was to productively analyze legumes, leucaena (*Leucaena leucocephala*), kudzu (*Pueraria phaseoloides*), moringa (*Moringa oleifera*), the Tanzania (*Panicum maximum* cv Tanzania) and Mombaza (*Panicum maximum* cv Mombaza) pastures and botón de oro (*Tithonia diversifolia*); compiling the information to be used in Phase II of the project, which involves the evaluation on field. The literature shows that forages analyzed meet expectations in the field of nutritional requirements and adaptation to the weather conditions of the study area (municipality of Carmen de Bolívar, Department of Bolívar). Specifically it was found that legumes like Leucaena has a protein content between 18-26% and a percentage of digestibility between 50-71%, kudzu is between 10.3 - 21.3% protein and between 55-65% digestibility, the botón de oro is between 14 - 28% protein and between 68.9 - 90% digestibility and moringa has between 9 - 29.34% protein and between 57 - 79.8 digestibility while Tanzania grass is between 16 - 19% protein and between 65 - 80% digestibility and Mombaza have between 8-22% protein and 55 - 65.1% digestibility.

PALABRAS CLAVE

Sistema silvopastoril, forraje, ganadería, leguminosas.

KEY WORDS

Silvopastoril system, forage, Cattle, leguminous.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversos tipos de forrajes utilizados en la alimentación bovina, pero la mayoría de ellos se han cultivado como elementos anexos al sistema pecuario bovino, y no como cultivo agrícola; esto ha llevado a tener forrajes que no son los más adecuados en términos de calidad, cantidad para el sistema productivo, el tipo de suelos y las labores culturales de la finca. Además, los sistemas de fertilización, pecan por exceso o por defecto, impactando indicadores productivos, económicos y ambientales.

Leucaena (*Leucaena leucocephala*).

La leucaena pertenece a la familia leguminosae subfamilia mimosoideae, es originaria de la América Tropical, se adapta muy bien a las tierras bajas, crece en sitios secos con 330 mm/año hasta húmedos con 2300 mm/año, a temperaturas anuales entre 22 . 30 °C (es necesario un periodo seco de 4 meses), crece en suelos neutros hasta alcalinos siempre y cuando estén bien drenados (pH: 6.5 - 7.5) ⁶.

Este arbusto multipropósito es de gran interés en los sistemas silvopastoriles, se utiliza como linderos, dispersos para sombrero en cultivos perennes comerciales (sombra en cafetales), cultivos en callejones, callejones forrajeros y barbechos. Posee características nutricionales y agronómicas sobresalientes que permiten asociarlo con cultivos bajo un esquema integrado (animal/pasto/árbol), que tiendan a mantener y/o incrementar las ganancias de peso de los animales, conservando y/o mejorando la fertilidad del suelo. La leucaena, presenta una copa rala y puede alcanzar hasta 20 cm, la altura total fluctúa entre 6 y 12 m ^{6,18}.

En ganadería, contribuye a la alimentación bovina (leche, carne y doble propósito) incrementando la cantidad y calidad del forraje ingerido y en el sistema productivo aporta importantes cantidades de nitrógeno al suelo, debido a su gran

capacidad de fijación de N₂, promoviendo el crecimiento de las gramíneas en asociación. Este tipo de arbustivas presentan mayor tolerancia a las sequías y se adaptan a diferentes tipos de manejos culturales y tiene una gran capacidad de rebrotar en tiempos muy cortos, los ciclos de cosecha o pastoreo pueden ser entre 40 . 50 días ².

De la leucaena se obtiene una calidad nutricional optima y de gran aceptación en los animales, al contener un alto contenido de proteína y una alta gama de aminoácidos, se pueden obtener valores de 25.6% de proteína cruda, 31.1% de FDN y 21.9% de FDA, con un rendimiento de producción en materia seca de 26 ton/ha/ año, y 70 % en promedio de digestibilidad ².

Kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

Es una planta nativa del sureste asiático (Malasia e Indonesia), es utilizada para como cobertura de suelos y en la alimentación animal, esta planta presenta ventajas de adaptación a suelos ácidos y de baja fertilidad natural, resistiendo periodo de sequías de hasta 4 meses ³.

En producción animal se ha evidenciado el aumento de ganancias de peso, cuando se asocia con otros forrajes o es aportado como suplemento. La densidad de la semilla en la siembra es de 5 a 10 kg/ha para siembras puras y de 2 a 3 kg/ha para la siembra en asociación. Para la siembra en monocultivos de kudzu, se reportan producciones de materia seca hasta de 10,41 ton/ha/año con un rendimiento de proteína bruta 21.3%, de igual forma con 28,2% de fibra bruta, 3,7% de extracto etéreo, 1,25% de Ca y 0,32% de P, el kudzu tiene una digestibilidad promedio del 70,4%, y un valor de energía metabolizable de 2,54 M cal/kg aproximadamente ^{15,16}.

Moringa (*Moringa Oleifera*).

La moringa oleífera es un arbusto oleaginoso, originario de la india, es utilizado como fuente proteica en diferentes sistemas productivos ganaderos, contiene propiedades aceleradoras y multiplicadoras de la producción de cultivos tradicionales, utilizando el extracto de sus hojas (contienen zeatina, hormona del crecimiento); también presenta propiedades para la producción de bio-etanol, y sus semillas son productoras de aceite comestible/biodiesel⁹.

