

**DETERMINACIÓN DE FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE
INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL PASTO SABOYA
(*Holcus lanatus*) EN CONDICIONES DE NO INTERVENCIÓN EN LA ZONA
ANDINA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO A UNA ALTURA
COMPRENDIDA ENTRE 2800-3049 MSNM**

**DAYRA AMPARO LÓPEZ MIÑO
PAOLA ANDREA MAIGUAL MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO – COLOMBIA
2009**

**DETERMINACIÓN DE FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE
INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL PASTO SABOYA
(*Holcus lanatus*) EN CONDICIONES DE NO INTERVENCIÓN EN LA ZONA
ANDINA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO A UNA ALTURA
COMPRENDIDA ENTRE 2800-3049 MSNM**

**DAYRA AMPARO LOPEZ MIÑO
PAOLA ANDREA MAIGUAL MUÑOZ**

**Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título
Zootecnista**

**Presidente
HERNAN OJEDA JURADO
Zootecnista., Esp.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
PASTO – COLOMBIA
2009**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”.

Artículo 1º del acuerdo Nº 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación.

HERNÁN OJEDA J. (Presidente)

EDMUNDO APRÁEZ G. (Jurado)

MARINO RODRÍGUEZ (Jurado)

Pasto, Marzo de 2009.

DAYRA AMPARO LÓPEZ MIÑO

Dedicado a:

DIOS: Por ser mi guía y darme fortaleza en los momentos difíciles.

Mis Padres:

JOSE LÓPEZ y AMPARO MIÑO: Quienes con su apoyo y cariño motivaron mi vida para alcanzar todas mis metas.

Mis Hermanos:

NELSON, NANCY, DIANA Y GIOVANNY: Por apoyarme, motivándome siempre a progresar.

A mis familiares, amigos y todas aquellas personas que de una u otra forma compartieron la ilusión de alcanzar una de las tantas metas que me he propuesto.

PAOLA ANDREA MAIGUAL MUÑOZ

Dedicado a:

DIOS: Quien ha sido la luz que ilumina mi camino y es el pilar fundamental de mi existencia.

Mi Madre

ESPERANZA MUÑOZ: Por el amor y apoyo brindado durante el transcurso de mi vida, eje fundamental que me permitió culminar esta meta con éxito.

Mis Hermanas

DORIS Y YULIA: Amigas sin cuyo apoyo y afecto no hubiera podido llegar a este término.

Mi Hermanito

JUNIOR: Que desde el cielo es el ángel de mi guarda que ha guiado mis pasos hacia la fortuna y el éxito.

A mi apoyo incondicional **ALEX:** Quien compartió conmigo el sueño de alcanzar una de mis tantas metas.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Hernán Ojeda Jurado	Zoot., Esp.
Edmundo Apráez G.	Zoot., M.Sc., Ph.D.
Marino Rodríguez	Agrónomo.
Arturo Gálvez	Zoot., M.Sc.
Efrén Insuasty	Zoot.
Luis Alfonso Solarte	Zoot.
Sandra Espinoza	Tec. Laboratorios.
María del Rosario Carreño	Tec. Laboratorios.

Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	21
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
3. OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MARCO TEÓRICO	24
4.1 GENERALIDADES	24
4.1.1 Clasificación Botánica	24
4.1.2 Descripción	24
4.1.3 Distribución	25
4.1.4 Adaptación	25
4.1.5 Uso	25
4.1.6 Siembra	25
4.1.7 Manejo	25
4.1.8 Aptitudes	26
4.1.9 Producción de forraje	26
4.1.10 Calidad del forraje	26
4.2 FACTORES CLIMÁTICOS	26
4.2.1 Temperatura	26
4.2.2 Luminosidad	27

4.2.3	Precipitación	27
4.2.4	Altitud	28
4.2.5	Humedad Relativa	28
4.3	FACTORES EDÁFICOS	28
4.3.1	Factores Físicos	28
4.3.1.1	Textura	28
4.3.1.2	Penetrabilidad	28
4.3.1.3	Infiltración	29
4.3.2	Factores Químicos	30
4.3.2.1	pH	30
4.3.2.2	Capacidad de intercambio catiónico	30
4.3.2.3	Materia orgánica	31
4.3.2.4	Nitrógeno	31
4.3.2.5	Fósforo	32
4.3.2.6	Calcio	32
4.3.2.7	Magnesio	32
4.3.2.8	Azufre	32
4.3.3	Factores Biológicos	32
5.	DISEÑO METODOLÒGICO	34
5.1	LOCALIZACIÓN	34
5.2	MATERIALES E INSUMOS	34
5.3	VARIABLES EVALUADAS	35
5.3.1	Producción de forraje verde	35

5.3.2 Variables edáficas	35
5.3.3 Variables físicas	35
5.3.4 Variables químicas	36
5.3.5 Variables bromatológicas	36
5.3.6 Variables climáticas	37
5.3.7 Variables biológicas	37
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
6.1 Variables agronómicas	39
6.2 Variables bromatológicas	43
6.3. Variables Edáficas	46
6.3.1. Químicas de suelos	46
6.3.2 Física de suelos	47
6.4. FAUNA DEL SUELO	49
6.5 Textura	52
6.6. Textura vs fauna del suelo	53
6.7. Análisis por componentes principales	54
6.7.1 Componente número uno	55
6.7.1.1 Propiedades químicas del suelo	55
6.7.1.2 Propiedades físicas del suelo	61
6.7.2 Componente número dos	62
6.8 Agrupamientos por condiciones edafoclimáticas	66
7. PLAN DE MANEJO	67

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
8.1 CONCLUSIONES	70
8.2 RECOMENDACIONES	70
9. BIBLIOGRAFÍA	72
10. ANEXOS	77

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Rangos de resistencia a la penetración.	29
Tabla 2. Clasificación de la velocidad de infiltración.	29
Tabla 3. Estimativo conceptual de CIC en los suelos.	30
Tabla 4. Caracterización zonas de estudio.	34
Tabla 5. Condiciones climáticas presentes en las Zonas de estudio.	41
Tabla 6. Variables productivas.	42
Tabla 7. Composición bromatológica del pasto saboya.	45
Tabla 8. Variables edáficas en las zonas de estudio.	48
Tabla 9. Densidad de organismos N ^o /m ² zonas de estudio.	49
Tabla 10. Análisis de correspondencia múltiple.	54
Tabla 11. Identificación de variables que conforman los Componentes.	54
Tabla 12. Variables dependientes e independientes de Cada zona.	66

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Participación relativa (%) de los organismos en en la vereda Santa Bárbara.	49
Gráfica 2. Participación relativa (%) de los organismos en Los Marcos.	50
Gráfica 3. Participación relativa (%) de los organismos en en San Luís.	51
Gráfica 4. Grado de relación variables estudiadas.	55
Gráfica 5. Relación materia orgánica y la producción de biomasa.	57
Gráfica 6. Reacción del suelo y la producción de biomasa.	58
Gráfica 7. Contenido de magnesio y la producción de biomasa.	61
Gráfica 8. Infiltración del suelo vs biomasa.	62
Gráfica 9. Grado de relación de las variables componente dos.	63

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Coeficiente de correlación entre las variables cuantitativas seleccionadas.	78
ANEXO B. Valores que explican la variabilidad (%) de la colección (variables cuantitativas).	80
ANEXO C. Variables que conforman cada Clúster.	80
ANEXO D. Análisis de regresión lineal.	82
ANEXO E. Análisis Bromatológico del pasto Saboya (<i>Holcus Lanatus</i>).	87
ANEXO F. Análisis completo de suelos.	93

GLOSARIO

Mineralización: proceso por el cual los elementos y compuestos de la materia orgánica se descompone en formas disponibles para los vegetales; mediante la acción de microorganismos del suelo

Compactación: es el proceso artificial por el cual las partículas de suelo son obligadas a estar más en contacto las unas con las otras, mediante una reducción del índice de vacíos empleando medios mecánicos.

Capacidad de campo: es la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje. El drenaje ocurre por la transmisión del agua a través de los poros mayores de 0,05 mm de diámetro.

Capacidad de intercambio Catiónico: Se define a la suma de todos los cationes de cambio que un mineral puede absorber a un determinado pH. Es equivalente a la medida del total de cargas negativas del mineral.

Infiltración: propiedad que tiene el suelo de absorber agua a través de sus poros. Generalmente se expresa en altura de lámina de agua, en centímetros o pulgadas.

Penetrabilidad: índice de la compactación del suelo, contenido de humedad, textura. Es un índice de la resistencia del suelo en las condiciones de la medición.

Densidad: se refiere al peso por volumen del suelo, y está en relación a la porosidad. Un suelo muy poroso será menos denso; un suelo poco poroso será más denso. A mayor contenido de materia orgánica, más poroso y menos denso será el suelo.

Porosidad: es la cantidad de poros por volumen que existe en el suelo, cuanto más poros más materia orgánica, en arenas muy finas la porosidad es baja.

Edafología. Ciencia que trata sobre el origen y desarrollo de los suelos, sus propiedades y su localización geográfica. Sus conceptos se basan en estudios sobre la génesis de los suelos, sus propiedades físicas, químicas, mineralógicas y biológicas.

RESUMEN

En Nariño, gran parte de los pastos naturales son considerados como malezas, es el caso del pasto Saboya (*Holcus lanatus*), que ha sido desplazado por pastos mejorados, debido a que no se han estudiado los factores que intervienen en su ciclo productivo; Por tanto, esta investigación tuvo como objetivo determinar los factores edafoclimáticos y biológicos que intervienen en su producción y calidad, en condiciones de no intervención.

Este estudio se llevó a cabo en las localidades de Los Marcos, San Luís y Santa Bárbara del Municipio de Ipiales, que corresponden a la región central del altiplano nariñense, con altitudes entre 2800 - 3049 msnm.

En cada localidad de estudio se tomaron tres replicas, en lugares donde el pasto se encontraba en buen estado de desarrollo, en ellas se obtuvo el periodo de recuperación en dos cortes consecutivos. Para establecer su composición nutritiva y los factores edáficos y climáticos se realizaron las siguientes determinaciones:

- Características físicas del suelo: textura, penetrabilidad, densidad aparente, densidad real, capacidad de campo e infiltración.
- Características químicas del suelo: pH, CIC, nitrógeno total, fósforo disponible, materia orgánica, potasio de cambio, magnesio, calcio, azufre.
- Condiciones medioambientales (climáticas): temperatura, luminosidad, altitud, humedad relativa y precipitación,
- Condiciones biológicas del suelo (macrofauna).
- Bromatológicas: materia seca, nitrógeno total, proteína cruda, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa, lignina, minerales: Ca, P, Mg, S.

Los datos cuantitativos se sometieron a un análisis multivariado de componentes principales (ACP), de regresión y correlación, lo que permitió agrupar las variables y establecer la relación y el efecto sobre la producción y calidad de este pasto; mientras que los cualitativos se sometieron a un análisis de correspondencia múltiple (ACM). El ACP permitió explicar el 71% de la variabilidad total de la colección de datos en dos componentes; el primero constituido por las propiedades químicas del suelo y el segundo por características físicas del suelo.

Mediante el análisis estadístico se obtuvo que la localidad de San Luís presentó las mejores condiciones: climáticas, físicas, químicas y biológicas del suelo, requeridas por el pasto saboya (*Holcus lanatus*).

Según el ACM, los organismos que más predominaron en las zonas de estudio fueron del orden oligochaeta (lombriz de tierra), presencia que estuvo relacionada con la textura franco arenosa, medio adecuado para el sustento de esta especie.

En conclusión, los factores que influyeron en la producción de biomasa fueron: la precipitación, luminosidad, materia orgánica, el pH del suelo, los macro elementos: calcio, fósforo, magnesio y propiedades físicas como: la infiltración.

SUMMARY

In Nariño most of the natural grass is catalogued like bad grass, in our means the Saboya grass (*Holcus lanatus*), has been displaced by improved grass, due to the insufficient information of the variables that influence in their productive cycle. Therefore, this research had as objective to determine the indicators of ground, climate and biological that affect their production and quality, in natural conditions.

This study was carried out in the zones of, the Marcos, San Luis and Santa Bárbara of the Municipality of Ipiales that corresponds to the central region of the Nariño plateau, with altitudes between 2800 – 3049 meters on sea level.

In each study area were taken three replicas, where the grass was in good state of development, they got the recovery period of two consecutive cuts. To establish their nutritional composition and edaphic and climatic factors were made the following determinations:

- Physical characteristics of the ground: texture, penetrability, apparent density, bulk density, capacity of field, infiltration and porosity.
- Chemical characteristics of the ground: pH, CIC, total nitrogen, phosphorus available, organic matter, potassium of change, magnesium, calcium, sulfur.
- Climatic conditions: temperature, shining, altitude, relative humidity and biological precipitation.
- Conditions of the ground: macro fauna.
- Bromatological: dry matter, total nitrogen, raw protein, FDN, FDA, hemicellulose, cellulose, lignin, minerals: Ca, P, Mg, S.

While the quantitative data were analyzed with the multivariate method of main components, of regression and correlation which let us group the variables and establish the relation and the effect on production and quality of this grass, the qualitative research were analyzed with the multiple correspondences method. Consequently, the ACP explained that 71% of the total variability of the data collection into two components: the first was constituted by chemical properties of ground and the second one by physical characteristics of the ground.

Regarding to the San Luis' statistical analysis, it was possible to state that this area showed the best climatic, physical, chemical and biological conditions to the growth of saboya grass (*Holcus lanatus*).

Likewise, according to the ACM, the organisms which were more common into the areas of study were of the order Oligochaeta (earthworm) due to the sandy frank texture in which they live.

In short, the factors which were more influential inside the production of biomass were: precipitation, light, organic matter, ground pH, and the macro elements: calcium, phosphorus, magnesium and physical properties like infiltration.

INTRODUCCIÓN

Los paquetes tecnológicos foráneos en la alimentación de los animales domésticos, han ocasionado el uso masivo de maquinarias y fertilizantes químicos acarreando como problemática la disminución de la fertilidad y el deterioro de la estructura física del suelo, que hacen de la actividad zotécnica una práctica insostenible económica y ecológicamente.

Una opción es recurrir a pastos naturalizados que se encuentran adaptados a nuestras condiciones ambientales y que representan un gran potencial productivo, pero que por la incipiente información acerca de los factores que intervienen en su ciclo de desarrollo, no ha permitido mejorar la productividad y calidad de estos.

En este sentido, una de las especies naturalizadas presente en la zona es el pasto saboya (*Holcus Lanatus*), especie nativa de apreciable valor nutritivo y adaptación, caracterizada por su fácil establecimiento, forma de propagación y gran palatabilidad para las especies pecuarias. Sin embargo, el manejo deficiente y desconocimiento de sus características agronómicas, ha limitado potencializar la productividad de este.

Con el estudio de los factores que intervienen en el óptimo desarrollo, productividad y calidad, es posible lograr mejores rendimientos e incrementar su valor nutricional, con el fin de establecer un modelo de producción sostenible, donde se manifieste una reducción de costos y un trabajo armónico con el entorno.

Bajo las anteriores consideraciones, se observó la importancia de determinar el efecto de las condiciones edáficas, climáticas y biológicas del suelo que intervienen en la productividad y calidad del pasto saboya (*Holcus Lanatus*), bajo condiciones de no intervención, para establecer modelos de manejo racional de esta especie que puedan ser aplicados por el productor.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En el Departamento de Nariño, principalmente en el municipio de Ipiales, la mayor parte de los productores basan sus esquemas de alimentación en especies forrajeras genéticamente mejoradas, cuyos requerimientos de agua, preparación de tierras y uso de insumos, hacen de este tipo de producción, una actividad difícil y costosa.

Por tal razón, es conveniente realizar el estudio de forrajes nativos de adecuado valor nutritivo y adaptación a nuestro medio, que son productivos, pero la falta de información ha limitado potencializar su productividad y establecimiento. En Nariño, una de las variedades endémicas utilizadas ancestralmente en la alimentación de los animales es el pasto saboya (*Holcus Lanatus*), que se caracteriza por su fácil establecimiento y gran palatabilidad para las especies pecuarias. Sin embargo, la información acerca de los factores que afectan su desarrollo y calidad nutritiva es incipiente.

Con esta investigación es posible aportar los elementos necesarios para la construcción de un modelo de producción sostenible, donde el pasto saboya pueda utilizarse como alimento base en la dieta de los animales herbívoros.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El pasto saboya (*Holcus lanatus*) es un forraje nativo, adaptado a nuestro medio, que crece en diversos tipos de suelo y cuyo forraje producido es de buena calidad. Sin embargo, es escasa la información, sobre esta variedad forrajera por lo que se desconocen las condiciones apropiadas para su establecimiento y manejo.

En consecuencia, se ve la necesidad de buscar información relacionada con los factores que condicionan el crecimiento de esta especie forrajera, planteándose así la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los factores edafoclimáticos que intervienen en la producción y calidad nutritiva del pasto saboya (*Holcus lanatus*) bajo condiciones de no intervención a una altura comprendida entre 2800-3049 msnm?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los factores edafoclimáticos que influyen en la producción y calidad del pasto saboya (*Holcus lanatus*) en condiciones de no intervención, en la zona Andina de Nariño a una altura comprendida entre 2800-3049 msnm.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa, luminosidad, precipitación, altitud) que afectan la producción y calidad nutritiva del pasto saboya (*Holcus lanatus*), en las localidades del municipio de Ipiales.
- Establecer los factores físicos del suelo (textura, penetrabilidad, y capacidad de campo que afectan la producción y calidad del pasto Saboya (*Holcus lanatus*) en las tres zonas de estudio.
- Determinar las variables químicas del suelo (pH, CIC, MO, N, P, Mg, Ca y S) que intervienen en la productividad y calidad del pasto Saboya (*Holcus lanatus*) en las tres áreas escogidas para realizar el trabajo.
- Determinar la calidad nutritiva del pasto saboya (*Holcus lanatus*) de los tres sitios identificados para el desarrollo del proyecto.
- Caracterizar algunos indicadores biológicos del suelo (macro fauna), condicionantes de la producción y calidad del pasto saboya.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DEL PASTO SABOYA (*Holcus lanatus*)

4.1.1 Clasificación botánica. Según el laboratorio de La Universidad de Nariño, la clasificación botánica para esta especie es la siguiente:

Reino:	Plantae
Phylum división:	Spermatophyta
Clase/Grupo:	Monocotyledoneae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	Holcus
Especie:	Lanatus
Nombre común:	Falsa Poa, saboya*

4.1.2 Descripción.

Para Jean Duthil:

Es una gramínea vivaz, precoz, que se lignifica bastante pronto, poco productiva, característica de los medios húmedos y pobres. Presenta como características distintivas: prefloración arrollada, lígula corta y vellos, desprovistos de aurículas. Tanto el limbo como la vaina están totalmente cubiertos de un vello corto y apretado que le confiere un aspecto lanoso. La base del tallo posee estrías de color violeta¹.

Menéndez argumenta:

Es una planta perenne ligeramente pelosa tanto en nudos como entre nudos, con tallos de entre 20 -100 cm erectos o ascendentes, hojas planas de 3-10mm de ancho, con una lígula de 1-4mm. Las flores se reúnen en una panícula de 3-20 por 1 a 8 cm, de bastante laxa o muy densa y de color blanquecino o púrpura oscuro².

Bernal afirma: “Es una planta de tamaño medio, denso y suavemente melenudo, con vástagos que miden de 20 a 80 cm de alto., inflorescencia en panícula densa o separada de color variable blanquecino a rojizo, larga espiguilla de doble flor, flor inferior fértil, superior solamente masculina”³.

* ENTREVISTA con Onaldo Desiderio Guerrero, Asistente Laboratorio de Biología. Herbario. Universidad De Nariño. Pasto, 20 agosto de 2007.

¹ DUTHIL, Jean. Producción de forrajes. 3ª Ed. Madrid: Mundi prensa, 1980. p. 37.

² MENENDEZ, J. Pastizales xerofitos y prados, [en línea]. ASTURNATURA.COM. (última actualización junio-2007). Disponible en Internet: <URL: <http://www.asturnatura.com>. .

³ MENENDEZ, J. Op.cit. : <URL: <http://www.asturnatura.com>>.

4.1.3 Distribución. Menéndez manifiesta: “El pasto saboya crece en toda Europa excepto el noreste y el extremo norte, donde su aparición es casual”⁴.

4.1.4 Adaptación. Según Bernal: “Fue introducido de Europa, se adapta a alturas comprendidas entre 2500 y 3200 msnm. Crece espontáneamente en las praderas naturales a lo largo de carreteras y canales, generalmente en mezcla con pasto oloroso. Produce en los suelos pobres, ácidos y ricos en materia orgánica. Crece desde los suelos francos y pesados hasta los arenosos, en condiciones secas y húmedas”⁵.