La Moringa es un árbol de tamaño pequeño y crecimiento acelerado que alcanza de 10 . 12 m de alto, tiene una copa abierta y esparcida de ramas inclinadas y frágiles, un follaje plumoso de hojas pinnadas en tres, una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchoso. Su gran velocidad de crecimiento, facilidad de cultivo, su capacidad de aceptar grandes podas y gran rusticidad, lo hacen una gran opción en la alimentación de animales poligástricos. Por su gran contenido de proteínas, vitaminas, aminoácidos, minerales y carotenos, presenta condiciones favorables para la alimentación y nutrición de bovinos de engorde, así como para la fabricación de harina proteica, materia prima para fábricas de alimentos balanceados para animales^{1,9}.

La moringa posee un 29.34% aproximadamente de proteína, 5.86% de grasa y 15% de fibra, la productividad es de aproximadamente 10 toneladas/hectárea/corte, y puede aportar al sistema productivo 8 cortes al año de forraje fresco, determinando una edad de corte conveniente, por la producción de biomasa, de 45 días, edad en la que además se logra un mejor balanceo para la ceba de novillos, pues la proteína se reduce y la fibra aumenta¹.

Los requerimientos edafoclimáticos para su óptimo desempeño productivo son de altitudes no mayores a 1000 m,s,n,m, se desarrolla en todo tipo de suelos, rango de temperatura entre 25 . 35 °C, precipitación entre 250 . 1500 mm

anuales, no soporta encharcamiento, y requiere alta luminosidad. Actualmente se han encontrado dos métodos de propagación, el asexual por medio de estacas y el sexual mediante el uso de semillas; se puede sembrar de forma directa mecanizada o manual en el campo, o en viveros¹.

Tanzania (*Panicum Maximum cv Tanzania*).

El pasto Tanzania es perenne y amacollado, con una altura promedio de 1.5 metros, utilizado en pastoreo, corte y ensilaje, tiene un crecimiento precoz y con rebrote firme; por su crecimiento vertical, tiene una muy buena asociación con leguminosas y compite directamente con la maleza. Prefiere suelos con una fertilidad media a alta y no tolera encharcamientos, se adapta a elevaciones hasta 2 m.s.n.m, con precipitaciones a partir de los 800 mm anuales y temperaturas de 20 °C en promedio; es un forraje tolerante a la quema y tolera sequias de hasta 4 meses y helada leves⁸.

Las características necesarias para su óptimo desempeño son suelos con un pH entre 6.0 . 7.0, buen drenaje, se cultiva entre 0 . 1000 m,s,n,m, con una precipitación mayor a 600 mm anuales, con densidades de siembra entre 4 . 6 kg/ha, a una profundidad de siembra de, 2 cm y con requerimientos de fertilización altos. La producción y desempeño en el rendimiento del forraje son los adecuados para obtener altas ganancias de peso en novillos de ceba, el contenido de proteína esta entre 14 . 16 %, con un promedio de producción de forraje de 25 . 30 ton/ha/ año^{12,14}.

Mombaza (*Panicum maximum*).

Este es un pasto que se adapta a suelos fértiles, suelos adecuados se obtienen porcentajes nutricionales altos, prefiere los suelos sin encharcamiento, su óptimo desarrollo vegetativo se presenta en alturas que van desde 0 . 2000 m,s,n,m, con precipitaciones mayores a 800 mm anuales. Unas de las cualidades más

importantes es que soporta hasta 6 meses de sequía, y posee alta producción de forraje, debido a que el volumen total de la planta es 82% hojas. Es recomendado para bovinos de carne, leche y doble propósito, además de utilizarlo para ensilaje y la producción de heno. El pasto mombaza es de la familia de las gramíneas y tiene un ciclo perenne, su clasificación de crecimiento es amacollada, es una planta a la cual le afecta el salivazo, la densidad de siembra es de 6 kg/ha, y tolera pH 5 a 8 ¹³.

La siembra es al voleo o en surcos separados a 80 cm, la preparación del terreno consiste en un paso de arado y dos o más de rastra de disco, hasta obtener una buena cama de siembra; se debe sembrar cuando el suelo presente condiciones favorables a la germinación y emergencia, los mejores resultados son obtenidos cuando la humedad, temperatura y luminosidad son elevadas. Se debe evitar hacer la siembra antes de la normalización de las lluvias, y el primer pastoreo se realiza a los tres o cuatro meses después de la siembra cuando se observa que la pradera presenta más de un 90 % de cobertura ⁴.

Tiene una producción de materia seca de 30 ton/ha/año aproximadamente, con un porcentaje de proteína entre 10 . 13 %, su digestibilidad es aproximadamente del 55 %, con una palatabilidad muy buena para los animales, el tiempo de formación es de 90 a 120 días y el tiempo de su primer pastoreo es de 90 días, la altura de corte es entre 70 cm o más, se logran cargas animales en periodos de lluvia entre 3 . 6 UGG/ha, y en periodos secos entre 2 . 4 UGG/ha ^{4,7}.

Botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

El botón de oro, es una planta forrajera adecuada para la alimentación de rumiantes (bovinos, cabras, ovejas y búfalos), con un alto nivel de proteína, alta degradabilidad en el rumen, bajo contenido de fibra y niveles aceptables de sustancias anti-nutricionales como fenoles y taninos. El botón de oro tiene un alto contenido de nitrógeno total, buena parte del cual está presente en

aminoácidos ligados a la fibra dietética insoluble, la concentración de proteína puede variar entre 18,9 - 28,8 %, comparable a la de otras especies forrajeras utilizadas para alimentación de rumiantes, como el mararratón¹⁰.

También es llamado falso girasol, se cultiva entre 0 m.s.n.m - 1800 m,s,n,m, Es una planta con contenido altos de proteínas desde 20% en suelos poco fértiles y pedregosos hasta 32% en suelos de buena fertilidad, con una digestibilidad promedio del 82 %. Esta planta no es una leguminosa pero es capaz de captar nitrógeno del aire e incorporarlo. Se debe aportar en la alimentación animal antes de la floración, debido a que su calidad nutricional decae posterior a este evento vegetativo. En términos de cantidad de forraje, el botón de oro produce entre 90 . 130 toneladas de materia verde por hectárea, con un 27% de materia seca (24 . 35 ton MS/ha); el ciclo de producción, ya sea para pastoreo o cosecha es entre 45 . 50 días^{10,11}.

El botón de oro es una planta herbácea, de grandes flores amarillas con olor a miel, hojas simples y alternas de tres a cinco lóbulos, contiene un alto valor nutricional, rápida recuperación (luego del ramoneo, produce gran cantidad de forraje) y resiste la sequía. No tolera niveles freáticos altos ni encharcamientos, se puede asociar con pastos y leguminosas rastreras de trópico bajo, medío y alto. La adaptación es hacia suelos ácidos a ligeramente alcalinos, suelos pesados con mediana saturación de iones de aluminio o hierro y bajo contenido de fosforo. Se propaga fácilmente a partir de estacas de 30 a 50 centímetros de longitud cosechadas del tercio inferior o intermedio de los tallos; muy rara vez se propaga a partir de semillas, debido a la gran inviabilidad de la semilla sexual^{17,5}.

1. OBJETIVO

El auxiliar de investigación desarrollo el siguiente objetivo:

Realizar una revisión de literatura para determinar la calidad y productividad de las leguminosas leucaena (*Leucaena leucocephala*), kudzu (*Pueraria phaseoloides*), moringa (*Moringa oleífera*), los pastos Tanzania (*Panicum maximun* cv Tanzania) y Mombaza (*Panicum maximun* cv Mombaza) y el botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

2. METODOLOGIA

2.1 GENERALIDADES DEL PREDIO

El estudio se realizó con base a la finca Majayura. A continuación, se detallan todos los elementos claves para tener un contexto del predio que se tomo de referencia para la elección y análisis de los forrajes estudiados.

2.1.1 Localización

El diseño se realizó en la finca Majayura, perteneciente a la empresa ECO₂ SAS, localizada en la vereda el Cocuelo, jurisdicción del Municipio del Carmen de Bolívar, en el departamento de Bolívar, Colombia. Las coordenadas son Latitud: 9°38'29.02"N y Longitud: 75° 1'10.56"O, a una altitud promedio de 128 m.s.n.m.

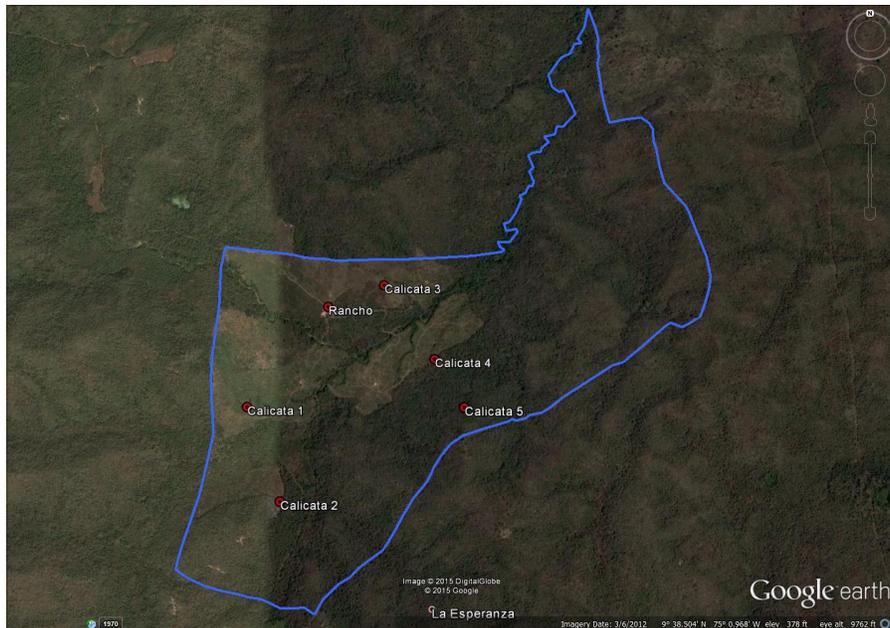
2.1.2 Climatología

La finca Majayura tiene un temperatura promedio de 27.7 °C, una precipitación media anual de 1000 mm, humedad relativa promedio de 74.5 % y una evapotranspiración de 900 mm anuales.

2.1.3 Estudio de suelos inicial

El predio presenta aproximadamente un 50 % de topografía plana, 25 % ondulada y 25 % pendiente, en el momento se encuentra con monte bajo en un 60 % (zonas planas y onduladas) y un 40 % con diferentes tipos de árboles forestales de porte medio (zonas onduladas y pendientes). Hace 20 años se cultivó algodón, con altos rendimientos productivos, y desde hace 10 años se ha cultivado maíz y yuca a baja escala, en diferentes sectores del predio (ver figura 1). Los estudios de suelo se presentan detallado en el anexo 1.

Figura 1. Ubicación de la finca y las calicatas que soportaron los análisis de suelos.



2.2 POBLACIÓN

Para este trabajo se realizó una revisión bibliográfica, de fuentes y bases de datos tales como Pudmed, Medline, Feedpedia, Embase, Science Direct, y artículos y trabajos de grado publicados en la WEB. La información que se

recopilo se filtro por el tiempo de publicación con el fin de tener datos actualizados, se aceptaron los artículos y documentos mas relevantes publicados en los últimos años; todos los artículos seleccionados están relacionados con el tema de este estudio y se utilizaron los que contenían información sobre la composición nutricional y productividad de los forrajes de interés.