Así mismo Burbano y Viveros comentan: “Es una especie perenne que se adapta bien a alturas comprendidas entre 2500-3200 msnm, crece espontáneamente en las praderas naturales, en una amplia variedad de suelos y se produce muy bien en suelos ácidos, de baja fertilidad y ricos en materia orgánica. Es una excelente especie para las condiciones de páramo”⁶.

4.1.5 Uso. Para Bernal: “Se utiliza en pastoreo principalmente, en zonas de más de 2800 m de altura y sin riego. Además es una especie muy utilizada para producción de leche y para pastoreo con ovinos. Es de gran valor para la conservación de suelos pendientes y erodables. Mezclada con tréboles produce un forraje de muy buena calidad”⁷.

De acuerdo a Burbano y Viveros: “El forraje es de buena calidad y es una especie de gran valor para la conservación de suelos pendientes y erodables. El crecimiento de las variedades nativas es lento y la producción de forraje es baja; crece mejor en los periodos de invierno, pero el crecimiento puede ser continuo por encima de 3000 m”⁸.

4.1.6 Siembra. Para Pearson⁹, se propaga por medio de semilla, y mediante cortes regulares para la elaboración de heno se fortalece la planta.

4.1.7 Manejo. Para Bernal¹⁰, se puede pastorear en forma continua, pero el pasto disponible no es siempre abundante. En mezcla con tréboles se debe pastorear en rotación. No se debe dejar madurar, pues las variedades nativas producen gran cantidad de tallos florales que no son consumidos por el ganado y se pierde mucho forraje por pisoteo.

⁴ MENENDEZ, J. Op.cit. :<URL:<http://www.asturnatura.com>>.

⁵ BERNAL, J. Op. cit., p. 548.

⁶ BURBANO, H y VIVEROS MI. Curso sobre “Fertilidad e interpretación de análisis de suelos”. Pasto-Colombia: Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo Regional Nariño, 1988.p.174.

⁷ BERNAL, Op.cit., p. 549.

⁸ BURBANO, H y VIVEROS M, Op.cit., p.174.

⁹ PEARSON, Hugues. Explotación de pastos. Manuales de técnica agropecuaria. España: Acibia, 1979. p. 16.

¹⁰ BERNAL, Op.cit., p. 550.

4.1.8 Aptitudes. Según Duthil¹¹, es una gramínea vivaz, precoz, pero que al mismo tiempo se lignifica bastante pronto y por esta razón es poco productivo, característico de medios húmedos y pobres.

Berlijn refiriéndose al pasto Saboya: “Es una especie perenne, alta de clima templado. Crece en diversos tipos de suelo y bajo condiciones secas o húmedas, particularmente cuando el suelo es ácido”¹².

4.1.9 Producción de forraje. Bernal sostiene: “El crecimiento de las variedades nativas y la producción de forraje son bajos; el crecimiento ocurre principalmente en el invierno y puede ser continuo por encima de 3000 m. Además de su gran adaptación, rusticidad, el forraje producido es de muy buena calidad y parece como una de las especies más promisorias para mejorar la producción y productividad de los páramos”¹³.

4.1.10 Calidad del forraje. Duthil¹⁴ asegura, en pre floración el pasto Saboya contiene mayor cantidad de azúcares solubles, mientras que su riqueza en nitrógeno no ha tenido tiempo de disminuir. En este estado el pasto es lo suficientemente equilibrado para satisfacer los requerimientos del ganado.

Para el pasto saboya Delgado¹⁵, da la siguiente composición química expresada en base seca proteína 8%, grasa 2.4%, ELN 38.9%, cenizas 7%.

4.2 FACTORES CLIMÁTICOS

4.2.1 Temperatura. Para Lascano y Spain¹⁶, en especies forrajeras sensibles a la temperatura baja, los efectos negativos en el crecimiento ocurren entre 0 y 15°C, esto se traduce en marchitamiento, reducción del crecimiento, fallas en la germinación de la semilla y en la reproducción y muerte de los tejidos, reducción de la conductividad hidráulica de las raíces que ocasionan severo estrés hídrico en las plantas.

Bjorkman citado por Lascano y Spain afirma: “A nivel celular, las altas temperaturas inhiben tanto la síntesis de RNA como la fotosíntesis, a causa de la inactivación de varias enzimas que actúan en la fijación del carbono”¹⁷.

¹¹ DUTHIL, Jean, Op.cit., p. 38.

¹² BERLINJ, Johan. Pastizales naturales. Barcelona: Trillas, 1998. p. 18.

¹³ BERNAL, J, Op.cit., p. 548

¹⁴ DUTHIL, Op.cit., p. 37

¹⁵ DELGADO, A. Pastos y forrajes. Colombia: universidad de Nariño, 1966. p. 70

¹⁶ LASCANO Y SPAIN. Establecimiento y Renovación de Pasturas, Cali: CIAT, 1997. p.115.

¹⁷ Ibíd. , p. 117.

De acuerdo a Bernal:

La temperatura afecta el crecimiento y metabolismo de los pastos. Las fructosas, que constituyen los mayores carbohidratos de reserva de los pastos de la zona templada, disminuyen notablemente cuando las temperaturas son muy altas. Otros cambios químicos frecuentes en la raíz y parte aérea por las altas temperaturas son la rápida pérdida de sucrosa, aumento en el porcentaje de celulosa, lignina y pentosanas y mayor porcentaje de nitrógeno total y de nitrógeno soluble¹⁸.

4.2.2 Luminosidad. Duarte y Riveros aseguran que:

“La productividad de un cultivo, y en consecuencia su demanda nutricional, suele estar ligada con los ciclos de intensidad lumínica. Esto se demuestra en el cultivo de arroz-riego, donde se obtuvieron mayores rendimientos y mejor respuesta a la fertilización nitrogenada con las siembras en la época de verano, con mayor intensidad lumínica, que en la época de invierno”¹⁹.

Guerrero menciona: “Los cultivos de ciclo corto, sembrados durante la época de baja intensidad lumínica van a requerir dosificaciones de nutrientes inferiores a aquellos cuyo ciclo productivo toma lugar en la época de mayor luminosidad”²⁰.

Según Hardy: “La luz ejerce efectos en los procesos fisiológicos de las plantas verdes, siendo los seis primeros referentes a intensidad de luz y el último a la duración de la luz: transpiración, crecimiento de hojas, fotosíntesis, síntesis de clorofila, actividad de los estomas, formación de pigmentos y fotoperiodo”²¹.

4.2.3 Precipitación. Para Lascano y Spain: “La cantidad, frecuencia e intensidad de precipitación pluvial son cruciales en la distribución de las plantas sobre la tierra. La importancia ecológica del agua deriva del efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que actúa en ellas como contribuyente, solvente, reaccionante, responsable del turgor celular y reguladora de su temperatura”²².

Bernal²³, afirma que el agua es necesaria para mantener la turgencia de los tejidos de las plantas, además de ser el medio para las reacciones bioquímicas,

¹⁸ BERNAL, J, Op.cit., p. 19.

¹⁹ DUARTE, M Y RIVEROS, G. Efecto de las aplicaciones de nitrógeno y las densidades de población sobre el desarrollo y rendimiento de arroz. Ecuador: Suelos Ecuatoriales, 1987. p.82-88.

²⁰ GUERRERO, Ricardo. Fundamentos Técnicos para la fertilización de cultivos. En: SILVA, Francisco. Fertilidad de suelos diagnóstico y control. Bogota: S.C.C.S, 1994. p.254.

²¹ HARDY, Frederick. Edafología tropical. 1ª ed. México: Santillanas., 1970. p. 55.

²² LASCANO Y SPAIN, Op.cit, p. 104-105.

²³ BERNAL, J, Op.cit., p. 24.

absorción de nutrientes y translocación de sustancias orgánicas e inorgánicas dentro de las plantas.

4.2.4 Altitud. Para Amezquita²⁴, el pasto saboya crece espontáneo entre 2000-3000 msnm, encontrándose mejor adaptado en altitudes comprendidas entre 2500-3000 msnm, debido a su crecimiento continuo por la retención de agua que presenta la zona y la disponibilidad de materia orgánica que favorecen el crecimiento de esta especie forrajera.

4.2.5 Humedad Relativa. Según Lascano y Spain: “Cuando la humedad es una limitante, la tasa de transporte de agua hacia la semilla depende del potencial hídrico. Si el potencial hídrico del suelo es mayor que el de la semilla el acceso del agua a la semilla proseguirá a una tasa controlada por el contacto semilla-suelo”²⁵.

4.3 FACTORES EDÁFICOS

4.3.1 Factores físicos

4.3.1.1 Textura. Según Baver citado por Riascos y Sánchez : “Un suelo de textura gruesa tiene baja capacidad de retención de agua, mientras que los de textura fina poseen alta capacidad de retención de agua, así como mayor capacidad de intercambio catiónico y porosidad total y de aireación, permitiendo que el cultivo tenga mayor disponibilidad de nutrientes y por lo tanto mayores rendimientos”²⁶.

4.3.1.2 Penetrabilidad. Gavande reporta: “Las raíces penetran más fácilmente y con mayor rapidez en los suelos compuestos de agregados estables de unos 2-6 mm de diámetro que en el mismo suelo molido finamente. Por lo general, ello va acompañado de un crecimiento vegetativo más rápido de toda la planta, lo cual da por resultado mayores rendimientos”²⁷.

El mismo autor sostiene, la compactación del suelo puede tener efectos adversos en las plantas que crecen en el, de estas dos maneras: a) por aumento en el impedimento mecánico al crecimiento de las raíces y b) por alterar la extensión y configuración del espacio poroso²⁸.

²⁴ AMEZQUITA, Edgar. Las propiedades físicas y el manejo productivo de los suelos. En: SILVA, Francisco. Fertilidad de suelos diagnóstico y control. Bogotá: S.C.C.S, 1994. p. 58.

²⁵ LASCANO Y SPAIN, Op.cit., p. 156-157.

²⁶ RIASCOS, A Y SANCHEZ, G. Efectos de algunos efectos de manejo de cultivos sobre algunas propiedades físicas y químicas en el Municipio de Córdoba. Departamento. Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1989. p. 33.

²⁷ GAVANDE, S.A. Física de suelos, principios y aplicaciones. México: Limusa, 1986. p. 82.

²⁸ *Ibíd.*, p. 83.

Tabla 1. Rangos de resistencia a la penetración

Mpa	Interpretación
0 – 1.5	Ninguna
1.5– 2.5	Leve
2.5 – 3.5	Media
3.5 – 4.5	Alta
>4.5	extrema

Fuente: (Montenegro, H. 1973)

Burbano y Viveros argumentan que:

La resistencia de un suelo a la penetración es una medida cuyo uso tiene un buen porvenir por ser la medida que representa la resistencia mecánica que experimenta una raíz. Las observaciones en el campo siempre han dejado ver que la compactación del suelo restringe el crecimiento de las raíces y por lo tanto el de la planta generando pérdidas en la producción²⁹.

4.3.1.3 Infiltración. Según Burbano y Viveros: “Es la propiedad que tiene un suelo de absorber agua a través de sus poros por lo tanto, no es un valor que dependa de varios factores, lo mismo que su medida. Entre estos se puede mencionar el tiempo, las condiciones químicas y físicas del suelo, capa vegetal, la naturaleza del perfil, el contenido de humedad y la distribución de esa agua en su perfil, altura del nivel freático”³⁰.

Tabla 2. Clasificación de la velocidad de Infiltración

Velocidad de infiltración cm/hora	Interpretación
<0.1	Muy lenta
0.1-0.5	Lenta
0.5-2.0	Moderadamente lenta
2.0-6.3	moderada
6.3-12.7	moderadamente rápida
12.7-25.4	rápida
>25.4	muy rápida

Fuente: Montenegro, H. 1990

²⁹ BURBANO, H y VIVEROS, M. Op.cit., p. 99.

³⁰ *Ibíd.*, p. 88

4.3.2 Factores Químicos

4.3.2.1 pH. Guerrero afirma: “En los suelos ácidos, la eficiencia de los nutrientes es relativamente pobre, principalmente por que el sistema radicular no se desarrolla adecuadamente y también estos suelos tienen baja CIC y, en consecuencia limitada capacidad de almacenamiento de nutrientes y altas probabilidades de pérdida por lixiviación”³¹.

Lancelloti expresa:” La reacción del suelo puede influenciar indirectamente en el crecimiento de las plantas a través de su efecto en la disponibilidad de nutrientes para los cultivos. Las deficiencias de micro nutrientes tales como: hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn) y cobre (Cu) son frecuentes en suelos alcalinos”³².

4.3.2.2 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Según Mila :”El primer fenómeno biológico importante es la fotosíntesis, el segundo vital para el desarrollo vegetal, especialmente en las pasturas es la CIC del suelo que se constituye para la planta en: (1) Reserva inmediata de nutrientes; (2) la producción vegetal depende de los nutrimentos cambiables que pasan a la solución del suelo y alimentan la planta (3); la CIC controla pérdidas de nutrientes por lavado debido a la fuerza de retención de las arcillas”³³.

Tabla 3. Estimativo conceptual de la CIC en los suelos

Categoría	Interpretación
Baja	Menor que 10 meq/100g
Media	10 – 20 meq/100g
Alta	Mayor que 20 meq/100g.

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario 1992.

Burbano y Viveros³⁴, el canje de cationes en los suelos tiene importancia en un gran número de sus características: estructura, actividad microbiana, régimen hídrico y gaseoso, procesos genéticos y en la nutrición vegetal.

³¹ GUERREO, R. Op. cit., p. 261

³² LANCELOTI, A. Investigación de recursos naturales [en línea]. AGRICULTURA TECNICA (Chile).2007 (Citado Abril-Junio 2007). Disponible en Internet :<_URL:<http://www.Scielo.cl/scielophp?script=csi>.

³³ MILA, P. Suelos pastos y forrajes, Facultad ciencias Agrarias. Bogotá: Unisur, 2001.p. 32.

³⁴ BURBANO, Hernán y VIVEROS Miguel, Op.cit., p. 10.

4.3.2.3 Materia Orgánica. Nigoul, sostiene: "La materia orgánica contribuye al crecimiento vegetal mediante sus efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ya que: sirve como fuente de N y P para el desarrollo vegetal, afecta la actividad de organismos de macro fauna y micro fauna, promueve una buena estructura del suelo, aireación, retención de humedad e incremento de la capacidad amortiguadora y de intercambio de los suelos"³⁵.

Así mismo Fajardo menciona:

Los beneficios obtenidos con la materia orgánica se pueden resumir:
Mejora y estabiliza la estructura
Aumenta la capacidad de retención de agua
Aumenta la CIC
Mejora las condiciones para el crecimiento microbiano
Sirve como reservorio de nutrientes para la planta
Disminuye la toxicidad de aluminio
Mejora la capa de cultivo
Absorbe y desactiva pesticidas orgánicos³⁶.

4.3.2.4 Nitrógeno (N). Según Clavijo:

La disponibilidad de N para las plantas depende de la actividad microbológica. Tal actividad es mayor con un pH cercano a la neutralidad, al menos en lo que respecta a nitrificación y fijación biológica. Por lo tanto, la mayor disponibilidad de N se dará con un pH alrededor a 7, donde las bacterias puedan desarrollarse bien.³⁷

Fitz Patrick afirma: "La abundancia de nitrógeno se traduce en un crecimiento suculento y de color verde, en tanto que la deficiencia provoca pérdida de color, reducción en la producción de proteínas, amarillamiento gradual y atrofia"³⁸.

Al respecto García comenta: "El N es necesario para la síntesis de la clorofila, por tanto tiene un papel importante en la fotosíntesis. La falta de N y clorofila significa que las plantas no aprovecharán la luz solar como fuente de energía para llevar a cabo las funciones esenciales como la absorción de nutrientes. El N también es componente de las vitaminas y sistemas de energía de las plantas"³⁹.

³⁵ NIGOUL, Martín. Lombricultura [en línea]. Manual De Lombricultura (Argentina) 2006. Disponible en Internet: < [URL:http://www. Manual de Lombricultura.Com](http://www.ManualdeLombricultura.Com)>

³⁶ FAJARDO, Guerrero. Evaluación preliminar de algunas variables edafoclimáticos y productivas del sistema agroforestal con Quillotocto (Tecota stans) (L) H.B.K, Acacia amarilla, (Acacia decurrens) Hill y Kik, (pennisetum clandestinum Hochst) en Botana. Pasto-Nariño. 2005. p. 129.

³⁷ CLAVIJO, Jairo. Metabolismo de los nutrientes en las plantas. En: SILVA, Francisco. Fertilidad de suelos diagnostico y control. Bogotá: S.C.C.S, 1994.p. 32

³⁸ FITZ, Patrick. Introducción a la ciencia de los suelos. México: Trillas, 1996. p. 158.

4.3.2.5 Fósforo (P). Por su parte Mila anota:

El fósforo desempeña un importante papel metabólico en la respiración y fotosíntesis, en el almacenamiento y transferencia de energía (NAD, NADP Y ATP) y en la división y crecimiento celular de las pasturas. El P se acumula en partes de la planta en crecimiento y en las semillas; es determinante para el desarrollo de las raíces y de los tejidos meristemáticos, por lo cual es importante durante el desarrollo vegetativo de los pastos⁴⁰.

4.3.2.6 Calcio (Ca). Según Mila: “Estimula el desarrollo de raíces y hojas, hace activar la amonificación y la oxidación del azufre; la nitrificación también exige la presencia de Ca, sin este el proceso sería lento o casi nulo”⁴¹.

Clavijo argumenta: “La ausencia de un suministro adecuado de Ca afecta el crecimiento de órganos y tejidos. La influencia que el Ca ejerce sobre el alargamiento celular puede inhibir el crecimiento de las raíces debido a que no hay incorporación de materiales a las paredes celulares”⁴²

4.3.2.7 Magnesio (Mg). Clavijo⁴³, El Mg hace parte de la clorofila, activa varios sistemas enzimáticos en las rutas metabólicas de la planta involucrando la respiración, fotosíntesis y transformación de lípidos.

4.3.2.8 Azufre (S). Mila comenta: “El azufre es básico para la síntesis de aminoácidos y proteínas, participa en la formación de grasas, aceites, carbohidratos, vitaminas. Hace parte de la clorofila, interviene en las reacciones sobre la utilización de P en el desarrollo de semillas. La deficiencia ocasiona formación de tallos cortos, delgados y leñosos, de tal manera que se restringe el crecimiento de la planta, los frutos no llegan a su completa madurez y quedan verdes”⁴⁴

4.3.3 FACTORES BIOLÓGICOS

Mendoza explica:

El principal efecto de las lombrices es su actividad minadora y la mezcla que provocan entre los restos vegetales, el material mineral y los microorganismos. Todo ello conduce a la formación de un humus muy rico en humatos cálcicos que generan una estructura migajosa muy estable. Ello lleva

³⁹ GARCIA, B. Características químicas y la fertilidad de los suelos con énfasis en el departamento de Nariño. CORPOICA. Pasto, Obonuco, 2000.p. 11.

⁴⁰ MILA, P. A. Op., cit p. 22.

⁴¹ Ibíd. , p. 68

⁴² CLAVIJO, Op., cit., p. 21.

⁴³ Ibíd., p. 27.

⁴⁴ MILA, P. A. Op., cit p. 23.

consigo una mejora en la aireación del suelo y en la permeabilidad superficial, lo que favorece la infiltración del agua y su retención por las capas profundas del suelo, con la consiguiente mejora en la eficacia de la lluvia⁴⁵.

Vargas asegura:

El proceso de descomposición está causado por la acción de la macro fauna y meso fauna del suelo. Estos organismos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos que constituyen la materia viva, reduciéndola a formas más simples que las plantas pueden usar como alimento. Un ejemplo típico de acción de las bacterias es la formación de amoníaco a partir de proteínas animales y vegetales⁴⁶.

Cepeda citado por Muñoz: “Existen efectos en la estructura y la fertilidad del suelo causadas por la macro fauna; la mayoría de los componentes de la macro fauna mejoran el suelo, en especial en lo que respecta a la movilización de nutrientes, a través de enzimas, y el mejoramiento de la estructura a través de la activación de la micro vida”⁴⁷.

Para De la Salas, citado por Rodríguez afirma que: “La densidad y composición de los organismos del suelo, macrofauna, y microflora depende de factores edáficos como la humedad, la temperatura, la aireación, la acidez y el estado nutricional. Estos factores influyen decididamente en la distribución espacial de los mismos”⁴⁸.

⁴⁵ MENDOZA, J. Edafología. Ciencias Ambientales. Fauna del suelo, lombricidas y anélidos [en línea] Argentina 2006. Unex.es Disponible en internet. <<http://www.unex.es/edafo/.htm>>.

⁴⁶ VARGAS, Ricaurte. Pastos y forrajes. Bogotá: Acribia, 1987. p. 71.

⁴⁷ MUÑOZ, G y MUÑOZ, P. Efecto de las coberturas sobre algunas características biológicas de los suelos del trayecto Pasto-Sandoná. Pasto. Universidad de Nariño, 1997.p. 71.