2.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

2.3.1 Criterios de inclusión:

- Artículos y trabajos académicos que hablen sobre los componentes nutricionales de los forrajes tales como: porcentaje de proteína, FDN (Fibra en Detergente Neutro), FDA (Fibra en Detergente Ácido), cenizas, carbohidratos, porcentaje de materia seca, pH, tipo de suelo, humedad, fibra, porcentaje de digestibilidad y producción de forraje.
- Artículos relacionados con el manejo y producción de los forrajes de interés en cultivos de sistemas silvopastoriles.
- Fichas técnicas donde se explicarán las características más relevantes del cultivo y manejo de los diferentes forrajes estudiados.

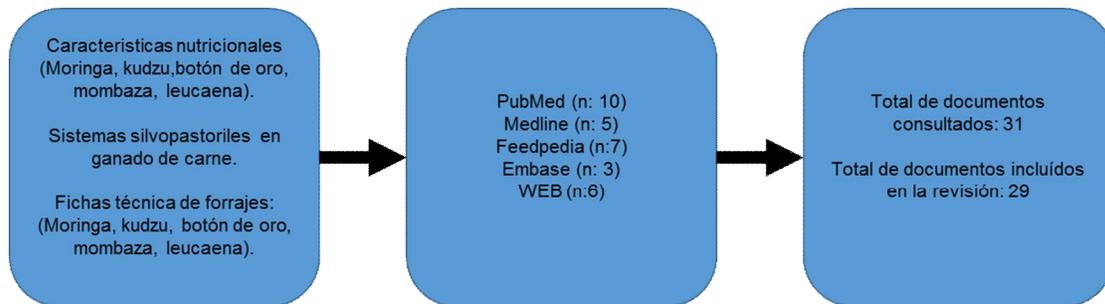
2.3.2 Criterios de exclusión:

- Artículos que no tengan bases científicas y que pertenezcan a fuentes dudosas.

2.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

En la figura 2, se detalla el proceso de selección de los documentos.

Figura 2. Flujo de la búsqueda de las fuentes de información.



3. RESULTADOS

3.1 Leucaena (*Leucaena leucocephala*). En la tabla 1, se detallan los resultados de la búsqueda bibliográfica.

Tabla 1. Resultados de la búsqueda bibliográfica de los parámetros de calidad nutricional y productivos de la leucaena.

Parámetros/Estudio	Estudio 1 ⁶	Estudio 2 ²⁹	Estudio 3 ²	Estudio 4 ⁹	Estudio 5 ²⁷
Altitud (m.s.n.m)	-	0 - 1500	-	500 - 1000	-
Precipitación (mm/año)	800 . 3000	-	-	600 - 3000	-
Temperatura (°C)	-	-	-	25 - 30	-
pH	6.5 - 7.5	5.5 - 7.5	-	5.2	-
Fertilidad del suelo	-	-	-	-	-
Tipo Suelo	-	-	-	-	-
Periodo descanso (días)	45 - 50	-	40 - 55	-	-
Proteína (%)	19 - 26	-	-	25.9	18
Almidón	-	-	-	-	-
Carbohidratos (%)	-	-	-	-	-
Fibra	18.87	-	-	20.4	-
calcio	1.91	-	0.7	0.6 - 0.9	1.57
Fosforo	0.04	-	-	0.23	0.18
Materia seca (%)	-	-	-	-	-
Producción de materia seca (ton/ha-año)	-	-	-	8 - 10	-
Producción de forraje verde (ton/ha-año)	-	-	-	-	-
FDA (%)	34.28	-	38.2	-	35.64
FDN (%)	45.66	-	48	-	43.4
Digestibilidad (%)	-	-	-	50 - 71	-

3.2 Kudzu (*Pueraria phaseoloides*). En la tabla 2, se detallan los resultados de la búsqueda bibliográfica.

Tabla 2. Resultados de la búsqueda bibliográfica de los parámetros de calidad nutricional y productivos del kudzu.

Parámetros/Estudio	Estudio 1 ²³	Estudio 2 ⁵	Estudio 3 ¹⁹	Estudio 4 ²⁰	Estudio 5 ²⁴
Altitud (m.s.n.m)	600-2000	0-2.000	1000-2000	0-12000	-
Precipitación (mm/año)	900-1800	800-3000	850-2500	900	-
Temperatura (°C)	15 - 22	18 - 27	15 - 30	-	-
pH	-	-	4 - 8	-	-
Fertilidad del suelo	Baja fertilidad	-	Baja	Baja	-
Tipo Suelo	Suelos ácidos	Suelos ácidos, no tolera suelos salinos	Suelos ácidos	-	Suelos ácidos
Periodo descanso (días)	-	-	-	30 - 40	-
Proteína (%)	21.3	18 - 22	10 - 19.9	20	10.3 - 17
Almidón	-	-	-	-	-
Carbohidratos (%)	-	-	-	-	-
Fibra	3.7	-	-	-	-
calcio	1.25	-	-	-	-
Fosforo	0.32	-	-	-	-
Materia seca (%)	-	-	-	-	-
Producción de materia seca (ton/ha-año)	10.4	5 - 6	9	8 - 10	-
Producción de forraje verde (ton/ha-año)	-	-	-	-	-
FDA (%)	-	-	-	-	-
FDN (%)	-	-	-	-	-

Digestibilidad (%)	65	55 - 60	-	-	60
--------------------	----	---------	---	---	----

3.3 Moringa (*Moringa oleifera*). En la tabla 3, se detallan los resultados de la búsqueda bibliográfica.

Tabla 3. Resultados de la búsqueda bibliográfica de los parámetros de calidad nutricional y productivos de la moringa.