⁴⁸ RODRÍGUEZ, Claudia. Caracterización físico, químico del suelo en tres coberturas vegetales y su relación con la macro fauna del suelo en la vereda la josefina. Municipio de pasto, Nariño. Tesis Ing. Agroforestal. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2005. p. 27.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo en las localidades de los Marcos, San Luís y Santa Bárbara del Municipio de Ipiales, que corresponde a la región central del altiplano nariñense, con altitudes entre 2000- 3200 msnm; precipitación anual de 500-1100mm, promedio mensual de temperatura de 11-12°C, humedad relativa de 81-84%.

Tabla 4. Caracterización zonas de estudio

Localidades	Características
Vereda Los Marcos	Altura de 2850 m.s.n.m. Temperatura media de 10.8°C. Precipitación anual de 917.7 mm. Humedad relativa de 84%
Corregimiento San Luís	Altitud de 2911 msnm Temperatura de 10°C Precipitación de 500 a 1000 mm anuales. Humedad relativa 82.5 %
Vereda Santa Bárbara	Altura de 3040 msnm Temperatura promedio de 10°C Precipitaciones de 500 a 1000 mm anuales. Humedad relativa 83%

Fuente:(Cabrera Álvaro. 2007)

5.2 MATERIALES E INSUMOS

Para la toma de las diferentes muestras, tanto ambientales como edafológicas, se emplearon los siguientes equipos:

Termómetro
Luxómetro
Higrómetro
Picnómetro

Penetrómetro
Altímetro
Saca bocado
Bolsas plásticas para muestras de suelo
Bolsas de papel para muestra de pasto
Cuadrante de un metro cuadrado
Picas
Palas
Balde
Herramienta para corte (cuchillo, machete)
Metro
Juego de cilindros o infiltrómetros

5.3 VARIABLES EVALUADAS

5.3.1 Producción de forraje verde. Para la medición de esta variable tuvo en cuenta criterios como: buen estado del pasto, que presente coloración verde oscura y cuya floración este en capuchón, con el fin de asegurar su óptimo valor nutritivo donde no haya sido intervenido por el hombre, luego se realizó un corte del pasto, en cada una de las zonas para determinar la producción de forraje verde. La producción de Biomasa seca se determinó, mediante la metodología propuesta por Apráez⁴⁹. Para establecer el periodo de recuperación del forraje se realizó un primer corte, antes de floración.

5.3.2 Variables edáficas. Se tomaron 9 muestras de suelo, con 3 sub muestras en cada una de las localidades. Las muestras se tomaron siguiendo el protocolo de Cortés, F, y Viveros, M⁵⁰.

A continuación se describen los indicadores y métodos utilizados en su determinación:

5.3.3 Variables físicas:

- Textura: método del hidrómetro de Boyoucos.
- Densidad aparente: método de la probeta
- Densidad real: picnómetro.
- Capacidad de campo: Método de columna de Chapingo. Se realizó su cálculo en el laboratorio de suelos de la universidad.

⁴⁹ APRAEZ, Edmundo. Análisis químico de los alimentos. Pasto, Colombia: Editorial Universitaria. Universidad de Nariño, 1994. p.167.

⁵⁰ CORTÉS, F, Y VIVEROS, M. Manual de toma de suelos, 1977.

- Porosidad total: esta característica se determina con base en las densidades real y aparente:

$$P (\%) = 100(1 - D_a/D_r)$$

Donde:

P (%) = Porosidad total

D_a= Densidad aparente

D_r= Densidad real

- Penetrabilidad se determinó con el penetrómetro.
- Infiltración determinada a través del método de los cilindros concéntricos de acuerdo a los procedimientos descritos en el manual Métodos Analíticos de laboratorio de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Edición Quintana. Bogotá, 1990. p. 502.

5.3.4 Variables químicas:

- pH: método potenciométrico, relación suelo: agua, 1:1
- CIC: determinación por acetato de amonio 1N a PH: 7
- Fósforo disponible: determinación por método de Bray y Kurtz, #2, extracción con NH₃, F y HCL y determinación calorimétrica.
- Materia orgánica: determinación por método de Walkey y Black. Oxidación con dicromato de potasio y determinación calorimétrica.
- Potasio de cambio, Mg, Ca: determinación por extracción de acetato de aluminio 1Normal, a ph 7 y determinación por absorción atómica.
- Azufre: extracción con fosfato de Ca, monobásico y determinación por turbidimétrica.
- Boro: determinación por método de agua caliente y determinación calorimétrica.
- Hierro y Zinc: extracción con DTPA (dietilen- triamino- pentaacético sódico) solución de Lind Sayd y Norvell y determinación por absorción atómica.

Las variables químicas y físicas se determinarán en el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño; siguiendo la metodología reportada por Alberto E. Unigarro Sánchez y María del Rosario Carreño; 2005⁵¹.

5.3.5 Variables bromatológicas. Las diferentes muestras de pasto, se analizaron en los laboratorios de nutrición animal de la Universidad de Nariño, siguiendo las técnicas reportadas por Apráez⁵².

⁵¹ UNIGARRO Y CARREÑO. Métodos químicos para el análisis de suelos. Universidad de Nariño.2005.

⁵² APRAEZ, Edmundo, Op. Cit., p.167.

- Materia seca: la valoración nutricional se realizará mediante análisis proximal o Wendee.
- Nitrógeno total; Kjeldahl.
- Proteína verdadera, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina por Van Soest, Minerales: Ca, P, Mg y S, de acuerdo a los procedimientos descritos por AOAC (Asociation Official Chemists) 1995.
- El porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT) se determinó aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{NDT} = \frac{(0,0504(\% \text{PC}) + 0,077(\% \text{EE}) + 0,02(\% \text{FC}) + 0,011(\% \text{ENN}) + 0,000377(\text{ENN})^2 - 0,152)}{4,38} * 100$$

NDT: Nutrientes digestibles totales

FC: Fibra Cruda

PC: Proteína cruda

ENN: Extracto no nitrogenado

EE: Extracto etéreo

5.3.6 Variables climáticas. Temperatura, humedad relativa y precipitación, se tomarán de los reportados por el IDEAM periodo comprendido entre 2002 y 2008. La altitud y luminosidad se tomarán por equipos de la Universidad de Nariño, como: luxómetro y altímetro.

5.3.7 Variables biológicas. La caracterización biológica se realizó siguiendo la metodología propuesta por UNIGARRO, A, Estimación de la población de macro invertebrados en el suelo (distribución vertical), 2006 en lo referente a fauna de los suelos.

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos registrados de acuerdo con los descriptores se separaron en variables cuantitativas y cualitativas. Las variables cuantitativas se procesaron mediante el análisis de componentes principales (ACP); y las variables cualitativas se analizaron aplicando el modelo de correspondencia múltiple. El proceso se hizo mediante la utilización de software SPSS 15 y SAS versión 6.

Para el ACP se tomaron las variables que tuvieron un coeficiente de variación (CV) mayor del 20%. De igual manera, se realizó un análisis de correlación de Pearson, con del fin de eliminar variables que están altamente correlacionadas, dejando para el ACP tan solo una de ellas .Anexo A.

Las variables cuantitativas eliminadas antes del análisis por su baja variabilidad y por estar altamente correlacionadas, fueron: luminosidad temperatura, densidad real, densidad aparente, porosidad, , nitrógeno total del suelo, carbono orgánico, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda, proteína cruda, proteína verdadera, NDT, extracto no nitrógeno, FDA, FDN, lignina, celulosa, hemicelulosa, calcio, fósforo, magnesio, azufre, nitrógeno total de la planta.

Posteriormente se realizó el agrupamiento de variables a través de la formación de clúster o conglomerados. Se determinaron las variables que formaban los grupos y las características por las que estas se agruparon en cada conglomerado.

Los datos obtenidos para las variables cualitativas, no fueron objeto del análisis por componentes principales, por ser variables que no tienen una distribución normal y por su naturaleza son difíciles de normalizar. En este caso se procedió directamente a realizar un análisis de correspondencia múltiple para características como textura, macrofauna y una relación de densidad de organismos en las zonas de estudio.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 VARIABLES AGRONÓMICAS

Cabe anotar que debido a que tan sólo se tomaron muestras en lugares donde el pasto presentó excelente estado de desarrollo, por lo general, las zonas de estudio mostraron características similares, convirtiendo a las variables productivas y bromatológicas en un grupo homogéneo, que no presentaron diferencias significativas.

Como se indica en la Tabla 6 los datos para producción de biomasa, en las zonas de muestreo fueron: Santa bárbara y los marcos con 12 tFV/ha y San Luís 15 tFV/ha respectivamente. Este comportamiento productivo fue similar al reportado por Cárdenas⁵³, quien obtuvo rendimientos en condiciones naturales para falsa poa de 10 a 15 tFV/ha.

Así mismo Medina⁵⁴, encontró producciones para el pasto saboya de 12-15tFV/ha, que bajo manejo técnico pueden llegar a mantener vacas de 12-15 litros.

Esta producción probablemente se debió a la reserva y disponibilidad de nutrientes presentes en los suelos de esta zona, como se observa en la Tabla 7.

En cuanto al periodo de recuperación no presentó diferencia significativa entre localidades y en el transcurso de cada corte realizado, mostrando para la zona de Santa bárbara un periodo de recuperación de 38 días, para Los Marcos de 41días y San Luís de 40días.

Los valores encontrados en esta investigación se encuentran dentro de los rangos reportados por Laredo⁵⁵, quien encontró intervalos de 30-45 días en prefloración.

Las áreas de muestreo presentaron variaciones muy estrechas en cuanto a condiciones climáticas, obteniendo un rango de temperatura de 10°C-10.3°C, precipitación de 890-925 mm/anual, luminosidad de 22-29 Klux y 83% humedad relativa (Tabla 5).

⁵³ CARDENAS, A. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. Universidad Nacional de Colombia: Bogotá. 2001. p. 8

⁵⁴ MEDINA, H. Cátedra recursos forrajeros. Universidad de Nariño. Pasto: Colombia. 2004. p.25.

⁵⁵ LAREDO. En: BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales. 4ª ed. Bogotá: Ángel agro-ideagro,2003.p.550

En este sentido Bear⁵⁶, afirma que ciertas gramíneas se desarrollan mejor en climas fríos, si bien esto pudo deberse a la mayor abundancia de agua disponible en dichas condiciones como la influencia directa de la temperatura, humedad relativa y la altura.

La mayor producción de biomasa se obtuvo en la zona de San Luís con 15 tFV/ha y una precipitación de 890mm/año. Esta situación se debió posiblemente a que la caída de lluvia fue regularmente distribuida, permitiendo una mejor retención de humedad y favoreciendo las reacciones bioquímicas y absorción de nutrientes.

Al respecto Pírela sostiene: “El volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y calidad de los pastos, debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan los procesos biológicos.”⁵⁷

García, citado por Torres, manifiesta: “La lluvia disuelve ciertos elementos minerales que pueden ser absorbidos por la planta”⁵⁸. Del mismo modo, Crespo sostienen:” Las condiciones climáticas como precipitación y humedad relativa juegan un papel decisivo en la producción de biomasa”⁵⁹.

Por otra parte luminosidades altas presentes en las localidades de estudio, con un rango de 22 a 29 Klux, posiblemente influyeron en el incremento de biomasa al obtener producciones de 12 a 15 tFV/ha. Debido a que su importancia radica en el proceso de fotosíntesis, en donde la luz solar es transformada por la planta en energía química, necesaria para su crecimiento y desarrollo.

Sobre este tema Hardy manifiesta: “La luz ejerce efectos sobre los procesos fisiológicos de las plantas verdes, siendo los más importantes: la transpiración, el crecimiento de las hojas, la fotosíntesis, la síntesis de clorofila, la actividad de los estomas, la formación de pigmentos antociniáanos y el fotoperiodo”⁶⁰.

⁵⁶ BEAR, F. los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Barcelona: Orrega. 1969. p.63.

⁵⁷ PIRELA, M. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Bogota, 2005.p. 6.

⁵⁸ TORRES, Francisco., *et al.* Análisis de algunos parámetros climáticos del altiplano de Pasto, Nariño, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencia Agrícolas, Revista de investigaciones, 3(4),1988.p.153.

⁵⁹ CRESPO, G. Los pastos en Cuba. La Habana Cuba: Ed: Pueblo y Educación, 1998. p. 345-416.

⁶⁰ HARDY, F. Edafología tropical. 1 edición, 1999. p.55.

Tabla 5. Condiciones climáticas presentes en las zonas de estudio.

	ALTITUD msnm	T°C	HR%	PRECIPITACION mm/anual	LUMINOSIDAD Klux
SANTA BARBARA	3005	10	83	925,4	22
SAN LUIS	2964	10.3	83	891.37	25
LOS MARCOS	2963	10	83	917,7	29

*HR: Humedad relativa

T°C: Temperatura

Tabla 6. Variables productivas

<i>VARIABLES PRODUCTIVAS</i>							
<i>SITIOS</i>		<i>P.REC</i>	<i>PCC</i>	<i>P.REC</i>	<i>PCC</i>	<i>P.REC</i>	<i>PCC</i>
		<i>Días</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Días</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Días</i>	<i>Biomasa</i>
		<i>1</i>	<i>(tFV/ha)</i>	<i>2</i>	<i>(tFV/ha)</i>	<i>Promedio</i>	<i>(tFV/ha)</i>
<i>SANTA</i>	<i>SB1</i>	36	12	44	14	40	13
<i>BARBARA</i>	<i>SB2</i>	40	12	38	13	39	12,5
	<i>SB3</i>	30	12	40	10	35	11
						38	12
<i>LOS MARCOS</i>	<i>LM1</i>	36	12	38	11	37	11,5
	<i>LM2</i>	40	12	44	13,5	41	12,75
	<i>LM3</i>	44	12	44	12,8	44	12,4
						41	12
<i>SAN</i>	<i>SL1</i>	36	15	40	15	38	15
<i>LUIS</i>	<i>SL2</i>	40	15	44	16,7	42	15,85
	<i>SL3</i>	44	15	40	14	41	14,5
						40	15

*P.REC: Periodo de recuperación
PCC: Producción de biomasa

6.2. VARIABLES BROMATOLÓGICAS

El resumen de los datos obtenidos para estas variables se pueden observar en la Tabla 7 y Anexo E. Cabe anotar que la calidad del pasto Saboya (*Holcus lanatus*), se encuentra en niveles adecuados, principalmente se hizo referencia a los componentes de la pared celular (FDN, FDA, lignina) y a los contenidos proteicos,.

Respecto a los contenidos proteicos el pasto presentó un porcentaje de proteína verdadera y proteína cruda alto, debido probablemente a que las muestras de forraje se tomaron en época de prefloración, momento en el cual los contenidos de nitrógeno se mantienen en sus mayores niveles, además por adecuado contenido de nitrógeno del suelo, como se muestra en la Tabla 8.

En general se observó un rango de 12.38-14.16% y 16.56-19.08% para proteína verdadera y proteína cruda respectivamente, como se muestra en la Tabla 7, es importante resaltar que estos valores confirman un contenido importantes de NNP, dado que la cosecha se realizó a una edad temprana del pasto.

Los resultados obtenidos se asemejan a los reportado por Guerrero, Jaramillo y López⁶¹, quienes obtuvieron para esta misma gramínea un contenido proteico de 8% a 16.08%

Como se observa en la Tabla 8, los niveles medios de FDN presentaron un rango de 58.41 a 61.01%. Estos contenidos posiblemente se debieron a la edad de corte del pasto (prefloración), a la frecuencia y distribución de la precipitación pluvial, a la fertilidad del suelo, representada en los contenidos medios de MO y una buena relación entre la disponibilidad de los nutrientes presentes en el suelo (Ca, P, S).

Los resultados de esta investigación se asemejan a lo reportado por Bernal⁶², quien afirma que los componentes de la pared celular incluidos en la fracción fibra detergente neutro constituyen el 40-80 % de la pared celular de la materia seca., siendo esta mayor en pastos maduros con deficiencia de nutrientes en el suelo.

Respecto a Fibra de detergente ácida FDA con un rango de 32.36 a 34.69% y lignina 4.28 - 6.43%, fueron niveles bajos. Lo anterior permite suponer que la calidad de la fibra del pasto saboya es alta, ya que el bajo nivel especialmente de FDA se traduce en un contenido alto de Hemicelulosa carbohidrato de mayor solubilidad y fuente energética aprovechable. Estos resultados probablemente se debieron a la edad del pasto, la influencia directa de fertilidad del suelo, condiciones ambientales como estación del año y distribución uniforme de la precipitación pluvial, que estimularon la movilización y toma de nutrientes.

⁶¹ GUERRERO, JARAMILLO Y LOPEZ. Estudio de la vegetación natural de las zonas ganaderas del altiplano de Pasto. Revista de ciencias agrícolas. Pasto Colombia, 1976.p. 112.

⁶² BERNAL, Op.cit., p.89

Los porcentajes encontrados son inferiores a lo reportados por Osorio⁶³, quien encontró valores para FDA de 51.5% y lignina 6.9%.

Al respecto Cheeke afirma: “Los porcentajes de FDA generalmente dan una visión de la fracción indigerible, sin embargo, la mayor o menor digestibilidad de estos componentes depende en gran medida de las características de los enlaces donde está presente la lignina”⁶⁴.

Además, se encontró que este pasto tiene un contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) aceptable al presentar un 55.67%, que de acuerdo a lo reportado por Apráez este valor suele oscilar entre 55- 58 %. Este NDT pudo deberse a una buena reserva de nutrientes, principalmente altos contenidos de nitrógeno en los suelos (3%) que le permitió a la planta tener mejor reservas de carbohidratos solubles (Tabla 8).

Benítez, afirma: “El nitrógeno presente en el suelo puede mejorar sustancialmente los niveles energéticos del mismo por el incremento en los extractos libres de nitrógeno, que se constituyen como reservas potenciales de energía para la planta”⁶⁵.

⁶³ OSORIO, D. Cultivo de pastos y forrajes. Grupo latino: Bogotá, 2003. p. 67.

⁶⁴ CHEEKE, Peter. Alimentación y nutrición del conejo. 1ra edición. Zaragoza, España: Acribia, 1995. p. 127.

⁶⁵ BENITEZ, C. Los pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 1983. p. 676.

Tabla 7. Composición bromatológica del pasto saboya (*Holcus lanatus*).

	SANTA BARBARA				LOS MARCOS				SAN LUIS			
	SB1	SB2	SB3	PROM	LM1	LM2	LM3	PROM	SL1	SL2	SL3	PROM
Materia seca%	13,81	14,32	13,39	13,84	16,69	15,21	16,02	15,97	10,98	15,9	16,75	14,54
Ceniza%	12,21	11,59	12,37	12,06	10,76	10,93	10,32	10,67	10,33	10,76	10,93	10,67
Ext. Etéreo %	3,08	3,7	3,48	3,42	3,59	3,98	3,69	3,753	3,35	3,68	4,02	3,68
Fibra cruda%	37,83	30,67	33,23	33,91	33,29	29,87	30,49	31,22	31,69	30,82	28,84	30,45
Proteína C%	19,93	18,87	18,43	19,08	17,24	14,27	18,16	16,56	17,24	18,33	18,4	17,99
ENN%	26,96	35,18	32,49	31,54	38,09	37,05	38,51	37,88	32,49	36,74	36,52	35,25
FDN.%	61,65	62,38	58,99	61,01	60,21	59,56	58,94	59,57	61,58	57,48	56,16	58,41
FDA%	32,83	30,78	33,46	32,36	37,84	32,82	33,41	34,69	34,96	34,34	32,33	33,88
Lignina %	3,79	3,72	5,34	4,28	7,14	6,08	6,09	6,43	6,07	5,44	5,22	5,58
Celulosa%	29,04	27,06	28,12	28,07	30,7	26,74	27,32	28,25	28,9	28,9	27,11	28,30
Hemicelulosa%	28,82	31,6	25,53	28,65	22,36	26,74	25,54	24,88	26,62	23,15	23,83	24,53
Calcio %	0,27	0,22	0,23	0,24	0,20	0,18	0,18	0,187	0,17	0,15	0,32	0,21
Fosforo %	0,59	0,56	0,51	0,55	0,42	0,46	0,44	0,44	0,49	0,51	0,45	0,48
Magnesio %	0,16	0,17	0,16	0,16	0,13	0,15	0,17	0,15	0,17	0,14	0,15	0,15
Azufre %	0,25	0,24	0,20	0,23	0,20	0,19	0,18	0,19	0,22	0,20	0,21	0,21
Nitrógeno T%	3,19	3,02	2,95	3,05	2,28	2,91	2,72	2,637	2,76	2,93	2,94	2,88
Proteína V%	14,08	14,44	13,97	14,16	10,14	13,77	13,24	12,38	13,06	13,89	13,03	13,33
NDT%	55	57	55	55,67	55	57	55	55,67	55	55	57	55,67

6.3 VARIABLES EDÁFICAS

6.3.1 Química de suelos: En los suelos estudiados, se encontró en general un pH ácido, no obstante en la zona de San Luís se presentó un pH cercano a la neutralidad, como se indica en la Tabla 8. Posiblemente esta situación se debió a la heterogeneidad del suelo y al rango de altitud en el que se encontraron las zonas de muestreo; ya que al aumentar los metros sobre el nivel del mar, el pH tiende a disminuir.