Parámetros/Estudio	Estudio 1 ¹¹	Estudio 2 ²⁵	Estudio 3 ¹	Estudio 4 ¹⁷	Estudio 5 ²¹
Altitud (m.s.n.m)	-	0 - 1.800	0 - 1.800	-	-
Precipitación (mm/año)	-	0 - 1.200	500 - 1.500	-	-
Temperatura (°C)	-	24 - 30	6 - 38	-	22 - 28
pH	-	-	4.5 - 8.0	-	-
Fertilidad del suelo	-	-	-	-	-
Tipo Suelo	-	Suelos francos a francos arcillosos, no tolera suelos arcillosos o vertisoles, ni suelos con mal drenaje	Suelos aluviales arenosos	-	-
Periodo descanso (días)	-	35 - 45	35 - 45	45	69
Proteína (%)	-	9 - 23	21.50	29.34	18
Almidón	-	-	-	-	-
Carbohidratos (%)	-	-	24.10	-	-
Fibra	-	-	-	19	34
calcio	-	-	-	-	-
Fosforo	-	-	-	-	-
Materia seca (%)	-	-	15	22	18
Producción de materia seca (ton/ha-año)	-	-	-	-	-
Producción de forraje verde (ton/ha-año)	-	-	-	80	80
FDA (%)	-	-	-	-	-
FDN (%)	-	-	-	-	-

Digestibilidad (%)	-	57 - 79	65 - 70	74	79.80
--------------------	---	---------	---------	----	-------

3.4 Tanzania (*Panicum maximun cv Tanzania*). En la tabla 4, se detallan los resultados de la búsqueda bibliográfica.

Tabla 4. Resultados de la búsqueda bibliográfica de los parámetros de calidad nutricional y productivos de la Tanzania.

Parámetros/Estudio	Estudio 1 ¹⁸	Estudio 2 ²²	Estudio 3 ¹³	Estudio 4 ¹²
Altitud (m.s.n.m)	-	-	0 - 2000	1800
Precipitación (mm/año)	-	-	1.000	-
Temperatura (°C)	-	-	-	-
pH	-	-	-	-
Fertilidad del suelo	-	-	Alta	Alta
Tipo Suelo	-	-	suelos areno-arcillosos, bien drenados	-
Periodo descanso (días)	35	-	45	28 . 36
Proteína (%)	16 - 19	12 - 16	-	-
Almidón	-	-	-	-
Carbohidratos (%)	-	-	-	-
Fibra	-	-	-	-
calcio	-	0.27	-	-
Fosforo	0.33	-	-	-
Materia seca (%)	-	-	-	-
Producción de materia seca (ton/ha-año)	26	-	20 - 28	-
Producción de forraje verde (ton/ha-año)	-	-	-	-
FDA (%)	-	-	-	-
FDN (%)	-	-	-	-
Digestibilidad (%)	70 - 80	65 - 70	-	-

3.5 Mombaza (*Panicum máximum* cv Mombaza). En la tabla 5, se detallan los resultados de la búsqueda bibliográfica.

Tabla 5. Resultados de la búsqueda bibliográfica de los parámetros de calidad nutricional y productivos de la Mombaza.

Parámetros/Estudio	Estudio 1 ¹⁰	Estudio 2 ¹⁶	Estudio 3 ²⁸	Estudio 4 ⁴	Estudio 5 ⁷
Altitud (m.s.n.m)	2000	1800	-	0 - 1600	1800
Precipitación (mm/año)	800	900 - 2000	1050	800 - 2500	1200
Temperatura (°C)	-	18 . 32.2	-	18 - 27	28
pH	5 - 8	6 - 8	-	5 - 7	-
Fertilidad del suelo	-	-	-	-	-
Tipo Suelo	se adapta a suelos fértiles, suelos sin encharcamientos	trópico húmedo, suelos de moderada a alta fertilidad	Buena tolerancia a la sequía y al frío.	-	-
Periodo descanso (días)	50 - 70	40 - 70	40 . 70	-	28
Proteína (%)	-	8 - 22	8 - 14	15.7	9.5
Almidón	-	-	-	-	-
Carbohidratos (%)	-	-	-	-	-
Fibra	-	-	-	-	-
calcio	-	-	-	-	-
Fosforo	-	-	-	-	-
Materia seca (%)	10 - 13	12 - 15	28	-	25.0 . 26.9
Producción de materia seca (ton/ha-año)	30	40 - 50	20 - 40	32 - 53	30 . 58
Producción de forraje verde (ton/ha-año)	-	150 - 200	-	-	-
FDA (%)	-	-	-	36.90	40.6 - 39.4
FDN (%)	-	-	-	65.8	69.3 . 67.3
Digestibilidad (%)	55	-	-	65.1	-

3.6 Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*). En la tabla 6, se detallan los resultados de la búsqueda bibliográfica.

Tabla 6. Resultados de la búsqueda bibliográfica de los parámetros de calidad nutricional y productivos del botón de oro.

Parámetros/Estudio	Estudio 1 ¹⁴	Estudio 2 ¹⁵	Estudio 3 ³	Estudio 4 ²⁶	Estudio 5 ⁸
Altitud (m.s.n.m)	0 - 2500	-	2700	0 - 2700	2500
Precipitación (mm/año)	800 - 5.000	-	800 - 5000	600 - 6000	800 - 5000
Temperatura (°C)	14 - 30	-	-	-	-
pH	4.5 - 8.0	-	6.5	-	-
Fertilidad del suelo	Baja a alta	-	Suelos ácidos y de baja fertilidad	Se adapta a todo tipo de pH, incluso a suelos pedregosos	-
Tipo Suelo	Suelos ácidos a ligeramente alcalinos. Suelos pesados con mediana saturación de iones de aluminio o hierro y bajo contenido de fósforo.	-	-	-	Suelos ácidos y de baja fertilidad
Periodo descanso (días)	35 - 40	-	-	-	60 - 90
Proteína (%)	-	27 - 28	14 - 28	15 - 28	18 - 28
Almidón	-	-	-	-	-
Carbohidratos (%)	-	7 - 13	7.60	-	-
Fibra	-	3.6	1.6 - 3.8	-	-
calcio	-	-	1.9 - 2.4	2.2	-
Fosforo	-	-	0.3 - 0.38	0.4	-
Materia seca (%)	-	19.1	14.1 - 23.2	-	-
Producción de materia seca (ton/ha-año)	-	55	-	70 - 80	-
Producción de forraje verde (ton/ha-año)	-	-	-	-	-
FDA (%)	-	27.6 - 24.1	28	-	-
FDN (%)	-	40.4 - 43.6	26	-	-
Digestibilidad (%)	-	68.9 - 73.7	-	90	-

5. DISCUSIÓN

Los forrajes analizados, mostraron una gran adaptación a las condiciones edafoclimatológicas de la finca Majayura, tanto las leguminosas como las gramíneas analizadas presentaron en sus variables productivas, alta calidad y adecuados volúmenes de producción en materia seca y forraje verde. Teniendo en cuenta la sequía que ha venido azotando la zona desde 2014, se recomienda que en la fase II se disponga de riego, para homogenizar el proceso productivo forrajero y en general el sistema silvopastoril.

5.1 Leucaena.

La Leucaena presentó valores de alta calidad nutricional, específicamente altos porcentajes de proteína entre 18 . 26 % y un buen porcentaje de digestibilidad entre el 50 . 71 %, además de la adaptación a diferentes tipos de suelos y resistencia a la sequía. En pastoreo o cosecha directa, tiene buenos rendimientos productivos en materia seca (8 . 10 ton/ha-año) y ciclos rápidos de rebrote (40 . 55 días).

5.2 Kudzu.

El kudzu presentó altos valores de calidad nutricional, con un porcentaje de proteína entre 10.3 . 21.3 % y un buen porcentaje de digestibilidad, entre 55 . 65 %, se adapta fácilmente a suelos salinos y tiene buena productividad en materia seca (en promedio 10 ton/ha-año), el único inconveniente es que debe estar asociado con una gramínea, porque es de tipo trepador, esto sería una desventaja si se quiere mantener al máximo la productividad de la gramínea.

5.3 Moringa.

La moringa presentó altos valores de calidad nutricional, con un porcentaje de

proteína entre 9 . 29.34 % de proteína y entre 57 . 79.8 de digestibilidad, con una productividad en materia seca de 16 ton/ha-año en promedio y rápidos ciclos de rebrote (35 . 45 días). No se recomienda para el sistema silvopastoril, porque no se desarrolla de manera óptima en suelos arcillosos.

5.4 Tanzania.

El pasto Tanzania presentó altos valores de calidad nutricional, con un porcentaje de proteína entre 16 . 19 % de proteína y de 65 . 80 % de digestibilidad, con una productividad en materia seca de 20 . 28 ton/ha-año y ciclos de rebrote entre 35 . 45 días. Se recomienda utilizarla en el sistema, debido a su alta calidad nutricional y altos volúmenes en materia seca, aunque es exigente en fertilización, la calidad de los suelos de la finca soportan esta gramínea.

5.5 Mombaza.

El pasto mombaza presento altos valores de proteína (8 . 22 %) y de digestibilidad (55 . 65.1 %), con un aproductividad en materia seca de 50 ton/ha-año aproximadamente, con ciclos de rebrote entre 40 . 70 días. Aunque tiene muy buena producción de materia seca al año, se recomienda cultivar Tanzania, por su mejor calidad nutricional y el soporte edáfico de alta calidad que tiene la finca.

5.6 Botón de oro.

El botón de oro presento altos valores de calidad nutricional, entre 14 . 28 % de proteína y 68.9 . 90 % de digestibilidad, con una productividad en materia seca de 55 . 70 ton/ha-año, con ciclos de rebrote entre 40 . 60 días. Se recomienda cultivar botón de oro, por su alta calidad nutricional, alto volumen de producción en materia seca y adaptabilidad a los suelos de la finca Majayura.

6. CONCLUSIONES

- La leguminosa más adecuada para sembrar en el sistema silvopastoril es la leucaena, con porcentajes de proteína de 22 % en promedio, 60.5 % de digestibilidad y 9 ton de materia seca por hectárea al año, además de la tolerancia a la sequía.
- La gramínea más adecuada para sembrar en el sistema silvopastoril es el pasto Tanzania, con porcentajes de proteína de 17.5 % y 72.5 % de digestibilidad en promedio, con una productividad de 24 ton de materia seca por hectárea al año.
- El sistema silvopastoril más adecuado en términos del máximo aprovechamiento de los forrajes, es el sistema silvopastoril intensivo (SSPi), asociado con árboles forestales.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1 Introducción.