Estos datos corroboran lo expuesto por Burbano: “La condición de los suelos de Nariño, que están en altitudes cercanas al páramo, presentan una ligera disminución del pH, de tal manera que el suelo tiende a acidificarse”⁶⁶.

Además estos resultados permiten mencionar que bajo la condición de acidez el pasto prospera en forma adecuada, situación que corrobora Bernal⁶⁷, al argumentar que el pasto saboya se produce bien en suelos pobres, ácidos y ricos en materia orgánica.

Para materia orgánica los resultados obtenidos, en general fueron de 5.6% a 11.5% para Santa Bárbara, Los Marcos y San Luís respectivamente; valores similares a los mencionados por Guerrero⁶⁸, quien sostiene que los porcentajes de materia orgánica en clima frío se encuentran entre 5-10%.

Estos contenidos de materia orgánica probablemente se debieron a la influencia del pH, ya que cuando el suelo presenta acidez, la materia orgánica tiende a aumentar debido a que se disminuye su descomposición por parte de los organismos del suelo.

En este sentido García reporta un comportamiento similar para la materia orgánica argumentando que: “En clima frío, se puede observar una frecuencia de valores medios de M.O, debido posiblemente a las bajas temperaturas y menor descomposición y acción de los microorganismos del suelo, acompañado en muchos casos por un pH bajo”⁶⁹.

Para capacidad de intercambio catiónico se encontraron niveles entre 17 y 29.2 meq/100g, catalogado como medio a alto según el ICA. Propiedad relacionada con la alimentación de la planta, ya que de ella depende el almacenamiento y distribución de nutrientes en el suelo. Lo anterior se debe posiblemente a los contenidos medios de materia orgánica y el comportamiento de los minerales

⁶⁶ BURBANO, H. La materia orgánica del suelo en el contexto de una agricultura sostenible. En: SILVA, Francisco. Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Bogotá: SCCS, 1994. p.525.

⁶⁷ BERNAL, J, Op.cit., p.548.

⁶⁸ GUERRERO, R. Diagnóstico químico de la fertilidad del suelo. Bogotá: SCCS, 1980.p.87.

⁶⁹ GARCIA, B. Op. cit., p.15.

frente al pH; situación que respalda Fajardo argumentando: “La alta CIC de algunos suelos se debe a incrementos en los contenidos de materia orgánica”⁷⁰. Además se encontró para el fósforo valores bajos de 10 a 44 ppm y el magnesio con 0.62 a 3.74 meq/100g, mientras que el calcio presentó un contenido alto de 3.1 a 17 meq/100g, respectivamente, como se indica en la Tabla 8. Estos contenidos se deben probablemente a que los suelos tienen niveles adecuados de materia orgánica y a la influencia que ejerce el pH.

6.3.2 Física de los suelos: De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, la densidad aparente (DA) presenta un rango de 0.8 a 1.1 g/cm³ (Tabla 8). Este valor concuerda con lo reportado por Castro, quien afirma: “En suelos derivados de ceniza volcánica los valores de densidad aparente llegan a ser menores que la unidad, debido a su gran porosidad, liviandad y altos contenidos de materia orgánica”⁷¹.

La densidad estuvo íntimamente relacionada con los contenidos de materia orgánica, textura y manejo del suelo, presente en las zonas de estudio, además este valor bajo es un indicativo de una compactación leve del suelo, lo que facilitó la penetración y desarrollo del sistema radicular de las plantas.

En cuanto a la porosidad osciló entre 56% a 69%, valores que se aproximan a lo reportado por Baver: “Porosidades mayores o iguales al 50% son consideradas óptimas, mientras que las menores al 10% dificultan la dinámica de intercambio de gases y agua, como también el crecimiento y profundización de las raíces”⁷².

Así mismo Burbano y Viveros mencionan: “Es una propiedad que favorece la retención, movimiento de agua, aireación, transferencia de oxígeno en el medio radical y la facilidad con que las raíces puedan anclar y sostenerse en el suelo”⁷³.

El valor encontrado para infiltración y penetrabilidad osciló entre 0.4 a 1.5 cm/h y 0.8 a 2 Mpa, respectivamente (Tabla 8), donde la infiltración, se considera moderadamente lenta y la penetrabilidad corresponde a una resistencia leve a media.

Según Montenegro citado por Gardner: “La penetrabilidad y la infiltración son propiedades que le proveen al suelo condiciones de retención de humedad, liviandad, aireación, acompañado de un óptimo crecimiento vegetativo ocasionado por la facilidad de penetración y crecimiento radicular”⁷⁴.

⁷⁰ FAJARDO, G. Op. cit., p. 129.

⁷¹ CASTRO, H. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Instituto universitario Juan de castellanos .Tunja. 1995. p. 124.

⁷² BAVER, L.D. Física de los suelos. México: Hispanoamericana, 1973.p. 529.

⁷³ BURBANO, Hernán y VIVEROS, Miguel, Op.cit., p.87.

⁷⁴ GARDNER, W. Física de suelos. Uthea. México, 1973.p. 29.

Tabla 8. Variables edáficas en las zonas de estudio

	SANTA BARBARA				LOS MARCOS				SAN LUIS			
	SB1	SB2	SB3	PROM	LM1	LM2	LM3	PROM	SL1	SL2	SL3	PROM
pH	5,5	5,4	5,5	5,5	5,2	5,7	5,1	5,3	5,8	6,3	6,2	6,1
Mat Org%	8,6	11	11,5	10,4	8,7	7,2	8,8	8,2	8,8	5,6	5,8	6,7
Fósforo ppm	34	10	11	18,3	26	20	22	22,7	39	44	196	93,0
CIC meq/100g	26,6	28	29,2	27,9	23	17	17,4	19,1	24,2	21,6	24	23,3
Ca meq/100g	11,2	9,9	10,3	10,5	5,9	7,4	3,1	5,5	7,9	16,1	16,9	13,6
Mg meq/100g	2,39	1,75	1,87	2,0	2,11	1,74	0,62	1,5	3,74	2,12	2,71	2,9
K meq/100g	1,93	1,01	1,1	1,3	0,14	0,74	1,1	0,7	1,32	0,74	1,24	1,1
Al meq/100g	0,1	0,1	0,1	0,1	*	*	*	*	*	*	*	*
Fe ppm	16	19,2	23,2	19,5	4,4	42,4	64	36,9	25,6	16,4	16,8	19,6
Mn ppm	30	18,8	20	22,9	22,4	24,4	14	20,3	6	21,2	29,6	18,9
Cu ppm	0,52	0,4	0,8	0,6	0,32	1,6	0,6	0,8	0,3	0,52	0,48	0,4
Zn ppm	11,7	4,7	6,2	7,5	1,6	4	2,8	2,8	4,6	7,5	17,3	9,8
Nitrogeno T%	0,36	0,44	0,45	0,4	0,36	0,31	0,37	0,3	0,37	0,25	0,26	0,3
Carbono Org%	4,97	6,39	6,65	6,0	5,05	4,18	5,1	4,8	5,13	3,24	3,37	3,9
S dis ppm	6,14	4,23	4,09	4,8	17,3	4,64	6	9,3	4,77	4,09	3,27	4,0
Den Apa g/cc	0,8	1	0,8	0,9	0,8	1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8
Den Real g/cc	2,52	2,28	2,26	2,4	2,38	2,45	2,49	2,4	2,48	2,51	2,45	2,5
Porosidad %	69	57	65	63,7	69	67	64	66,7	56	66	60	60,7
Cap Cam %	36,9	42,9	45,6	41,8	38,9	46,9	39,9	41,9	47,3	30,6	37,7	38,5
Infiltra cm/h	0,8	1,5	1,5	1,3	1,1	1,3	1,2	1,2	0,6	0,4	0,8	0,6
Penetrab Mpa	1,6	1,6	0,8	1,3	2	3	2,6	2,5	1,5	1,3	2	1,6

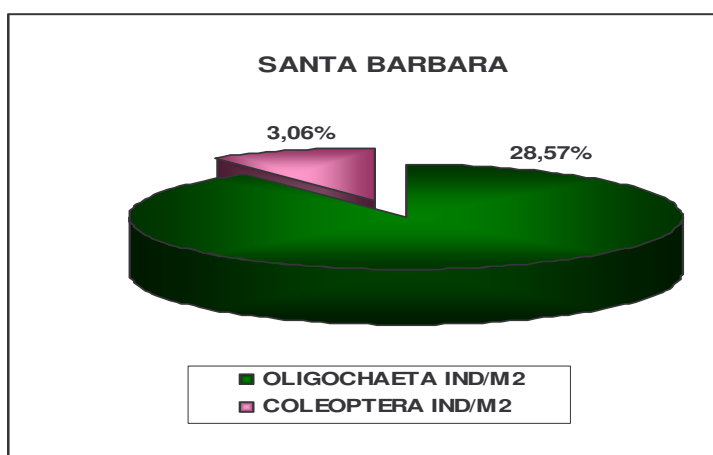
6.4 FAUNA DEL SUELO

En la Tabla 9, se muestra que el número más alto de individuos del suelo se encontró en la zona de San Luís con 704 individuos/m², seguido por la zona de Santa Bárbara con 496 individuos/m² y el más bajo índice fue la zona de Los Marcos con 352 individuos/m²

Tabla 9. Densidad de organismos/m² en las zonas de estudio

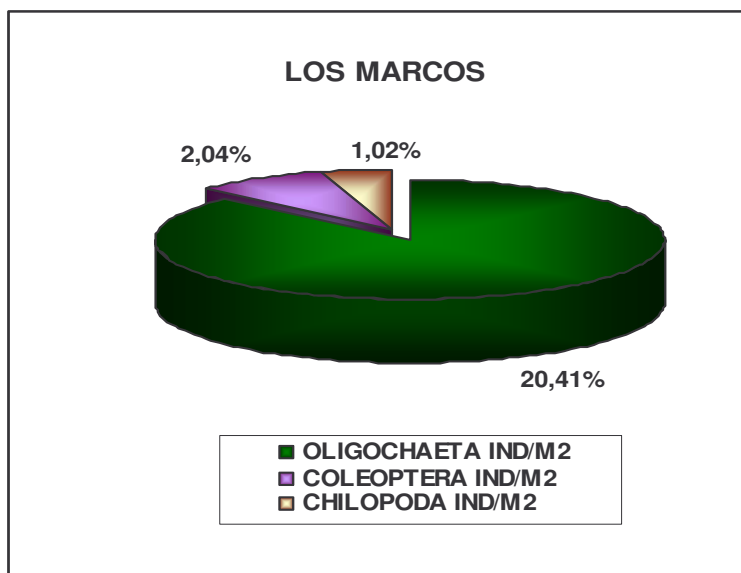
ORDEN	SANTA BARBARA			LOS MARCOS			SAN LUIS					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Oligochaeta	128	192	128	448	128	112	80	320	224	144	304	672
Coleóptera	16	32		48	16	16		32	16			
Dermáptera												16
Quilópodos						16		16				
Thysunara										16		16
IND/ZONA	144	224	128	496	144	144	80	368	240	144	320	704

La participación relativa porcentual de organismos del suelo con base a la densidad (Nº/m²) en las zonas de estudio indican que los individuos más representativos en la zona de Santa Bárbara fue del orden Oligochaeta (lombriz de tierra) con 28.57% que corresponde a 448 individuos/m², con 3.06% el orden coleóptera (escarabajos, larvas) con 48 individuos/m² como se muestra en la Figura 2.



Gráfica 1. Participación relativa (%) de los organismos en el suelo con base en la densidad (Nº/m²) en la Vereda Santa Bárbara

En el área de muestreo de Los Marcos la mayor contribución porcentual fue del 20.41% correspondiente a 320 individuos/m², para el orden Oligochaeta (lombriz de tierra), el 2.04% del orden Coleóptero (larvas, escarabajos) con 32 individuos/m² y el índice más bajo con 1.02% del orden chilópoda (cien pies) con 16 individuos/m²(Figura 3).

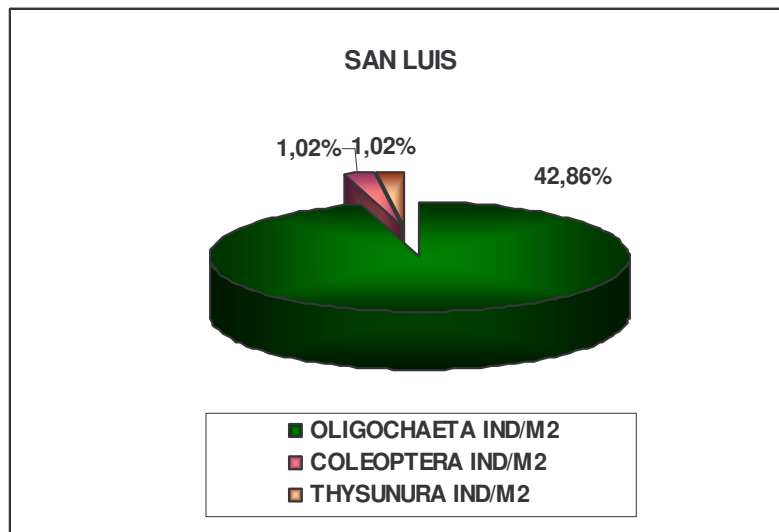


Gráfica 2. Participación relativa (%) de los organismos en el suelo con base en la densidad (Nº/m²) en la Vereda Los Marcos.

En la zona de San Luís la mayor proporción fue de 42.86% para el orden Oligochaeta (lombrices de tierra), con 672 individuos/m², seguido del mas bajo indice con 1.02%, correspondiente al orden Coleóptera (escarabajos) y thysunura (caballito de plata) con 16 individuos/m² (Figura 4).

La baja densidad de organismos del orden Coleóptera y thysunura encontrada en San Luís, coincide con lo expuesto por IGAC⁷⁵, dentro de la clase insecta se encuentran ordenes como dermáptera y Thysunura que debido a su esporádica distribución y baja densidad, se registran muy pocas veces como miembros activos e importantes de la fauna del suelo; el grupo de insectos más consistente y mejor representado en el medio edáfico está integrado por los ordenes coleóptera, díptera y algunos lepidóptero.

⁷⁵ INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Suelos de Colombia, origen evolución, clasificación, distribución y uso. Santa fe Bogotá, 1995.p.243.



Grafica 3. Participación porcentual de los organismos en el suelo con base en la densidad (N°/m^2) en el Corregimiento de San Luís.

Además como se apreció en la densidad porcentual de organismos en las diferentes zonas de estudio, el mayor porcentaje de individuos fue el orden oligochaetas (lombriz de tierra). Posiblemente la presencia de estos organismos se debió a los niveles medios a altos de materia orgánica en las áreas de muestreo, el pH ácido y que se acerca a la neutralidad, el grado textural en este caso franco arenoso, que le confieren al suelo una buena capacidad de retención de humedad y disponibilidad de nutrientes que benefician la presencia de este orden en los suelos de Ipiales.

Al respecto De la Salas citado por Rodríguez afirma: "La densidad y composición de los organismos del suelo, depende de factores edáficos como la humedad, aireación, acidez y el estado nutricional, así como los suministros de energía. Los mismos factores influyen decididamente en la densidad espacial de los mismos"⁷⁶.

Así mismo Borrero menciona: "La distribución de las lombrices está gobernada por factores como el pH, caso en el cual su tolerancia varia con la especie; mientras algunas prefieren suelos neutros o con tendencia a la alcalinidad, otras muestran gran adaptabilidad a condiciones ácidas"⁷⁷.

⁷⁶ RODRIGUEZ, Claudia. Op cit., p. 27.

⁷⁷ BORRERO. Encalado de los suelos tropicales. En: Sociedad Colombiana del suelo. Manejo integral de la fertilidad del suelo. Bogota, 2003. p. 78.

Aguirre⁷⁸, asegura que la macro fauna (lombriz de tierra) se relaciona con la fertilidad del suelo, no solamente por el movimiento que hacen de las partículas al construir sus túneles para vivir en el o para pasar ciertas fases de su vida sino también porque la MO de sus excrementos y de sus cuerpos benefician la tierra al morir y desintegrarse.

Se puede concluir que las propiedades físicas y químicas de los suelos de la zona y la densidad de organismos tiene relación directa ya que la presencia de determinados individuos, agregadores del suelo o modificadores no se consiguen en ausencia de los nutrientes necesarios para su mantenimiento.

6.5. TEXTURA

Siguiendo con el análisis (ACM) para el grado textural Tabla 10, se observó que el 90.7% corresponde a un suelo franco-arenoso predominando así en los suelos de Ipiales, mientras que el suelo franco con 9.3% presenta una baja proporción en la zona. En este sentido Legarda sostiene: “La presencia de textura franco-arenosa en el altiplano de Ipiales se debe a la meteorización que han experimentado estos suelos por efecto de las continuas deposiciones de material eruptivo en épocas relativamente recientes, ya que los suelos derivados de cenizas volcánicas presentan altos porcentajes de arena y bajos de arcilla”⁷⁹

El mismo autor menciona: “La textura es importante porque es un criterio usado para determinar la permeabilidad del suelo, retención de agua, plasticidad, aireación, capacidad de campo y fertilidad del suelo; además, es la propiedad más estable y permanece constante a través de los años, gobierna el comportamiento físico y químico de suelos, dándole al suelo mayor o menor capacidad productiva”⁸⁰.

Al respecto Charry sostiene: “Los suelos Franco y franco-arenoso puede retener una proporción adecuada de agua para el desarrollo normal de las plantas y de los organismos que habitan en el suelo, además la retención de los elementos nutritivos son los más adecuados, permitiendo que el nivel de fertilidad pueda mantenerse por periodos prolongados”⁸¹.

⁷⁸ AGUIRRE, A. Evaluación de algunas propiedades físicas y químicas y la macro fauna en tres épocas del año bajo un sistema silvopastoril en el Municipio de Pasto, Colombia, 2005.p. 29.

⁷⁹ LEGARDA, L. Características y manejo de las propiedades físicas de los suelos volcánicos de Nariño. Revista de investigación Universidad de Nariño. Colombia, 1989. p. 116-138.

⁸⁰ LEGARDA, Lucio. Op cit., p. 87.

⁸¹ CHARRY, J, Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Universidad Nacional. Palmira, 1987. p. 232.

6.6 TEXTURA vs FAUNA DEL SUELO

En el análisis de correspondencia múltiple ACM se obtuvo solo dos tipos de suelo franco y franco-arenoso, concediéndoles a estas propiedades para la disponibilidad de nutrientes, proliferación de organismos que indirectamente participan en el desarrollo normal de las plantas (Tabla 10).

Es importante resaltar la textura en el hábitat de la macrofauna y el papel que juega en la cantidad de agua que puede almacenar en el suelo, su movimiento a través del perfil y la facilidad de abastecimiento de nutrientes y aire, factores de gran importancia para el normal funcionamiento de este ecosistema.

En cuanto a la textura y su relación con la macrofauna, se obtuvieron los siguientes resultados para el tipo de suelo franco se presenta un porcentaje de 7.2% para el orden oligochaeta, y el 2.06% para el orden coleóptera. Para el suelo franco-arenoso, un porcentaje alto de 82.4% correspondiente al orden oligochaeta, el 5.1% al orden coleóptera y 1.03% para los órdenes, dermáptera, chilópoda, thysanura respectivamente.

Este análisis confirma que la mayor densidad de organismos es el orden oligochaeta (lombriz de tierra), la cual está presente en la textura franco-arenoso, posiblemente este suelo tiene mejores condiciones físico químicas tales como materia orgánica, pH, densidad aparente, entre otras, lo que influye en la presencia de los organismos del suelo.

Estos resultados confirman los estudios adelantados por Rodríguez, quien afirma:

La materia orgánica, la textura y la existencia de organismos tienen una relación directa, ya que la aparición de determinados organismos como fijadores de nitrógeno, agregadores del suelo o movilizadores del suelo no se consigue en ausencia de los nutrientes necesarios ya que estos no son capaces de utilizar la materia orgánica como fuente de energía⁸².

Este análisis permite deducir que el grado textural franco-arenoso proporcionó las mejores condiciones físico-químicas como materia orgánica, pH, aireación, retención de humedad entre otras que influyen en el desarrollo normal de las plantas y organismos que habitan en él, especialmente los individuos del orden Oligochaeta.

⁸² RODRIGUEZ, C. Op.cit., p. 30.

Tabla 10. Análisis de correspondencia múltiple (ACM) Histograma de frecuencias para variables categorizadas

ESPECIES						
TEXTURA	OLIGOCHAETA	COLEOPTERA	DERMAPTERA	CHILOPODA	THYSUNARA	Margen activo
FRANCO	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,09
FRAN-ARENOSO	0,82	0,05	0,01	0,01	0,01	0,9
Margen Activo	0,9	0,07	0,01	0,01	0,01	1

GRADO TEXTURAL	
TEXTURA	Margen activo
FRANCO	0,093
FRANCO ARENOSO	0,907
Total activo	1

6.7 ANÁLISIS POR COMPONENTES PRINCIPALES. El análisis de componentes (ACP) permitió establecer, con base en el porcentaje acumulado (Anexo B), un total de 5 componentes, de los cuales 2 de ellos permiten explicar el 71% de la variabilidad total de la colección de datos caracterizado por su afinidad intragrupal, cuyas características se describen a continuación:

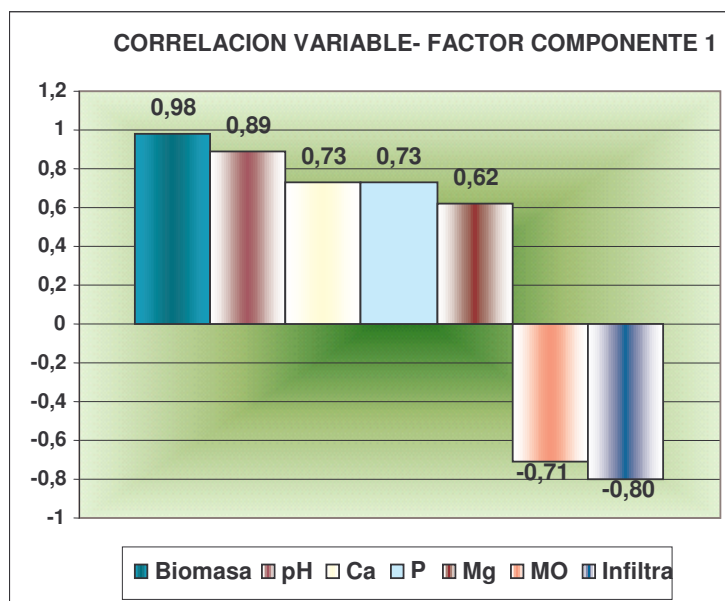
Tabla 11. Variables que conforman los componentes de la colección.

COMPONENTE	Nºde variables	%de variabilidad	VARIABLES
1	7	56.90	Biomasa, pH, M.O, Infiltración, Ca , P y Mg.
2	4	13.96	Capacidad Campo, CIC ,Azufre Penetrabilidad

6.7.1 Componente N° 1.

El primer componente se caracterizó por una buena producción de biomasa, con una influencia directa del pH, calcio, fósforo y magnesio y de forma indirecta por la materia orgánica e infiltración. Características que permiten definir a este grupo como producción de biomasa; datos que se indican en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Grado de relación de las variables estudiadas, componente uno.



6.7.1.1 Propiedades químicas del suelo.

- **Materia orgánica (M.O).** Presentó un efecto ($P < 0.05$) sobre la producción de biomasa, determinado por la ecuación: $Y = 1.69 - 0.04X$, anexo D y una relación indirecta de -0.71 (Figura 4).

El efecto de la MO, radica fundamentalmente en su contribución al crecimiento vegetal mediante su efecto sobre propiedades físicas, al estabilizar y mejorar la estructura y capacidad de retención de humedad y en las propiedades químicas: aumenta la capacidad de intercambio catiónico y regula el pH, de esta manera sirve como reservorio de nutrientes y mejora las condiciones para el crecimiento microbiano.

El contenido de MO para las zonas de estudio osciló de 5.3% a 11.5% clasificado como medio a alto. Se observó que el mayor incremento de la producción de

biomasa, se dio en la localidad de San Luís con rendimientos de 15 tFV/ha, en contenidos medios de materia orgánica 6.7%, mientras que en la zona de Santa Bárbara con altos contenidos de MO 10,4 % y los Marcos con 8.2%, la producción fue de 12tFV/ha, como se observa en la Gráfica 5.

Esta situación pudo estar relacionada con una mayor tasa de mineralización de la materia orgánica, ya que existe una relación de esta con la altitud, es decir que al estar más cerca al nivel del mar el contenido de materia orgánica es bajo, pero el suministro de nutrientes para la planta es más eficiente que en aquellos donde existe mayor acumulación de materia orgánica

Al respecto Legarda y Mora comentan: "Los suelos de los distintos pisos altitudinales localizados entre Tumaco y el volcán Galeras el contenido de materia orgánica aumenta con la altitud debido a que en las partes más altas la mineralización de la materia orgánica es menor y por lo tanto, hay mayor acumulación de la misma en el suelo"⁸³.

Otro factor importante en la mineralización de la MO es la relación carbono orgánico –nitrógeno total C/N, que para las zonas de estudio fue alta de 13-14%, lo que indica que la MO fue más eficiente en su descomposición por parte de los organismos del suelo, y de esta manera lo abasteció de elementos esenciales para el pasto.

Esta situación la respalda Muñoz: "Las condiciones ambientales que regulan la descomposición y asimilación de la materia orgánica presentes en el suelo, tienen una condición favorable cuando la relación C/N es 14:1"⁸⁴

Del mismo modo Charry afirma: "Una relación C/N menor de 17:1, indica que los residuos son de fácil descomposición o que ya se han degradado"⁸⁵.

Así mismo la presencia de un pH cercano a la neutralidad en las zonas de estudio, favoreció la actividad y la presencia de los organismos encargados de la degradación de la materia orgánica.

Al respecto Ortega y Chavarro⁸⁶, afirman que el pH influye en la clase y actividad biológica del suelo y por lo tanto en la mineralización de la materia orgánica.

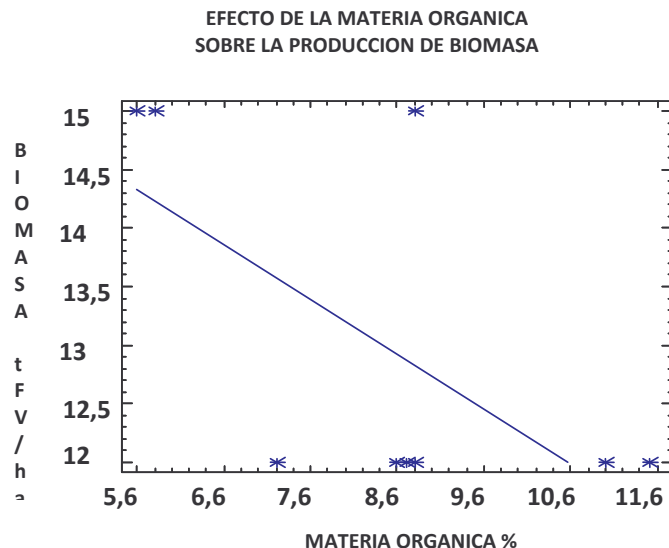
⁸³ LEGARDA Y MORA. Estudio de características de algunos suelos de Nariño, relacionadas con las formaciones ecológicas. Tesis de grado. Universidad de Nariño. Pasto, 1990. p.60.

⁸⁴ MUÑOZ, A. Los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. En: Fertilidad de los suelos, diagnóstico y control. SCCS, Bogotá, 1994. p. 294.

⁸⁵ CHARRY, J. Op. cit., p. 235.

⁸⁶ ORTEGA, F y CHAVARRO, G. Estudio de algunas propiedades físico-químicas y de fertilidad de los suelos de Leiva. Nariño-Colombia, 1990. p. 52.

Gráfica 5. Relación de la Materia orgánica y la producción de biomasa



- **pH del suelo.** De acuerdo con el análisis de variancia (Figura 4), se encontró una relación directa entre el pH y la producción de biomasa de 0.89 y un efecto estadístico ($P < 0.05$), anexo D. En la medida que aumenta el pH de 5.1 a 6.3 se incrementa significativamente la producción de biomasa de 12 a 15 tFV/ha; como se indica en la Gráfica 6.

El pH a valores cercanos a la neutralidad aumenta la disponibilidad de elementos como: el fósforo, calcio, potasio, magnesio y boro principalmente determinantes en el desarrollo de raíces, tejidos y hojas, que se traduce en un adecuado desarrollo vegetativo y calidad nutritiva del pasto.

Probablemente el comportamiento productivo de esta gramínea se da en un pH moderadamente ácido y que puede incrementar su producción al acercarse a la neutralidad, ya que en esta condición se da una mayor disponibilidad y asimilación de minerales que son necesarios para el crecimiento de esta planta.

En este sentido Ortega y Chavarro⁸⁷, afirman que el pH tiene una influencia directa sobre la disponibilidad y solubilidad de nutrientes para la planta, influye en la clase y actividad biológica del suelo y por lo tanto en la mineralización de la materia orgánica y su efecto sobre la capacidad de intercambio catiónico.

Bernal⁸⁸ afirma que, el pasto saboya (*Holcus lanatus*) se produce bien en los suelos pobres y ácidos. El mismo autor manifiesta, el mejor rango de pH para el

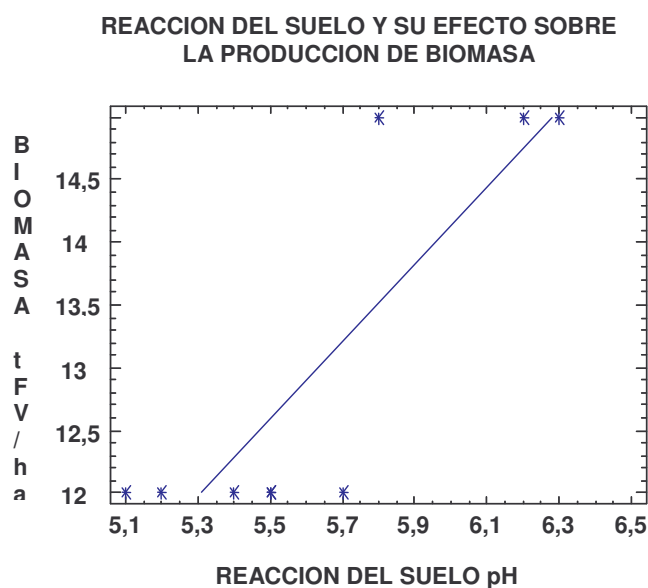
⁸⁷ ORTEGA, F y CHAVARRO, G. Op. cit., p. 52.

⁸⁸ BERNAL, J, Op.cit., p. 548.

crecimiento de las plantas se encuentra entre (5.5-6.5), ya que se presenta mayor disponibilidad y solubilidad de nutrientes para el desarrollo de la planta.

Para Buckman y Brady⁸⁹, el pH influye en la absorción nutritiva y crecimiento de las plantas a través del efecto directo del ion H⁺ y su influencia sobre la asimilación de los nutrientes, así como la disponibilidad y solubilidad de elementos (Fe, Mn, Zn, B y Cu).

Grafica 6. Reacción del suelo y producción de biomasa



- **Calcio del suelo.** Tuvo una relación directa de 0.73 con la Producción de biomasa de acuerdo con la figura 4, sin embargo no presentó un efecto estadísticamente significativo (Anexo D).

Los niveles de calcio para las zonas de estudio oscilaron entre 3,1-17 meq/100g es decir se encuentran en rango que va de bajo a alto. En este punto es importante destacar que la mejor producción de forraje 15 tFV/ha se dio en la zona de san Luís con 13.6 meq/100g de calcio en promedio para las zonas de muestreo. Este nivel de Calcio se debe principalmente al pH del suelo 6.3 cercano a la neutralidad que hace posible, que este elemento sea aprovechado por parte de la planta y como consecuencia de ello se produzca el desarrollo de las raíces

⁸⁹ BUCKMAN, H y BRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. México: Hispano Americana, 1966. p. 52.

y hojas. Además este mineral permite que el forraje pueda asimilar fácilmente otros nutrientes necesarios para un adecuado crecimiento vegetal.

Al respecto Mila, afirma que: “El contenido de Calcio contribuye a el desarrollo de raíces y hojas, hace activar la amonificación y la oxidación del azufre; la nitrificación también exige la presencia de calcio, sin este el proceso seria lento o casi nulo”⁹⁰.

Según García: “El Calcio estimula el desarrollo de las raíces y hojas. Es un componente de las paredes celulares, por tanto fortalece la estructura de la planta. Ayuda a reducir los nitratos de los tejidos de las plantas y activa muchos procesos enzimáticos”⁹¹.

Castro sostiene: “El calcio ayuda al crecimiento de las plantas, aumenta la absorción de nitrógeno en forma de NO^{-3} neutraliza el aluminio tóxico en suelos ácidos, influye en la absorción de nitrógeno, magnesio y potasio, estimulando la productividad del pasto”⁹².

▪ **Fósforo del suelo.** Presentó una relación directa 0.72 (Figura 4), sin embargo no se encontró efecto de este sobre la producción biomasa P (< 0.05). Debido probablemente a que los requerimientos de este elemento por parte del pasto no son mayores que los disponibles en el suelo en todos los sitios estudiados.

La relación directa del fósforo mostró un efecto favorable sobre la producción de biomasa. Posiblemente esto se debió a que este elemento promovió el desarrollo del sistema radicular en la planta y desempeño un papel importante en la respiración, almacenamiento y transferencia de energía.

Sobre este tema, Mila afirma que: El fósforo desempeña un importante papel metabólico en la respiración, fotosíntesis y transferencia de energía; es determinante para el desarrollo de raíces y de los tejidos meristemáticos, por lo cual es importante durante el desarrollo vegetativo de los pastos⁹³.

Las zonas de estudio presentaron niveles bajos de fósforo de 10-44ppm. No obstante en San Luís se encontró el mayor contenido de fósforo 93ppm, esto posiblemente se debió al efecto residual de fertilizantes fosforados que fueron utilizados en un determinado momento en esta zona, caracterizada por la siembra

⁹⁰ MILA, P. A, Op. cit., p. 22.

⁹¹ GARCIA, B. Op. cit., p. 4.

⁹² CASTRO, D. Influencia de grado de disturbación del suelo y efecto fisiológico de un herbicida de contacto en una pradera de Kikuyo(*Pennisetum Clandestinum Hoechst*) Pasto, Colombia 1990.p.278.

⁹³ MILA, P. A, Op. cit., p. 22.

de cultivos pan coger, ya que resulta atípico este valor en este tipo de suelos y no cabe otra explicación razonable.

En este sentido García⁹⁴, corrobora lo anterior al afirmar que, la mayoría de los valores medios y altos, muy probablemente corresponden a suelos cultivados con papa, donde las altas aplicaciones de fertilizantes fosforados tienen un efecto residual.

El mismo autor manifiesta que, en los suelos del departamento de Nariño, predominan los valores bajos de fósforo (menos de 10 ppm), como es de esperar en los suelos con influencias volcánicas, los valores bajos son más frecuentes.

- **Magnesio.** Este nutriente presentó una relación positiva en función de la producción de biomasa de 0.61 y según el análisis de varianza reveló un efecto significativo ($P < 0.05$), Anexo D, permitiendo deducir que a medida que se incrementa el contenido de este elemento de 0.62 a 3.74 meq/100g, se mejora el rendimiento de biomasa (Figura 7).

Esta situación se presentó en la localidad de San Luís, cuya producción para esta especie forrajera fue la mayor 15t FV/ha. Esto posiblemente obedeció a que este elemento por ser parte esencial de la clorofila participa de forma activa en el proceso de fotosíntesis, por lo tanto se produce un mayor crecimiento en la planta y una regulación en la absorción de nutrientes como: fósforo, potasio y calcio; es importante tener en cuenta que la disponibilidad de este elemento se vio favorecida por que el pH se encontró cercano a la neutralidad en esta localidad

En este sentido Castro afirma: “El Mg está relacionado con el metabolismo del P y actúa en el sistema enzimático, parte esencial de la clorofila, formación de azúcares, transportador de P en la planta y regula la absorción de P, K y Ca”⁹⁵.

Por su parte Mila⁹⁶ argumenta que, este elemento hace parte de la clorofila, activa varios sistemas enzimáticos en las rutas metabólicas de la planta involucrando la respiración, fotosíntesis y transformación de lípidos, e intervienen en el transporte del fósforo.

García⁹⁷ afirma que, las deficiencias de Mg son frecuentes en los cultivos en la zona andina de Nariño, al disminuir a través del tiempo por efecto del lavado y la extracción por los cultivos. Caso contrario a lo que se obtuvo en este estudio en donde los contenidos de este elemento son altos y favorecieron la producción de esta gramínea.

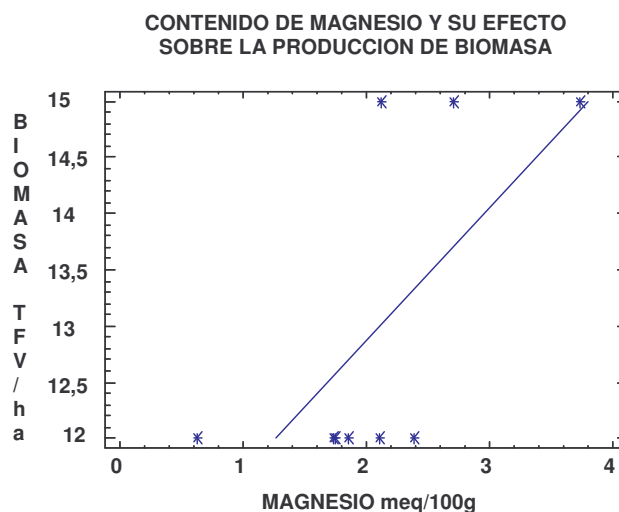
⁹⁴ GARCIA, B. Op. cit., p.13.

⁹⁵ CASTRO, H. Op.cit., p.280.

⁹⁶ MILA, P, Op. cit., p.53.

⁹⁷ GARCÍA, B. Op.cti., p.16.

Grafica 7. Contenidos de Magnesio y su relación en la producción de biomasa



6.7.1.2 Propiedades físicas del suelo

- **Infiltración.** Según el análisis de varianza mostró efecto significativo ($P < 0.05$), determinado por la ecuación $Y = 1.61 - 0.30X$, y una relación indirecta de -0.80 sobre la producción de biomasa figura 4. A medida que la infiltración del suelo baja se produce un incremento en la producción de biomasa (Figura 8). Lo anterior se puede explicar en razón a que, en la zona la precipitación es baja 817 mm/año y regularmente distribuida, lo cual hace que el suelo no tenga problemas de drenaje y permita el almacenamiento de agua en capas superficiales y esta contribuya a una mayor producción.

La infiltración encontrada en las zonas de estudio es considerada moderadamente lenta ya que se encuentra en un rango de $0,4-1.5 \text{ cm/h}$ en una textura franco-arenosa. Se observó que a valores bajos de infiltración (0.4 cm/h) se dio la mejor producción de biomasa 15 tFV/ha . Esta situación se explica por la presencia de la textura franco-arenosa que favoreció la retención de humedad y facilitó la absorción de nutrientes por parte de la planta.

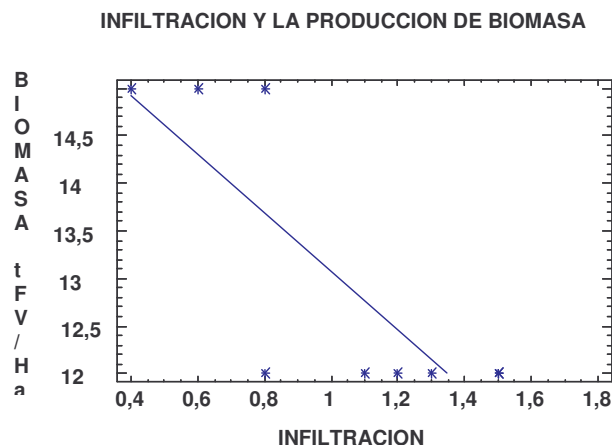
Al respecto Castro⁹⁸ menciona que, cuando el suelo es franco arenoso, presenta altos contenidos de arena, pero con suficiente limo y arcilla para aportarle cohesión haciendo que el agua se filtra moderadamente y la retención resultante sea regular.

⁹⁸ CASTRO, H. Op., cit .p.120.

Montenegro⁹⁹ argumenta que, una infiltración de (0.5 - 2 cm/h) es moderadamente lenta, característica de una textura Franco-arenosa. Esta determina la cantidad de agua que penetra en el suelo, impidiendo la escorrentía y en consecuencia favoreciendo la absorción de nutrientes por parte de la planta.

Charry sostiene que: “En un suelo franco arenoso el movimiento del agua en el suelo no es ni muy lento que determine el encharcamiento ni muy rápido que produzca el lavado de nutrientes, indicando una adecuada proporción de macro y microporos que le permita al forraje nutrirse adecuadamente”¹⁰⁰.