1. A.Pérez, Tania Sánchez, Nayda Armengol y F. Reyes EE. 2010 Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Radio Hatuey-.
2. Bacab, H. M.;1* Solorio, F. J.1 y Solorio, S. B.2 Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum maximum* .Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Universidad Autónoma de Yucatán.
3. CORPOICA-Pereira-Netto, A., Gabriele, A., & Pinto, H. (1999). Aspects of leaf anatomy of kudzu (*Pueraria lobata*, Leguminosae-Fabaceae) related to water and energy balance. *Pesq. Agropec. Bras.* 34 (8).
4. Cuadrado, H. 2011. Efecto de carga animal sobre el carbono orgánico y las propiedades física de un suelo en el Valle del Sinú. Tesis de Maestría. Universidad de Córdoba. 86 p.,
5. Clara I. Ríos Kato EE. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el tropic., Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV-.
6. Danny E. García, Hilda B. Wencomo, Miriam E. Gonzalez, María G. Medina Luis J. Cova. 2008 Evaluación de diecinueve accesiones de *Leucaena leucocephala* basada en la calidad nutritiva del forraje Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología del estado Trujillo.
7. Emiro Suárez P. Sony Reza G., Fredy García C. Iván Pastrana V. 2, Eliecer Díaz A. EE. 2011. Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en praderas del pasto Guinea (*Panicum maximum* cv. Mombasa).

8. Juan Esteban Reyes Jiménez¹, César Oscar Martínez Alvarado², Alfredo Loaiza Meza¹, Tomás Moreno Gallegos-Establecimientos y manejo de praderas de Pretoria y Tanzania en temporal-Instituto nacional de investigación forestales agrícolas y pecuarios.
9. John J. del toro Martínez, Arturo Carballo Herrera, Leobardo rocha roman. EE. 2011. Valoración de las propiedades nutricionales de Moringa oleífera en departamento de Bolívar. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas Universidad del Valle.
10. Luis Alberto Gallego-Castro², Liliana Mahecha-Ledesma², Joaquín Angulo-Arizala², et. al. 2013 POTENCIAL FORRAJERO DE *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray EN LA PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS¹. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia.
11. Luis Hernando Solarte P, Zoot, Enrique Murgueitio R., MVZ, Juan Gabriel González S., IA, Fernando Uribe T., MVZ, Leonardo Manzano G., Tec. Agr, et. al. 2013. Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos. Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegán-Fng-.
12. Manuel Homen^{1*}, Ignacio Entrena,² Luís Arriojas³ y Mauricio Ramia 2010 Biomasa y valor nutritivo del pasto Guinea *Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs. Gameloteqen diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda . Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. UNESR. Estación Experimental de Río Negro.
13. Mauricio Rodríguez Lopez, ee. 2009. Rendimiento y valor nutricional del pasto *panicum maximum* cv. Mombaza a diferentes edades y alturas de corte. Trabajo final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede regional San Carlos.
14. *Panicum maximum tanzania* 2016 [acceso: Diciembre de 2015]. URL: <http://www.nufarm.com/CO/panicummaximumtanzania.4>.

Gramíneas perennes estivales.pdf

15. R.N. Corley a, A. Woldeghebriel, M.R. Murphy. EE. 1997. Evaluation of the nutritive value of kudzu (*Pueraria Zobata*) as a feed for ruminants- *Department of Agricultural Sciences, Tuskegee University, Tuskegee, AL 36088, USA.*
16. Rodrigo Arias Azurdia. EE. Reseña sobre el kudzu tropical. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza departamento de producción animal-Turrialba, costa rica.
17. Sánchez y Álvarez, EE. 2003 gramíneas de corte. 5. Elisa Ochoa Ochoa, ee. 2011, implementación de un banco mixto de forraje proteico en un sistema de producción de ganadería Brahmán puro.
18. Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte L., et al. 2011 Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 78p.

6.2 Resultados.

1. A. Pérez, Tania Sánchez, Nayda Armengol y F. Reyes EE. 2010 Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes %ndio Hatuey-
2. Bacab, H. M.;1* Solorio, F. J.1 y Solorio, S. B.2 Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum máximum* .Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Universidad Autónoma de Yucatán.
3. Clara I. Ríos Kato EE. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico., Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV-

4. Cuadrado, H. 2011. Efecto de carga animal sobre el carbono orgánico y las propiedades físicas de un suelo en el Valle del Sinú. Tesis de Maestría. Universidad de Córdoba. 86 p., http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Panicum_maximum.htm
5. CORPOICA-Pereira-Netto, A., Gabriele, A., & Pinto, H. (1999). Aspects of leaf anatomy of kudzu (*Pueraria lobata*, Leguminosae-Fabaceae) related to water and energy balance. *Pesq. Agropec. Bras.* 34 (8).
6. Danny E. García, Hilda B. Wencomo, Miriam E. Gonzalez, María G. Medina Luis J. Cova. 2008 Evaluación de diecinueve accesiones de *Leucaena leucocephala* basada en la calidad nutritiva del forraje Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología del estado Trujillo.
7. Emiro Suárez P. Sony Reza G., Fredy García C. Iván Pastrana V. 2, Eliecer Díaz A. EE. 2011. Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en praderas del pasto Guinea (*Panicum maximum* cv. Mombasa
8. ELISA OCHOA OCHOA, EE. 2011, IMPLEMENTACION DE UN BANCO MIXTO DE FORRAJE PROTEICO EN UN SISTEMA DE PRODUCCION DE GANADERIA BRAHMAN PURO.
9. H.M. Shelton and J.L. Brewbaker. *Leucaena leucocephala* - the Most Widely Used Forage Tree Legume.
10. Jorge Elliot, EE. *Panicum Maximum* cv. Mombasa, Agricampo, ficha técnica.
11. John J. del toro Martínez, Arturo Carballo Herrera, Leobardo rocha Román. EE. 2011. Valoración de las propiedades nutricionales de *Moringa oleífera* en departamento de Bolívar. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas Universidad del Valle
12. Juan Esteban Reyes Jiménez, Cesar Oscar Martínez Alvarado, Alfredo Loaiza Meza, Tomas Moreno Gallegos. 2008-Establecimiento y Manejo de Praderas de Pretoria y Tanzania en Temporal