Gráfica 8. La infiltración del suelo vs producción de biomasa



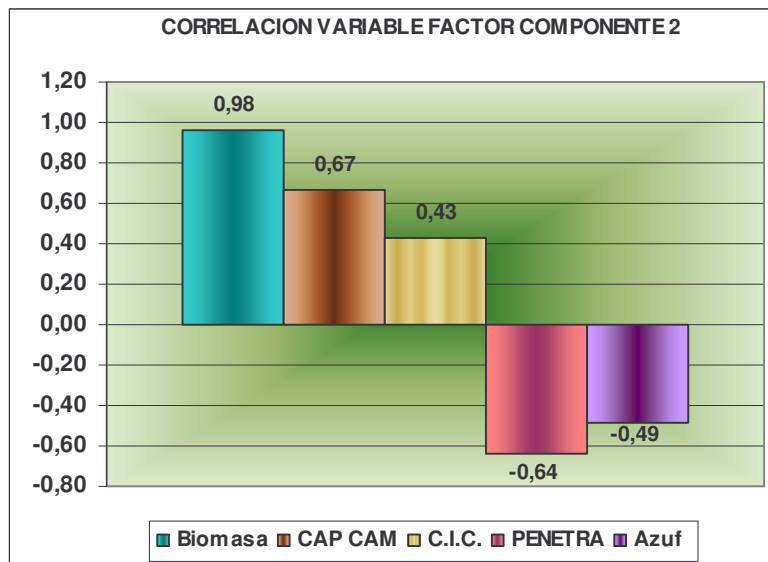
6.7.2 Componente N° 2.

El segundo componente se identifica por propiedades físicas y químicas del suelo que interviene en la producción de biomasa, donde participan de manera indirecta el azufre, penetrabilidad y de forma directa la capacidad de campo y la capacidad de intercambio catiónico.

⁹⁹ MONTENEGRO. Evaluación preliminar de algunas variables edafoclimáticas y productivas del sistema agroforestal con Quillotoco (*Tecoma atans*)(L) H.B.K, Acacia amarilla (*Acacia decurrens will*) y Kik (*Pennisetum clandestinum hochst*) en el centro de investigación Botana, Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas, 2005.p.29.

¹⁰⁰ CHARRY, J. Op., cit. p. 94.

Gráfica 9. Grado de relación de las variables del componente dos.



- **Capacidad de campo.** Esta propiedad presentó una relación indirecta de -0,67 (Gráfica 8), sin embargo no hubo efecto de esta sobre la producción biomasa ($P < 0,05$). En general los valores para capacidad de campo fueron de 30,6 a 47,34% considerada alta para una textura franco-arenosa, predominante en las zonas de estudio.

La capacidad de campo encontrada en las zonas de estudio, permitió que haya cantidad de oxígeno suficiente y agua retenida con poca fuerza por suelo, que facilitaron que el agua sea absorbida fácilmente por las plantas, además existió una buena capacidad de retención de agua y aireación del suelo, que incrementó las posibilidades de la planta para obtener los nutrientes necesarios para su crecimiento.

Frente al tema Amezquita comenta. “Para un crecimiento óptimo de los cultivos, el porcentaje de espacio aéreo debe estar alrededor del 10% para que no haya restricciones en la aireación del suelo y evitar que estas afecten negativamente a los cultivos”¹⁰¹. Los resultados obtenidos para capacidad de campo en San Luís fue de 30,6%, condición que le proporcionó al pasto saboya la humedad necesaria para la asimilación de nutrientes.

- **Penetrabilidad.** El análisis de varianza (Anexo D) reveló que la

¹⁰¹ AMEZQUITA. Op., cit., p.166.

resistencia a la penetración no tuvo efecto sobre la producción de biomasa y que esta actuó de forma indirecta - 0.64. Esto posiblemente obedeció a que el sistema radicular del pasto saboya no mostró tendencia a profundizar las capas del suelo.

La áreas de estudio presentaron una resistencia leve a la penetración, ya que los valores de penetrabilidad oscilaron entre 0.8- 2 Mpa respectivamente; por lo tanto, un suelo que presenta ésta condición permite una mejor penetración de las raíces y así una mayor captación de nutrientes por parte de planta.

Es importante resaltar que con una resistencia leve a la penetración de 1.6 Mpa se obtuvieron buenas producciones de biomasa 15 tFV/ha, probablemente se debió a que el suelo no presentó compactación por que en estas zonas no se utilizó labranza intensiva y esto facilitó la fijación de nutrientes por parte de la planta.

Al respecto Taylor y Burnett, aseguran que:

La resistencia a la penetración y no otra causa determinan el grado de crecimiento radicular. Trabajos llevados a cabo en invernadero, en condiciones controladas, parecen indicar que el impedimento mecánico es mas crítico para el desarrollo radicular que el abastecimiento de oxígeno. Un estudio similar indica que las raíces jóvenes pueden penetrar una capa compacta de material, siempre que el diámetro de los poros no sea menor que el de la raíz¹⁰².

Situación que confirma Montenegro: "Una resistencia a la penetración de 1.5 a 2.5 Mpa, indica que el suelo presenta una resistencia leve a la penetración, favoreciendo el crecimiento del sistema radicular y por consiguiente un adecuado desarrollo fisiológico de la planta¹⁰³.

Es así como la zona de San Luís mostró una resistencia leve a la penetración de 1.6 Mpa haciendo que el suelo no presente compactación, situación que se vio favorecida por grado textural franco-arenoso, que facilitó la fijación y nutrición por parte de la planta; es importante resaltar que estas zonas no han sido sometidos a un tipo de labranza intensivo que contribuyen a su compactación.

- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC).** Acerca de la capacidad de

¹⁰² TAYLOR y BURNETT. Aireación del suelo En: Física de los suelos. México: central regional de ayuda técnica, 1972.p.109.

¹⁰³ MONTENEGRO, Op.cit., p.29.

Intercambio catiónico está presentó una relación directa de 0.42, sin embargo el análisis de varianza evidenció la ausencia de su efecto sobre la productividad. La capacidad de intercambio catiónico presentó niveles medios y altos 17- 29.2 meq/100g; debido posiblemente a la presencia de una materia orgánica activa y un pH cercano a la neutralidad, que favoreció la disponibilidad y solubilidad de nutrientes para la planta.

Al respecto Burbano manifiesta: “Los suelos de los pisos altitudinales localizados entre Tumaco nivel del mar y el volcán Galeras 4250msnm, en el sur occidente de Colombia, presentan una capacidad de intercambio catiónico que depende mucho de los contenidos de materia orgánica en el suelo y el pH, que en su mayoría es ácido”¹⁰⁴.

En su gran mayoría los niveles de capacidad de intercambio catiónico en las zonas de estudio fueron altos y estos estuvieron asociados a los altos contenidos de materia orgánica, característicos del clima frío.

En este sentido Bernal afirma: “A mayor capacidad de intercambio catiónico, mayor potencial de fertilidad del suelo; esta capacidad depende del contenido y la naturaleza de la textura, el contenido de materia orgánica y el pH del suelo”¹⁰⁵.

▪ **Azufre.** Se puede afirmar que el azufre disponible tiene una influencia indirecta -0.49 sobre la producción de biomasa y al mismo tiempo no tuvo efecto ($P < 0.05$), Anexo D.

El azufre para las tres zonas de estudio fue de 3.27 ppm y 17 ppm; en general los niveles fueron bajos; debido probablemente a que los requerimientos de este nutriente por parte del pasto no son mayores que los disponibles en el suelo en todos los sitios estudiados.

Sobre este tema el ICA¹⁰⁶ sostiene que: “En Colombia, particularmente en los suelos con influencias volcánicas recientes se espera que los contenidos de S sean medianos a altos, sorpresivamente en un estudio realizado se encontró que la mayoría de esos suelos mostraron bajos contenidos de este elemento”.

6.8 Agrupamientos por condiciones edafoclimáticas. La colección total de datos se agrupó por lugares que presentan características bromatológicas y

¹⁰⁴ BURBANO, H. Op.cit., p.251.

¹⁰⁵ BERNAL, J. Op.cit., p.146.

¹⁰⁶ INSTITUTO AGROPECUARIO DE COLOMBIA (ICA). Programa de pastos y forrajes, 1994. p. 3.

edáficas similares, dando como resultado 3 agrupamientos o clúster de los cuales el segundo presenta las mejores características en cuanto a producción de biomasa, calidad nutritiva y propiedades físicas y químicas requeridas por el pasto saboya (*Holcus lanatus*), como se muestra en el Tabla.10.

Tabla 12. Variables dependientes e independientes de cada zona de estudio.

	ZONA1	ZONA 2	ZONA3
VARIABLES DEPENDIENTES			
Período de recuperación(días)	39	42	38
BIOMASA tFV/ha	12	15	13,5
MS%	15,21	16,33	12,19
FC%	32,43	29,83	32,46
FDA%	33,54	33,34	34,21
LIGNINA%	5,36	5,33	5,71
Ca%	0,21	0,24	0,2
P%	0,49	0,48	0,5
Mg%	0,16	0,15	0,17
Proteína verdadera%	13,13	13,5	13,5
NDT %	55,8	56	55
VARIABLES INDEPENDIENTES			
pH	5,38	6,25	5,65
M.O. %	8,86	5,7	10,15
Azufre ppm	7.67	3.68	4.43
P ppm	22,4	31.8	25
Ca meq/100g	7,5	16,5	9,1
Mg meq/100g	1.72	2.42	2
C.I.C. meq/100g	22,4	22,8	26,7
Capacidad de Campo %	41,09	34,15	46,46
Infiltración(cm/h)	1,18	0,6	1,05
Penetrabilidad(Mpa)	2,5	1,65	1,15

* **Zona 1** (Los Marcos y Santa Bárbara 1 y 2)

Zona 2 (San Luís 2 y 3)

Zona 3 (Santa Bárbara 3 y San Luís 1)

La zona dos, está integrada por los sitios San Luis 2 y San Luis 3, respectivamente; caracterizándose por un periodo de recuperación de 42 días y

una mayor producción de biomasa respecto al resto de lugares, situación que estuvo relacionada con contenidos de materia orgánica de (5.7%), pH (6.7 %) y una capacidad de intercambio catiónico (22,80 meq/100g); en cuanto a minerales predominaron los contenidos medios de azufre (3.68 ppm), fósforo (31.8 ppm), magnesio (2.42 meq/100g) y altos de calcio (16,5 meq/100g); mientras que las propiedades físicas del suelo, reportaron los más bajos niveles así: penetrabilidad (1.65 Mpa) e infiltración (0.6cm/h), para capacidad de campo con (34.15%) catalogada como alta para la textura franco-arenosa.

Los resultados obtenidos en esta investigación revelaron que el período de recuperación, la producción y calidad de biomasa del pasto saboya, son afectados indirectamente por propiedades químicas del suelo como: la materia orgánica y el azufre, por su parte el pH, calcio, fósforo, magnesio y la capacidad de intercambio catiónico se relacionan de forma directa.

Al respecto Bernal asegura: “La naturaleza química del suelo controla el suplemento y disponibilidad de los nutrimentos para el crecimiento de las plantas, siendo las principales el contenido de materia orgánica, reacción del suelo o pH y capacidad de intercambio catiónico”¹⁰⁷.

Para comprender con mayor facilidad los factores que afectan el óptimo desarrollo del pasto saboya y con el propósito de que el productor lo pueda poner en práctica, se estableció para las propiedades físicas adecuadas para lograr una mayor productividad del pasto saboya un promedio así: porosidad de 63%, densidad aparente de 0.8g/cm³, capacidad de campo de 34.15%, infiltración alrededor de 0.6cm/h y penetrabilidad 1.65 Mpa estas dos últimas que actúan de forma indirecta.

Sobre esta temática Ortega y Chavarro¹⁰⁸ argumentan que, las propiedades físicas del suelo como: capacidad de campo, penetrabilidad e infiltración, favorecen el desarrollo radicular de la planta facilitando la absorción de nutrientes, (Ca y P), que influyen en la productividad de los cultivos.

¹⁰⁷ BERNAL, J, Op.cit., p. 67.

¹⁰⁸ ORTEGA Y CHAVARRO, Op.cit., p. 38.

7. PLAN DE MANEJO DEL PASTO SABOYA (*HOLCUS LANATUS*) PARA LA ZONA ANDINA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO EN UN RANGO DE ALTURA DE 2800-3049 msnm.

Los resultados obtenidos en este estudio permiten afirmar que para obtener una mayor productividad y calidad del pasto saboya a un rango de altura de 2800-3049msnm, se necesitan las siguientes condiciones:

- Suelo suelto, es decir que no tenga mucha presencia de limos o arcillas, que le dificulten a la planta su alimentación, preferiblemente se recomienda la textura franco-arenosa.
- Contenidos de materia orgánica de 5-6%
- Valores de pH alrededor de 6 a 7

De acuerdo con los parámetros anteriores es necesario:

- Cuando el suelo es arcilloso, es decir, se encharca, incluso durante días, es conveniente aportar materia orgánica (estiércol, compost, humus y rastrojos)
- Con un suelo arenoso, que se secan muy pronto que no almacena adecuada agua y nutrientes, aplicar abonos orgánicos (bovinaza, cuyinaza)
- Para mejorar la porosidad del suelo aportar arena, materia orgánica (estiércol, mantillo o turba), que le permita a los organismos del suelo, particularmente las lombrices de tierra, cavar túneles en el suelo y con ello mejorar la ventilación y la infiltración de agua.
- Para un suelo compactado con mal drenaje, se debe realizar prácticas de labranza mínima con implementos como cincel, permitiendo que haya mayor aireación y crecimiento radicular.
- Si un terreno tiene un pH ácido tiene el problema de que escasean algunos nutrientes esenciales para las plantas: Calcio, Magnesio, Fósforo, Molibdeno y Boro, es conveniente subir ese pH, incorporando caliza molida (cal dolomita).
- Para un suelo que presenta compactación, es preciso favorecer la acumulación de la materia orgánica y hacer un laboreo mínimo, que mejore su aireación.

Las propiedades físicas y químicas pueden modificarse, caso contrario ocurre con las condiciones climáticas que están determinadas por el rango de altura e influyen de forma indirecta en la producción y calidad del pasto saboya, las cuales son imposible de modificar. De acuerdo con este estudio, el pasto saboya próspera bien a una temperatura de 10°C, humedad relativa del 83%, precipitación anual de 800- 900mm y una luminosidad de 25 klux.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- El pasto saboya (*Holcus lanatus*) es una gramínea nativa que se adapta muy bien en la región de Ipiales. Dado que las condiciones edáficas, climáticas y biológicas propias de esta región, favorecen su producción y contenido nutricional.
- El pasto saboya expresa un potencial adecuado, en un rango de 2800 a 3049 msnm, en condiciones ambientales como: temperatura de 10°C, una precipitación anual de 800-900 mm, una humedad relativa de 83% y una luminosidad de 25 Klux.
- Bajo las anteriores condiciones climáticas, el periodo de recuperación para el pasto saboya es de 38-42 días, tiempo en el cual se debe realizar su corte o pastoreo debido, a que en este estado presenta su mejor calidad nutritiva.
- Las propiedades físicas del suelo como: capacidad de campo con 34.15%, porosidad 63%, infiltración 1-2 cm/h y penetrabilidad 1.65 Mpa, son condiciones que le proporcionan al suelo una buena retención de humedad y aireación y una leve compactación que le permiten a la planta obtener con mayor facilidad los nutrientes.
- Niveles de materia orgánica de 6-7% y un pH 6-7, posibilitan la disponibilidad de nutrientes como calcio con 16.5 meq/100g, fósforo 31.8ppm y magnesio 2.42meq/100g.
- La presencia del orden oligochaeta (lombriz de tierra), estuvo íntimamente relacionada con los contenidos medios de MO, el pH del suelo y el grado textural en este caso el franco arenoso, condiciones en las cuales esta población de organismos puede prosperar.

8.2 RECOMENDACIONES

- Destacar la importancia del pasto saboya (*Holcus lanatus*) como una especie promisoría de adecuado valor nutritivo para especies herbívoras.

- Para obtener un pasto de buena calidad nutritiva se recomienda que el corte o pastoreo se realice en un periodo comprendido entre, 38-42 días, momento en el cual el pasto no ha florecido y presenta un adecuado valor nutritivo.
- Para una mejor productividad de esta especie se recomienda que el pH se encuentre cercano a la neutralidad, y realizar un aporte de materia orgánica (compost, estiércol), para favorecer la disponibilidad de nutrientes.
- Es importante que el suelo de la pradera presente una capacidad de campo entre 34.15-46% y una velocidad de infiltración entre 1-2 cm/h, para lograr un periodo corto de pastoreo.
- Cuando se presente un suelo compacto, realizar practicas de labranza mínima, con el propósito de favorecer su aireación, con el fin de que las raíces se desarrollen y penetren fácilmente.

9. BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, A. Evaluación de algunas propiedades físicas, químicas y la macro fauna en tres épocas del año, bajo un sistema silvo pastoril en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Tesis Ing. Agroforestal. San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2005. 29 p.

AMEZQUITA, Edgar. Las propiedades físicas y el manejo productivo de los suelos. En: SILVA, Francisco. Fertilidad de suelos diagnostico y control. Bogotá: S.C.C.S, 1994. 58, 166 p.

APRÁEZ, Edmundo. Análisis químico de los alimentos. Pasto, Colombia: Editorial Universitaria. Universidad de Nariño, 1994. 167 p.

BAVER, L.D. Física de los suelos. México: Hispanoamericana, 1973. 529 p.

BEAR, F. los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Barcelona: Orrega, 1969. 73 p.

BENITEZ, C., *et al.* Los pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 1983. 676 p.

BERLINJ, Johan. Pastizales naturales. Barcelona: Trillas, 1998. 18 p.

BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. 4ed. Ángel Agro-ideagro., 2003. 19, 24, 67, 89, 146, 548, 549, 550 p.

BORRERO. Encalado de los suelos tropicales. En: Sociedad Colombiana del suelo. Manejo integral de la fertilidad del suelo. Bogotá, 2003. 78 p.

BUCKMAN H. y BRADY N. Naturaleza y propiedades de los suelos. México: Hispano Americana, 1966. 52 p.

BURBANO, Hernán. La materia orgánica del suelo en el contexto de una agricultura sostenible. En: SILVA, Francisco. Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Bogotá: S.C.C, 1994. 251, 525 p.

BURBANO, H y VIVEROS M. Curso sobre "Fertilidad e interpretación de análisis de suelos". Pasto-Colombia: Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo Regional Nariño, 1988. 10, 87, 88, 89, 99, 174 p.

CABRERA, A. Plan de desarrollo municipio de Aldana 2004-2007. 6 p.

CARDENAS, A. alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. Universidad Nacional de Colombia: Bogotá. 2001. 8 p.

CASTRO, Hugo. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Tunja: instituto universitario Juan de Castellanos, 1998. 120, 124, 280p.

CASTRO, D. Influencia del grado de disturbación del suelo y efecto fisiológico de un herbicida de contacto en una pradera de kikuyo (*Pennisetum Clandestinum Hoehst*) Pasto, Colombia, 1990. 278 p.

CLAVIJO, Jairo. Metabolismo de los nutrientes en las plantas. En: SILVA, Francisco. Fertilidad de suelos diagnostico y control. Bogotá: S.C.C.S, 1994. 21, 27,32 p.

CHARRY J. Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Universidad Nacional. Facultad de ciencias agropecuarias. Palmira, 1987. 94, 232, 318 p.

CHEEKE, P. Alimentación y nutrición del conejo. 1ra edición. Zaragoza, España: Acribia, 1995. 127 p.

CRESCO, G. Los pastos en Cuba. La Habana Cuba: Ed: Pueblo y Educación, 1998. 345-416 p.

DELGADO, A. Pastos y forrajes. Colombia: universidad de Nariño, 1966. 70p.

DUARTE, M Y RIVEROS, G. Efecto de las aplicaciones de nitrógeno y las densidades de población sobre el desarrollo y rendimiento de arroz-riego. Ecuador: Suelos Ecuatoriales, 1987. 82-88 p.

DUTHIL, Jean. Producción de forrajes. 3 ed. Madrid: Mundi- prensa, 1980. 37, 38 p.

FAJARDO, Guerrero. Evaluación preliminar de algunas variables edafoclimáticos y productivas del sistema agroforestal con Quillotocto *Tecota stans* (L) H.B.K, Acacia amarilla, Acacia decurrens Hill y Kik, *pennisetum clandestinum* Hochst en el centro de Investigación Botana. Pasto-Nariño. 2005. 129 p.

FITZ PATRICK. Introducción a la ciencia de los suelos. México: Trillas, 1996. 126 p.

GARCIA, B. Características químicas y la fertilidad de los suelos con énfasis en el departamento de Nariño. CORPOICA. Pasto, Obonuco, 2000. 4, 11, 13, 15,16 p.

GARDNER, W. Física de suelos. Uthea. México, 1973.p. 29

GAVANDE, S.A. Física de suelos, principios y aplicaciones. México: Limusa, 1986. 9, 82,83 p.

GUERRERO, Onaldo Desiderio. Asistente Laboratorio de Biología. Herbario, Universidad De Nariño. Pasto, Colombia, 20 de Agosto de 2007.

GUERRERO, JARAMILLO Y LOPEZ. Estudio de la vegetación natural de las zonas ganaderas del altiplano de Pasto. Revista de ciencias agrícolas. Pasto Colombia, 1976. 112 p.

GUERRERO, Ricardo. Fundamentos Técnicos para la fertilización de cultivos. En: SILVA, Francisco. Fertilidad de suelos diagnostico y control. Bogotá: S.C.C.S, 1994. 87, 254,261 p.

HARDY, Frederick. Edafología Tropical. 1 ed. México: Santillanas, 1970. 55p.

INSTITUTO AGROPECUARIO DE COLOMBIA (ICA). Programa de pastos y forrajes, 1994. 3 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Suelos de Colombia, origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Santa Fé de Bogotá. 1995. 243 p.

KONONOVA, M. Materia orgánica del suelo, su naturaleza, propiedades y método de investigación. Rusia: Oikos, 1982. 87p.

LAREDO. En: BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales. 4ª ed. Bogotá: Ángel agro-ideagro, 2003. 550 p.

LANCELLOTTI, A. Investigación de recursos naturales [en línea]. AGRICULTURA TECNICA (Chile).2007 (Citado Abril-Junio 2007). Disponible en Internet :<
URL: [http://www. Scielo.cl/scielophp? script=csi](http://www.Scielo.cl/scielophp?script=csi)>.

LASCANO, Carlos y SPAIN, James. Establecimiento y Renovación de Pasturas. Cali: CIAT, 1997. 104, 105, 115, 120, 156-157 p.

LEGARDA, L. Características y manejo de las propiedades físicas de los suelos volcánicos de Nariño. Revista de investigación Universidad de Nariño. Colombia, 1989. 116-138 p.

LEGARDA Y MORA. Estudio de ciertas características de algunos suelos de Nariño, relacionadas con las formaciones ecológicas. Tesis de grado. Universidad de Nariño. Pasto, 1990. 26, 60 p.

MENDOZA, J. Edafología. Ciencias Ambientales. Fauna del suelo, lombricidas y anélidos [en línea] Argentina 2006. Unex.es Disponible en internet. <<http://www.unex.es/edafo/.htm>>.

MENENDEZ, J. Pastizales xerofitos y prados, [en línea]. ASTURNATURA.COM .2007 (Última actualización junio-2007). Disponible en Internet :<[URL:http://www.asturnatura.com.asturnaturadb](http://www.asturnatura.com.asturnaturadb)>

TORRES, Francisco. Análisis de algunos parámetros climáticos del altiplano de Pasto, Nariño, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Revista de investigaciones, 3(4), 1988.p.153.

UNIGARRO Y CARREÑO. Métodos químicos para el análisis de suelos. Universidad de Nariño. 2005. 4-67p.

VARGAS, R. Pastos y forrajes. Bogotá: Acribia, 1987. 71 p.

MILA, P. A. Suelos, pastos y forrajes, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá: Unisur, 2001. 16, 22, 23, 32, 53, 68 p.

MEDINA, H. Cátedra recursos forrajeros. Universidad de Nariño. Pasto: Colombia. 2004. 25 p.

MONTENEGRO. Evaluación preliminar de algunas variables edafoclimáticas y productivas del sistema agroforestal con Quillotocto (*Tecoma atans*)(L) H.B.K, Acacia amarilla (*Acacia decurrens will*) y Kik (*Pennisetum clandestinium hochst*) en el centro de investigación Botana, Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias agrícolas, 2005. 29 p.

MUÑOZ, A. Los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. En: Fertilidad de los suelos, diagnóstico y control. SCCS, Bogotá, 1994. 294 p.

MUÑOZ, G y MUÑOZ, P. Efecto de las coberturas sobre algunas características biológicas de los suelos del trayecto Pasto-Sandoná. Pasto, Universidad de Nariño, 1997. 71 p.

NIGOUL, Martín. Lombricultura [en línea]. Manual De Lombricultura (Argentina) 2006. Disponible en Internet: <[URL:http://www. Manual de Lombricultura.Com](http://www.Manual de Lombricultura.Com)>

ORTEGA, F. Y CHAVARRO, G. Estudio de algunas propiedades físico químicas y de fertilidad de los suelos de Leiva. Nariño- Colombia, 1990. 38, 52 p.

OSORIO, Doris Liliana. Cultivo de pastos y forrajes. Colombia: Grupo Latino, 2003. 67 p.

PEARSON, Hugues. Explotación de pastos. Manuales de técnica agropecuaria. España: Acribia, 1979. 16 p.

PIRELA, M. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Bogota, 2005. 6 p.

RIASCOS, A Y SANCHEZ, G. Efectos de algunos sistemas de manejo de cultivos sobre algunas propiedades físicas y químicas en el Municipio de Córdoba. Dpto. Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1989. 33 p.

RODRÍGUEZ, Claudia. Caracterización físico, químico del suelo en tres coberturas vegetales y su relación con la macro fauna del suelo en la vereda la josefina. Municipio de pasto, Nariño. Tesis Ing. Agroforestal. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2005. 27,30 p.

TAYLOR y BURNETT. Aireación del suelo En: Física de los suelos. México: central regional de ayuda técnica, 1972. 109 p.

ANEXOS

ANEXO A. Coeficiente de correlación entre las variables cuantitativas seleccionadas.

CORRELACION MATRICIAL

	BIOMASA	MS	EE	Fc	FDA	LIGNINA	HEMI	CALCIO
BIOMASA	1.0000	0.9692	0.8216	0.7779	0.9505	0.5266	0.7806	0.7685
MS	0.9692	1.0000	0.8527	0.6914	0.8469	0.3310	0.9096	0.7412
EE	0.8216	0.8527	1.0000	0.2809	0.6731	0.4945	0.7497	0.4866
Fc	0.7779	0.6914	0.2809	1.0000	0.8587	0.3432	0.4866	0.7573
FDA	0.9505	0.8469	0.6731	0.8587	1.0000	0.6880	0.5592	0.7551
LIGNINA	0.5266	0.3310	0.4945	0.3432	0.6880	1.0000	-0.0703	0.2972
HEMI	0.7806	0.9096	0.7497	0.4866	0.5592	-0.0703	1.0000	0.6081
CALCIO	0.7685	0.7412	0.4866	0.7573	0.7551	0.2972	0.6081	1.0000
FOSFORO	0.8014	0.7732	0.5230	0.7725	0.7848	0.3215	0.6332	0.9986
MAGNESIO	0.9662	0.9931	0.9072	0.6263	0.8403	0.3921	0.8897	0.7076
NITROTO	0.4881	0.3202	-0.0313	0.8569	0.6926	0.4661	0.0312	0.5749
PROTEINA	0.9994	0.9684	0.8130	0.7863	0.9513	0.5203	0.7806	0.7908
NDT	0.9880	0.9554	0.7291	0.8595	0.9531	0.4589	0.7759	0.8013
PH	0.8489	0.7622	0.5247	0.8510	0.8976	0.5284	0.5244	0.5234
MO	-0.6334	-0.4989	-0.3344	-0.6985	-0.7541	-0.6073	-0.2141	-0.5265
CaS	0.6301	0.5059	0.2872	0.7447	0.7463	0.5305	0.2437	0.4553
MgS	0.6610	0.6420	0.5708	0.4837	0.6230	0.3666	0.5159	0.3486
AZUS	-0.3502	-0.4292	-0.1875	-0.3821	-0.2489	0.2354	-0.5230	-0.0927
PS	0.6257	0.5813	0.2499	0.7777	0.6597	0.2018	0.4551	0.7876
CIC	-0.0312	-0.0275	0.0089	-0.0622	-0.0375	0.0022	-0.0214	-0.0665
CAPCAMP	-0.3004	-0.1121	-0.2113	-0.2743	-0.4863	-0.7978	0.2338	-0.3579
INFILTRA	-0.8058	-0.6986	-0.7733	-0.5051	-0.8401	-0.8255	-0.3977	-0.4929
PENETRA	-0.3367	-0.3922	-0.3988	-0.1269	-0.2305	-0.0332	-0.4217	0.0135

CORRELACION MATRICIAL

	FOSFORO	MAGNESIO	NITROTO	PROTEINA	NDT	PH	MO	CaS
BIOMASA	0.8014	0.9662	0.4881	0.9994	0.9880	0.8489	-0.6334	0.6301
MS	0.7732	0.9931	0.3202	0.9684	0.9554	0.7622	-0.4989	0.5059
EE	0.5230	0.9072	-0.0313	0.8130	0.7291	0.5247	-0.3344	0.2872
Fc	0.7725	0.6263	0.8569	0.7863	0.8595	0.8510	-0.6985	0.7447
FDA	0.7848	0.8403	0.6926	0.9513	0.9531	0.8976	-0.7541	0.7463
LIGNINA	0.3215	0.3921	0.4661	0.5203	0.4589	0.5284	-0.6073	0.5305
HEMI	0.6332	0.8897	0.0312	0.7806	0.7759	0.5244	-0.2141	0.2437
CALCIO	0.9986	0.7076	0.5749	0.7908	0.8013	0.5234	-0.5265	0.4553
FOSFORO	1.0000	0.7416	0.5779	0.8222	0.8310	0.5596	-0.5447	0.4779
MAGNESIO	0.7416	1.0000	0.2641	0.9636	0.9346	0.7377	-0.4869	0.4812
NITROTO	0.5779	0.2641	1.0000	0.4989	0.5735	0.7267	-0.7250	0.7912
PROTEINA	0.8222	0.9636	0.4989	1.0000	0.9897	0.8412	-0.6352	0.6281
NDT	0.8310	0.9346	0.5735	0.9897	1.0000	0.8752	-0.6532	0.6655
PH	0.5596	0.7377	0.7267	0.8412	0.8752	1.0000	-0.7097	0.8585
MO	-0.5447	-0.4869	-0.7250	-0.6352	-0.6532	-0.7097	1.0000	-0.4906
CaS	0.4779	0.4812	0.7912	0.6281	0.6655	0.8585	-0.4906	1.0000
MgS	0.3807	0.6458	0.1397	0.6518	0.6452	0.5297	-0.1995	0.4082
AZUS	-0.1157	-0.3814	-0.2037	-0.3402	-0.3972	-0.5172	0.0923	-0.4563
PS	0.7882	0.5274	0.6963	0.6423	0.6903	0.6117	-0.6129	0.6380
CIC	-0.0648	-0.0204	-0.0803	-0.0335	-0.0403	-0.0038	0.5700	0.3661
CAPCAMP	-0.3595	-0.1521	-0.5765	-0.3073	-0.2643	-0.3519	0.5681	-0.5210
INFILTRA	-0.5276	-0.7434	-0.3697	-0.7982	-0.7434	-0.6686	0.7207	-0.4867
PENETRA	-0.0153	-0.4005	0.0149	-0.3213	-0.3123	-0.4175	-0.2155	-0.5307

CORRELACION MATRICIAL

	MgS	AZUS	PS	CIC	CAPCAMP	INFILTRA	PENETRA
BIOMASA	0.6610	-.3502	0.6257	-.0312	-.3004	-.8058	-.3367
MS	0.6420	-.4292	0.5813	-.0275	-.1121	-.6986	-.3922
EE	0.5708	-.1875	0.2499	0.0089	-.2113	-.7733	-.3988
FC	0.4837	-.3821	0.7777	-.0622	-.2743	-.5051	-.1269
FDA	0.6230	-.2489	0.6597	-.0375	-.4863	-.8401	-.2305
LIGNINA	0.3666	0.2354	0.2018	0.0022	-.7978	-.8255	-.0332
HEMI	0.5159	-.5230	0.4551	-.0214	0.2338	-.3977	-.4217
CALCIO	0.3486	-.0927	0.7876	-.0665	-.3579	-.4929	0.0135
FOSFORO	0.3807	-.1157	0.7882	-.0648	-.3595	-.5276	-.0153
MAGNESIO	0.6458	-.3814	0.5274	-.0204	-.1521	-.7434	-.4005
NITROTO	0.1397	-.2037	0.6963	-.0803	-.5765	-.3697	0.0149
PROTEINA	0.6518	-.3402	0.6423	-.0335	-.3073	-.7982	-.3213
NDT	0.6452	-.3972	0.6903	-.0403	-.2643	-.7434	-.3123
PH	0.5297	-.5172	0.6117	-.0038	-.3519	-.6686	-.4175
MO	-.1995	0.0923	-.6129	0.5700	0.5681	0.7207	-.2155
CaS	0.4082	-.4563	0.6380	0.3661	-.5210	-.4867	-.5307
MgS	1.0000	-.0699	0.3650	0.3759	0.1307	-.5851	-.2660
AZUS	-.0699	1.0000	-.2289	-.0934	-.1224	0.0757	0.7641
PS	0.3650	-.2289	1.0000	-.0000	-.3090	-.4031	-.0300
CIC	0.3759	-.0934	-.0000	1.0000	0.0734	0.1510	-.5914
CAPCAMP	0.1307	-.1224	-.3090	0.0734	1.0000	0.5687	0.0145
INFILTRA	-.5851	0.0757	-.4031	0.1510	0.5687	1.0000	0.1642
PENETRA	-.2660	0.7641	-.0300	-.5914	0.0145	0.1642	1.0000

ANEXO B. Valores que explican la variabilidad (%) de la colección (variables cuantitativas)

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	13.0944033	9.8827496	0.5693	0.5693
2	3.2116537	1.0385025	0.1396	0.7090
3	2.1731512	0.2223965	0.0945	0.8034
4	1.9507547	0.6765636	0.0848	0.8883
5	1.2741911	0.4173910	0.0554	0.9437
6	0.8568001	0.5672090	0.0373	0.9809
7	0.2895911	0.1401364	0.0126	0.9935
8	0.1494548	0.1494548	0.0065	1.0000

ANEXO C. Variables que conforman cada Clúster.

CLUSTER 1

----- CLUSTER=1 -----

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
BIOMASA	5	1.2000000	0	1.2000000	1.2000000
MS	5	164.9280000	4.6130597	160.6800000	171.8400000
EE	5	40.3680000	3.2924641	36.9600000	44.4000000
FC	5	414.6960000	37.9737341	368.0400000	453.9600000
FDA	5	392.0640000	13.2428577	369.3600000	401.5200000
LIGNINA	5	52.7520000	10.3466864	44.6400000	64.0800000
HEMI	5	336.7200000	30.8802461	306.3600000	379.2000000
CALCIO	5	3.0480000	0.2629068	2.7600000	3.2400000
FOSFORO	5	6.6960000	0.5258137	6.1200000	7.0800000
MAGNESIO	5	1.9440000	0.0536656	1.9200000	2.0400000
NITROTO	5	35.5120000	3.3002303	30.2000000	38.2800000
PROTEINA	5	168.4320000	0.7229938	167.6400000	168.9600000
NDT	5	669.6000000	13.1453414	660.0000000	684.0000000
PH	5	5.3800000	0.2387467	5.1000000	5.7000000
MO	5	0.0886000	0.0136308	0.0720000	0.1100000
CaS	5	7.5000000	3.2163644	3.1000000	11.2000000
MgS	5	1.7220000	0.6731047	0.6200000	2.3900000
AZUS	5	7.6660000	5.4604652	4.2300000	17.3200000
PS	5	22.4000000	8.7635609	10.0000000	34.0000000
CIC	5	22.4000000	5.0872389	17.0000000	28.0000000
CAPCAMP	5	0.4109000	0.0388783	0.3690000	0.4688000
INFILTRA	5	1.1800000	0.2588436	0.8000000	1.5000000
PENETRA	5	25.6000000	10.1390335	16.0000000	40.0000000

CLUSTER 2

----- CLUSTER=2 -----

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
BIOMASA	2	1.5000000	0	1.5000000	1.5000000
MS	2	204.0000000	4.4547727	200.8500000	207.1500000
EE	2	49.2000000	4.2426407	46.2000000	52.2000000
FC	2	532.9500000	48.7903679	498.4500000	567.4500000
FDA	2	497.1750000	6.6821591	492.4500000	501.9000000
LIGNINA	2	68.4750000	16.4402327	56.8500000	80.1000000
HEMI	2	407.6250000	34.8957197	382.9500000	432.3000000
CALCIO	2	3.7500000	0.4242641	3.4500000	4.0500000
FOSFORO	2	8.2500000	0.8485281	7.6500000	8.8500000
MAGNESIO	2	2.4000000	0	2.4000000	2.4000000
NITROTO	2	46.0500000	2.5455844	44.2500000	47.8500000
PROTEINA	2	210.3750000	1.1667262	209.5500000	211.2000000
NDT	2	840.0000000	21.2132034	825.0000000	855.0000000
PH	2	6.2500000	0.0707107	6.2000000	6.3000000
MO	2	0.0570000	0.0014142	0.0560000	0.0580000
CaS	2	16.5000000	0.5656854	16.1000000	16.9000000
MgS	2	2.4150000	0.4171930	2.1200000	2.7100000
AZUS	2	3.6800000	0.5798276	3.2700000	4.0900000
PS	2	120.0000000	107.4802307	44.0000000	196.0000000
CIC	2	22.8000000	1.6970563	21.6000000	24.0000000
CAPCAMP	2	0.3415000	0.0502046	0.3060000	0.3770000
INFILTRA	2	0.6000000	0.2828427	0.4000000	0.8000000
PENETRA	2	16.5000000	4.9497475	13.0000000	20.0000000

ANEXO D.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,4	0,32	0,02	-8,28	-7,69

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,7	0,19	1,25	2,14	9,05	<0,0001	5,23
MO	-0,05	0,02	-0,1	4,30E- 03	-2,17	0,0671	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Modelo	0,07	1	0,07	4,69	0,0671
MO	0,07	1	0,07	4,69	0,0671
Error	0,11	7	0,02		
Total	0,18	8			

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,4	0,31	0,02	-8,22	-7,63

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,09	0,11	0,84	1,34	10,4	<0,0001	5,16
Ca	-0,05	0,02	-0,1	4,30E- 03	-2,17	0,0689	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p- valor
Modelo	0,07	1	0,07	4,61	0,0689
Ca	0,07	1	0,07	4,61	0,0689
Error	0,11	7	0,02		
Total	0,18	8			

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,44	0,36	0,02	-8,87	-8,27

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,05	0,11	0,78	1,32	9,2	<0,0001	5,91
Mg	0,12	0,05	-1,30E-03	2,40E-01	2,34	0,0519	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	1	0,08	5,47	0,0519
Mg	0,08	1	0,08	5,47	0,0519
Error	0,1	7	0,01		
Total	0,18	8			

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,12	0	0,15	-4,85	-4,25

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,37	0,09	1,16	1,59	15,31	<0,0001	1,98
S	0,01	0,01	-0,04	2,00E-02	-0,09	0,3555	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	1	0,02	0,98	0,3555
S	0,02	1	0,02	0,98	0,3555
Error	0,16	7	0,02		
Total	0,18	8			

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,39	0,3	0,24	-8,14	-7,55

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,23	0,05	1,1	1,36	22,79	<0,0001	5,07
P	1,60E-03	7,60E-04	-1,90E-04	3,40E-04	2,12	0,0715	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	1	0,07	4,5	0,0715
P	0,07	1	0,07	4,5	0,0715
Error	0,11	7	0,02		
Total	0,18	8			

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,72	0,68	0,01	-13,1	-12,51

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	-0,44	0,41	-1,41	0,53	-1,07	0,3196	16,92
Ph	0,31	0,07	0,14	4,80E-01	4,25	0,0038	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	1	0,13	18,05	0,0038
Ph	0,13	1	0,13	18,05	0,0038
Error	0,05	7	0,01		
Total	0,18	8			

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,11	0	0,02	-4,15	-4,16

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,4	0,12	1,12	1,69	11,59	<0,0001	1,91
Penetra	-0,01	0,01	-0,02	1,00E-02	-0,95	0,3757	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	1	0,02	0,89	0,3757
Penetra	0,02	1	0,02	0,89	0,3757
Error	0,16	7	0,02		
Total	0,18	8			

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,65	0,6	0,01	-13,1	-12,51

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,61	0,09	1,39	1,83	15,31	<0,0001	1,98
Infiltra	-0,31	0,09	-0,51	-1,10E-01	-0,09	0,0087	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,12	1	0,12	12,96	0,0087
Infiltra	0,12	1	0,12	12,96	0,0087
Error	0,06	7	0,01		
Total	0,18	8			

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	9,70E-04	0	0,04	-3,68	-3,08

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,33	0,32	0,58	2,07	4,21	0,004	1,13
CIC	-1,10E-03	0,01	-0,03	3,00E-02	-0,08	0,9566	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1,70E-04	1	1,70E-04	0,01	0,9566
CIC	1,70E-04	1	1,70E-04	0,01	0,9566
Error	0,18	7	0,03		
Total	0,18	8			

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R2	R2	ECMP	AIC	BIC
BIO	9	0,09	0	0,04	-4,52	-3,39