13. Gramíneas perennes estivales.pdf
14. Luis Hernando Solarte P, Zoot, Enrique Murgueitio R., MVZ, Juan Gabriel González S., IA, Fernando Uribe T., MVZ, Leonardo Manzano G., Tec. Agr, et. al. 2013. Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos. Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegán-Fng-
15. Luis Alberto Gallego-Castro², Liliana Mahecha-Ledesma², Joaquín Angulo-Arizala², et. al. 2013 POTENCIAL FORRAJERO DE *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray EN LA PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS¹. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia. .
16. MAURICIO RODRIGUEZ LOPEZ, EE. 2009. RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO *Panicum maximun* CV. MOMBAZA A DIFERENTES EDADES Y ALTURAS DE CORTE. Trabajo final de graduación, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA SEDE REGIONAL SAN CARLOS.
17. Madrigal, H and Avalos T. EE.Moringa oleífera.
18. Manuel Homen^{1*}, Ignacio Entrena,² Luís Arriojas³ y Mauricio Ramia 2010 Biomasa y valor nutritivo del pasto Guinea *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs. Gameloteqen diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda . Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. UNESR. Estación Experimental de Río Negro.
19. Pueraria-kudzu tropical-www.saenzfety.com
20. *Pueraria* *phaseoloides*
(Roxb.)Benth.www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/Gbase/data/pf000058.htm.
21. Raymundo Pérez Ángel, Javier Octavio de la Cruz Benítez, Enrique

- Vázquez García, Jesús Francisco Obregón. EE. Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS).
22. Panicum Maximum Tanzania 2016 [acceso: Diciembre de 2015]. URL: <http://www.nufarm.com/CO/PanicumMaximumTanzania>.
 23. Rodrigo Arias Azurdía.EE. Reseña sobre el kudzu tropical. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza departamento de producción animal-Turrialba, costa rica
 24. R.N.Corley a, A.Woldeghebriel, M.R. Murphy.EE.1997. Evaluation of the nutritive value of kudzu (*Pueraria Zobata*) as a feed for ruminants- *Department of Agricultural Sciences, Tuskegee Uniuersity, Tuskegee, AL 36088, USA*
 25. Sergio Montesinos.2010-Moringa oleífera un árbol promisorio para la ganadería- Asociación cubana de producción animal.
 26. Sánchez y Álvarez, EE. 2003 gramíneas de corte.
 27. S. Waipanya and C. Srichoo.1998. Utilization of *Leucaena leucocephala* as Dry Season Protein Supplement for Dairy Cattle in Southern Thailand-Nakornsrihummarat Animal Nutrition
 28. TROPICAL SEEDS, LLC. Panicum maximum cv.Mombasa.
 29. Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte L., et al. 2011 Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. gef, banco mundial, fedegan, cipav, fondo accion, tnc. Bogotá, Colombia. 78p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelos de la finca Majayura.

Código	Identificación en el campo	Textura				pH	C.E.	M.O.	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	N-NO3	N-NH4	N	
		A%	L%	Ar%	Clase																				dSm-1
SP24196	Calicata 1. 0-25	12	32	56	Ar	7.3		3.7	-	29.8	9.0	1.55		40.4	103	3									
SP24197	Calicata 1. 25-100	20	44	36	FArL	8.1		1.2	-	21.0	6.7	0.44		28.1	23	5									
SP24198	Calicata 2. 0-25	34	30	36	FAr	6.6		2.7	-	13.1	8.9	0.46		22.5	10	12									
SP24199	Calicata 2. 25-100	60	20	20	FArA	8.2		0.21	-	26.2	8.4	0.12		34.7	9	71									
SP24200	Calicata 3. 0-25	20	44	36	FArL	8.1		2.1	-	33.4	7.2	0.83		41.4	12	6									
SP24201	Calicata 3. 25-100	28	36	36	FAr	7.9		5.1	-	57.5	10.5	0.89		68.9	28	105									
SP24202	Calicata 4. 0-25	14	46	40	ArL	6.7		3.5	-	24.8	8.0	1.05		33.9	187	11									
SP24203	Calicata 4. 25-100	24	36	40	Ar	7.7		2	-	23.3	6.3	0.52		30.1	39	4									
SP24204	Calicata 5. 0-25	30	42	28	FAr	7.2		3.1	-	18.9	6.9	0.72		26.5	35	10									
SP24205	Calicata 5. 25-100	30	30	40	Ar	7.8		1.5	-	22.0	7.4	0.44		29.8	47	22									

Observaciones

Métodos:
 Textura : Bouyoucos; pH : Agua (1:1); Conductividad eléctrica: Extracto de saturación; Materia orgánica: Walkley Black; Al : KCl 1M; Ca, Mg, K, Na : Acetato de amonio 1M; CICE : Suma de cationes de cambio; S : Fosfato monocalcico 0.008M; Fe, Mn, Cu, Sn : Olsen - EDTA; B : Agua caliente; NO3 : Sulfato de aluminio 0.025M; NH4 : KCl 1M; P : Bray II.

Tener en cuenta:
 N.D.=No detectable
 N.A.=No aplica
 Para las unidades considere:
 dSm-1 =mmho cm-1
 cmolc kg-1 =meq/100 g suelo
 ppm =mg kg-1

Revisión Agronómica