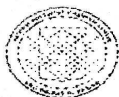
Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpM allows
Const	1,64	0,41	0,68	2,59	4,03	0,005	1,73
Cap Campo	-0,01	0,01	-0,03	2,00E-02	-0,83	0,4322	

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	1	0,02	0,69	0,4322
Cap Campo	0,02	1	0,02	0,69	0,4322
Error	0,16	7	0,02		
Total	0,18	8			

ANEXO E. Análisis Bromatológico del pasto saboya (*Holcus lanatus*)



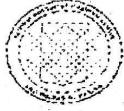
Universidad de Nariño

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



Fecha recepción: Noviembre 26 de 2007 **Análisis:** 6231-6239
Fecha entrega : Diciembre 17 de 2007
Muestra : Pasto Saboya Total: 9 muestras
Procedencia: 1 - 3. Ipiales. Vereda: Santa Bárbara
 4 - 6. Ipiales. Corregimiento: San Luis
 7 - 9. Ipiales. Vereda: Los Marcos
Análisis : Proximal, FDN, FDA, Lignina, Energía, Proteína verdadera, Ca, P, Mg, S
Solicitante: Dayra López

ANÁLISIS	1. Pasto Saboya		2. Pasto Saboya	
	% B.H.	% B.S.	% B.H.	% B.S.
Humedad	86,19		85,68	
Materia seca	13,81		14,32	
Ceniza	1,69	12,21	1,66	11,59
Extracto etéreo	0,42	3,08	0,53	3,70
Fibra cruda	5,22	37,83 ✓	4,39	30,67
Proteína cruda	2,75	19,93 ✓	2,70	18,87
E.N.N.	3,72	26,96	5,04	35,18
F.D.N.	8,51	61,65	8,93	62,38
F.D.A.	4,53	32,83	4,41	30,78
Lignina	0,52	3,79	0,53	3,72
Celulosa	4,01	29,04	3,88	27,06
Hemicelulosa	3,98	28,82	4,53	31,60
Calcio	0,04	0,27	0,03	0,22
Fósforo	0,08	0,59	0,08	0,56
Magnesio	0,02	0,16	0,02	0,17
Azufre	0,03	0,25	0,03	0,24
Nitrógeno Total	0,44	3,19	0,43	3,02
Proteína verdadera	1,94	14,08	2,07	14,44

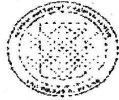


Universidad de Nariño

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCIÓN DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



ANÁLISIS	3. Pasto Saboya		4. Pasto Saboya	
	% B.H.	% B.S.	% B.H.	% B.S.
Humedad	86,61		83,96	
Materia seca	13,39		16,04	
Ceniza	1,66	12,37	1,76	10,98
Extracto etéreo	0,47	3,48	0,54	3,35
Fibra cruda	4,45	33,23	5,08	31,69
Proteína cruda	2,47	18,43	2,77	17,24
E.N.N.	4,35	32,49	5,89	36,74
F.D.N.	7,90	58,99	9,88	61,58
F.D.A.	4,48	33,46	5,61	34,96
Lignina	0,72	5,34	0,97	6,07
Celulosa	3,77	28,12	4,64	28,90
Hemicelulosa	3,42	25,53	4,27	26,62
Calcio	0,03	0,23	0,03	0,17
Fósforo	0,07	0,51	0,08	0,49
Magnesio	0,02	0,16	0,03	0,17
Azufre	0,03	0,20	0,04	0,22
Nitrógeno Total	0,39	2,95	0,44	2,76
Proteína verdadera	1,87	13,97	2,10	13,06

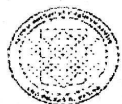


Universidad de Nariño

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



ANÁLISIS	5. Pasto Saboya		6. Pasto Saboya	
	% B.H.	% B.S.	% B.H.	% B.S.
Humedad	84,10		83,25	
Materia seca	15,90		16,75	
Ceniza	1,69	10,64	1,73	10,33
Extracto etéreo	0,59	3,68	0,67	4,02
Fibra cruda	4,90	30,82	4,83	28,84
Proteína cruda	2,91	18,33	3,08	18,40
E.N.N.	5,81	36,52	6,43	38,40
F.D.N.	9,14	57,48	9,41	56,16
F.D.Á.	5,46	34,34	5,41	32,33
Lignina	0,86	5,44	0,87	5,22
Celulosa	4,59	28,90	4,54	27,11
Hemicelulosa	3,68	23,15	3,99	23,83
Calcio	0,02	0,15	0,05	0,32
Fósforo	0,08	0,51	0,08	0,45
Magnesio	0,02	0,14	0,02	0,15
Azufre	0,03	0,20	0,04	0,21
Nitrógeno Total	0,47	2,93	0,49	2,94
Proteína verdadera	2,21	13,89	2,18	13,03

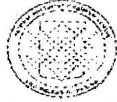


Universidad de Nariño

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCIÓN DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



ANÁLISIS	7. Pasto Saboya		8. Pasto Saboya	
	% B.H.	% B.S.	% B.H.	% B.S.
Humedad	83,31		84,79	
Materia seca	16,69		15,21	
Ceniza	1,80	10,76	1,66	10,93
Extracto etéreo	0,60	3,59	0,61	3,98
Fibra cruda	5,55	33,29	4,54	29,87
Proteína cruda	2,38	14,27	2,76	18,16
E.N.N.	6,36	38,09	5,64	37,05
F.D.N.	10,05	60,21	9,06	59,56
F.D.A.	6,31	37,84	4,99	32,82
Lignina	1,19	7,14	0,93	6,08
Celulosa	5,12	30,70	4,07	26,74
Hemicelulosa	3,73	22,36	4,07	26,74
Calcio	0,03	0,20	0,03	0,18
Fósforo	0,07	0,42	0,07	0,46
Magnesio	0,02	0,13	0,02	0,15
Azufre	0,03	0,20	0,03	0,19
Nitrógeno Total	0,38	2,28	0,44	2,91
Proteína verdadera	1,69	10,14	2,09	13,77



Universidad de Nariño

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCIÓN DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



ANÁLISIS	9. Pasto Saboya	
	% B.H.	% B.S.
Humedad	83,98	
Materia seca	16,02	
Ceniza	1,65	10,32
Extracto etéreo	0,59	3,69
Fibra cruda	4,88	30,49
Proteína cruda	2,72	16,99
E.N.N.	6,17	38,51
F.D.N.	9,44	58,94
F.D.A.	5,35	33,41
Lignina	0,97	6,09
Celulosa	4,38	27,32
Hemicelulosa	4,09	25,54
Calcio	0,03	0,18
Fósforo	0,07	0,44
Magnesio	0,03	0,17
Azufre	0,03	0,17
Nitrógeno Total	0,44	2,72
Proteína verdadera	2,12	13,24



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA



MUESTRA	PROCEDENCIA
1. Pasto Saboya	Ipiales. Vereda: Santa Bárbara 1. Altitud 3049 msnm. T° = 9 - 10 °C
2. Pasto Saboya	Ipiales. Vereda: Santa Bárbara 2. Altitud 3000 msnm. T° = 9 - 10 °C
3. Pasto Saboya	Ipiales. Vereda: Santa Bárbara 3. Altitud 2967 msnm. T° = 9 - 10 °C
4. Pasto Saboya	Ipiales. Corregimiento: San Luis 1. Altitud 2960 msnm. T° = 10 °C
5. Pasto Saboya	Ipiales. Corregimiento: San Luis 2. Altitud 2960 msnm. T° = 10 °C
6. Pasto Saboya	Ipiales. Corregimiento: San Luis 3. Altitud 2960 msnm. T° = 10 °C
7. Pasto Saboya	Ipiales. Vereda: Los Marcos 1. Altitud 2934 msnm. T° = 10 °C
8. Pasto Saboya	Ipiales. Vereda: Los Marcos 2. Altitud 2963 msnm. T° = 10 °C
9. Pasto Saboya	Ipiales. Vereda: Los Marcos 3. Altitud 2961 msnm. T° = 10 °C


Observaciones:

Gloria Sandra Espinosa Narváez

Gloria Sandra Espinosa Narváez

Tec. Quim. Lab. Bromatología

ANEXO F. Análisis de suelo en las zonas de estudio


 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS		
	(Nit: 800-118-954-1)		
	LABORATORIO DE SUELOS		
Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01	Página 1 de 1
RESULTADOS ANALISIS DE SUELO			

Fecha Febrero 11 de 2008 Análisis N° 7192 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio _____ Vereda _____
 Finca _____ Referencia Santa Barbara
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos
 Altura _____ msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
 Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7192			
		01			
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		5,5			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	8,6			
Densidad Aparente	g/cc	0,8			
Fósforo (P) Bray II	ppm	34			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		26,6			
Calcio de Cambio	CH ₃ COOHNH ₄ 1NpH7	meq/100g	11,20		
Magnesio de Cambio			2,39		
Potasio de Cambio			1,93		
Aluminio de Cambio			0,10		
Hierro	Extracción método de Mehlich I (HCl 0,05N y H ₂ SO ₄ 0,025 N)	ppm	16,0		
Manganeso			30,0		
Cobre			0,52		
Zinc			11,7		
Nitrógeno Total %			0,36		
Carbono Orgánico %			4,97		
Azufre disponible	Extracción con (ppm) (Ca(H ₂ P04)2.H ₂ O) 0.008 M		6,14		
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado textural		F-A		
Arena		%	62,2		
Arcillas		%	7,4		
Limos		%	30,4		
Densidad real	Picnometro	g/cc	2,52		
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	%	36,9		


MARÍA DEL ROSARIO CARREÑO
 TECNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha


 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS			
	(Nit: 800-118-954-1)		LABORATORIO DE SUELOS	
	Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01	Página 1 de 1
RESULTADOS ANALISIS COMPLETO DE SUELO				

Fecha Febrero 04 de 2008 Análisis N° 7186 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio Vereda _____
 Finca _____ Referencia Santa Barbara _____
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos _____
 Altura 3000 msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7186			
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		02			
		5,4			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	11,0			
Densidad Aparente	g/cc	1,0			
Fósforo (P) Bray II	ppm	10			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		28,0			
Calcio de Cambio	meq/100g	9,90			
Magnesio de Cambio		1NpH7	1,75		
Potasio de Cambio			1,01		
Aluminio de Cambio		Extracción KCl 1N	0,10		
Hierro	ppm	19,2			
Manganeso		Extracción método de Mehlich1	18,8		
Cobre		(HCl 0,05N y H ₂ SO ₄ 0,025 N)	0,4		
Zinc		NTC 5526	4,7		
Nitrógeno Total	%	0,44			
Carbono Orgánico	%	6,39			
Azufre disponible	ppm	4,23			
	Extracción con (Ca(H ₂ P04)2.H ₂ O) 0.008 M				
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado textural	F			
Arena	%	56,2			
Arcillas	%	8,2			
Limos	%	35,6			
Densidad real	Picnometro	g/cc	2,28		
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	%	42,87		


MARIA DEL ROSARIO CARREÑO
 TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha


 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS		
	(Nit: 800-118-954-1)		LABORATORIO DE SUELOS
	Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01
RESULTADOS ANALISIS COMPLETO DE SUELO			

Fecha Febrero 04 de 2008 Análisis N° 7189 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio _____ Vereda _____
 Finca _____ Referencia Santa Barbara
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos
 Altura 2967 msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7189			
		03			
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		5,5			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	11,5			
Densidad Apparente	g/cc	0,8			
Fósforo (P) Bray II	ppm	11			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		29,2			
Calcio de Cambio	CH ₃ COOHNH ₄ 1NpH7	meq/100g			
Magnesio de Cambio					
Potasio de Cambio					
Aluminio de Cambio	Extracción KCl 1N				
Hierro	Extracción método de Mehlich I (HCl 0,05N y H ₂ SO ₄ 0,025 N)	ppm			
Manganeso					
Cobre					
Zinc	NTC 5526				
Nitrógeno Total		%	0,45		
Carbono Orgánico		%	6,65		
Azufre disponible	Extracción con (Ca(H ₂ P04)2.H ₂ O) 0.008 M	ppm	4,09		
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado textural		F-A		
Arena		%	56,6		
Arcillas		%	7,8		
Limos		%	35,6		
Densidad real	Picnometro	g/cc	2,26		
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	%	45,58		


MARIA DEL ROSARIO CARREÑO
 TECNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha


 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS			
	(Nit: 800-118-954-1)		LABORATORIO DE SUELOS	
Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01	Pagina 1 de 1	
RESULTADOS ANALISIS DE SUELO				

Fecha Febrero 11 de 2008 Análisis N° 7194 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio _____ Vereda _____
 Finca _____ Referencia San Luis
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos
 Altura 2960 msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7194				
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		02				
		6,3				
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	5,6				
Densidad Aparente	g/cc	0,8				
Fósforo (P) Bray II	ppm	44				
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		21,6				
Calcio de Cambio	CH ₃ COOHNH ₄ 1NpH7	meq/100g				
Magnesio de Cambio						16,10
Potasio de Cambio						2,42
Aluminio de Cambio	Extracción KCl 1N					
Hierro		*				
Manganeso	Extracción método de Mehlich1 (HCl 0,05N y H ₂ SO ₄ 0,025 N)	ppm				
Cobre						16,4
Zinc						21,2
Nitrógeno Total %	NTC 5526					
Carbono Orgánico %		0,52				
Azufre disponible	Extracción con (ppm) (Ca(H ₂ P ₀ 4) ₂ .H ₂ O) 0.008 M	7,5				
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado textural	0,25				
Arena		3,24				
Arcillas		4,09				
Limos		F-A				
Densidad real	Picnometro	%	57,8			
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	%	7,4			
		g/cc	34,8			
		%	2,51			
		%	30,6			


MARIA DEL ROSARIO CARREÑO
 TECNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha


 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS			
	(Nit: 800-118-954-1)		LABORATORIO DE SUELOS	
	Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01	Página 1 de 1
RESULTADOS ANALISIS DE SUELO				

Fecha Febrero 11 de 2008 Análisis N° 7191 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio _____ Vereda _____
 Finca _____ Referencia San Luis
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos
 Altura 2960 msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7191			
		03			
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		6,2			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	5,8			
Densidad Aparente	g/cc	0,8			
Fósforo (P) Bray II	ppm	196			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		24,0			
Calcio de Cambio	meq/100g	16,90			
Magnesio de Cambio					
Potasio de Cambio		2,71			
Aluminio de Cambio	Extracción KCl 1N	1,24			
Hierro		*			
Manganeso	ppm	16,8			
Cobre					
Zinc	Extracción método de Mehlich I (HCl 0,05N y H ₂ SO ₄ 0,025 N)	29,6			
Nitrógeno Total %	NTC 5526	0,48			
Carbono Orgánico %		17,3			
Azufre disponible	Extracción con (ppm) (Ca(H ₂ P ₀ 4) ₂ .H ₂ O) 0.008 M	0,26			
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado textural	3,37			
Arena		F-A			
Arcillas	%	61,8			
Limos	%	7,4			
Densidad real	Picnometro	30,8			
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	2,45			
		37,7			


MARÍA DEL ROSARIO CARREÑO
 TECNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha


 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS			
	(Nit: 800-118-954-1)		LABORATORIO DE SUELOS	
	Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01	Página 1 de 1
RESULTADOS ANALISIS COMPLETO DE SUELO				

Fecha Febrero 04 de 2008 Análisis N° 7190 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio _____ Vereda _____
 Finca _____ Referencia San Luis
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos
 Altura 2960 msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
 Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7190			
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		01			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	5,8			
Densidad Aparente	g/cc	8,8			
Fósforo (P) Bray II	ppm	0,9			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		39			
Calcio de Cambio	CH ₃ COOHNH ₄ 1NpH7	24,2			
Magnesio de Cambio		7,90			
Potasio de Cambio		3,74			
Aluminio de Cambio		1,32			
Hierro	Extracción KCl 1N	*			
Manganeso	Extracción método de Mehlich I (HCl 0,05N y H ₂ SO ₄ 0,025 N)	25,6			
Cobre		6,0			
Zinc		0,3			
Nitrógeno Total	NTC 5526	4,6			
Carbono Orgánico		%	0,37		
Azufre disponible	Extracción con (Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O) 0.008 M	%	5,13		
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado textural	ppm	4,77		
Arena			F-A		
Arcillas		%	67,0		
Limos		%	7,8		
Densidad real	Picnometro	%	25,2		
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	g/cc	2,48		
		%	47,34		


MARIA DEL ROSARIO CARREÑO
 TECNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha


 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS			
	(Nit: 800-118-954-1)		LABORATORIO DE SUELOS	
	Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01	Página 1 de 1
RESULTADOS ANALISIS DE SUELO				

Fecha Febrero 11 de 2008 Análisis N° 7193 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio _____ Vereda _____
 Finca _____ Referencia San Marcos
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos
 Altura 2964 msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
 Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7193			
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		01			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	5,2			
Densidad Aparente	g/cc	8,7			
Fósforo (P) Bray II	ppm	0,8			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		26			
Calcio de Cambio	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7	23,0			
Magnesio de Cambio		5,90			
Potasio de Cambio		2,11			
Aluminio de Cambio	Extracción KCl 1N	0,14			
Hierro		0,10			
Manganeso	Extracción método de Mehlich I (HCl 0,05N y H ₂ SO ₄ 0,025 N)	4,4			
Cobre		22,4			
Zinc		0,32			
Nitrógeno Total %	NTC 5526	1,6			
Carbono Orgánico %		0,36			
Azufre disponible	Extracción con (ppm) (Ca(H ₂ P ₀ 4) ₂ .H ₂ O) 0.008 M	5,05			
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado textural	17,32			
Arena		F-A			
Arcillas		%	67,4		
Limos		%	7,4		
Densidad real	Picnometro	%	25,2		
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	g/cc	2,38		
		%	38,9		


MARIA DEL ROSARIO CARREÑO
 TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha


 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS		
	(Nit: 800-118-954-1)		LABORATORIO DE SUELOS
	Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01
RESULTADOS ANALISIS COMPLETO DE SUELO			

Fecha Febrero 04 de 2008 Análisis N° 7187 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio _____ Vereda _____
 Finca _____ Referencia Los Marcos
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos
 Altura 2963 msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
 Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7187			
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		02			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	5,7			
Densidad Aparente	g/cc	7,2			
Fósforo (P) Bray II	ppm	1,0			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		20			
Calcio de Cambio	meq/100g	17,0			
Magnesio de Cambio		7,40			
Potasio de Cambio		1,74			
Aluminio de Cambio		0,74			
Hierro	ppm	*			
Manganeso		42,4			
Cobre		24,4			
Zinc		1,6			
Nitrógeno Total	%	4,0			
Carbono Orgánico	%	0,31			
Azufre disponible	ppm	4,18			
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso	Grado textural	4,64			
Arena	%	F-A			
Arcillas	%	67,8			
Limos	%	8,2			
Densidad real	Picnometro	24,0			
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	g/cc	2,45		
		%	46,88		


MARIA DEL ROSARIO CARREÑO
 TECNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha

 Universidad de Nariño	LABORATORIOS ESPECIALIZADOS			
	(Nit: 800-118-954-1)		LABORATORIO DE SUELOS	
	Código RACS 001	Fecha de elaboración: 01/10/07	Versión: 01	Página 1 de 1
RESULTADOS ANALISIS COMPLETO DE SUELO				

Fecha Febrero 04 de 2008 Análisis N° 7188 Muestra No. _____
 Solicitante Dayra López VIPRI Propietario _____
 Procedencia: Departamento Nariño Municipio _____ Vereda _____
 Finca _____ Referencia Los Marcos
 Cultivo Anterior Pastos Cultivo proyectado Pastos
 Altura 2961 msnm Temperatura 10°C Topografía _____
 Profundidad 20 cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
 Análisis Solicitado: Completo X Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	7188				
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:1)		03				
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	5,1				
Densidad Aparente	g/cc	8,8				
Fósforo (P) Bray II	ppm	1,1				
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		22				
Calcio de Cambio	CH ₃ COOHNH ₄ 1NpH7	17,4				
Magnesio de Cambio		3,10				
Potasio de Cambio		0,62				
Aluminio de Cambio		1,10				
Hierro	Extracción KCl 1N	*				
Manganeso		64,0				
Cobre		Extracción método de Mehlich I (HCl 0,05N y H ₂ SO ₄ 0,025 N)	14,0			
Zinc			0,6			
Nitrógeno Total	NTC 5526	2,8				
Carbono Orgánico		%	0,37			
Azufre disponible	Extracción con (Ca(H ₂ P0 ₄) ₂ .H ₂ O) 0.008 M	%	5,10			
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso		ppm	6,00			
Arena	Grado textural		F-A			
Arcillas		%	74,6			
Limos		%	5,8			
Densidad real	Picnometro	%	19,6			
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo	g/cc	2,49			
		%	39,90			


MARIA DEL ROSARIO CARREÑO
 TECNICO LABORATORIO DE SUELOS

Elaborado por: M ^a del Rosario Carreño	Revisado Por:	Autorizado por:
Fecha: 01/10/07	Fecha	Fecha

