

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE INCIDEN EN
LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRITIVA DEL PASTO BRASILEIRO (*Phalaris
spp*) EN CONDICIONES DE NO INTERVENCIÓN, EN EL MUNICIPIO DE
PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

EDUAR JAVIER NARVAÉZ ACOSTA
JOSÉ ANDRÉS TABLA ROJAS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2009

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE INCIDEN EN
LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRITIVA DEL PASTO BRASILEIRO (*Phalaris
spp*) EN CONDICIONES DE NO INTERVENCIÓN, EN EL MUNICIPIO DE
PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

EDUAR JAVIER NARVAÉZ ACOSTA
JOSÉ ANDRÉS TABLA ROJAS

Trabajo de grado presentada como requisito parcial para optar el título de
Zootecnista.

Presidente

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN
Zootecnista. M. Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2009

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

Artículo 1ro del acuerdo N° 324 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

NOTA DE ACEPTACIÓN

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN
Presidente

HERNÁN OJEDA JURADO
Jurado delegado

JESÚS CASTILLO FRANCO
Jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2009.

Dedico a:

A Dios.

A mis padres Zabulón y Marina.

A mis hermanos Leodán y Marisol.

A mis Tíos.

A mis amigos

Eduar Javier Narváez Acosta

Dedico a:

A Dios.

A mis padres Rafael y Esperanza.

A mis Hermanos.

A mis Sobrinos.

A mis amigos

José Andrés Tabla Rojas

AGRADECIMIENTOS

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN. Zootecnista. MSc. Universidad de Nariño.

HERNÁN OJEDA JURADO. Zootecnista. Esp. Universidad de Nariño.

JESÚS CASTILLO FRANCO. Ingeniero Agrónomo. MSc., Ph.D. Universidad de Nariño.

OSCAR EDUARDO CHECA CORAL. Ingeniero Agrónomo. M.Sc., Ph.D. Universidad de Nariño.

MARCO ANTONIO IMUÉZ FIGUEROA. Zootecnista. Universidad de Nariño.

MAURICIO RODRÍGUEZ. Biólogo. Auxiliar Laboratorio Entomología Universidad de Nariño.

GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVAEZ. Tecnóloga Química, Ingeniera Acuícola, Laboratorista Universidad de Nariño.

MARÍA DEL ROSARIO CARREÑO. Tecnóloga Química. Auxiliar Laboratorio de Suelos. Universidad de Nariño.

ROBERTO GARCÍA CRIOLLO. Ingeniero. Auxiliar Laboratorio Ingeniería Hidráulica. Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que contribuyeron para la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN.	21
1. ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA.	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	23
3. OBJETIVOS.	24
3.1. OBJETIVO GENERAL.	24
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	24
4. MARCO TEÓRICO.	25
4.1. GENERALIDADES SOBRE EL PASTO BRASILEIRO (<i>Phalaris spp</i>).	25
4.2. FACTORES ECOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES.	27
4.2.1. FACTORES CLIMÁTICOS.	27
4.2.1 FACTORES EDÁFICOS.	32
4.2.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO.	32
4.2.1.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO.	37
4.2.2.3 FACTORES BIOLÓGICOS.	44
4.2.2.3.1 Macro y meso fauna.	44
4.3 PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS.	46
4.3.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA.	46
4.3.1.1 Proteína cruda.	46
4.3.1.2 Extracto etéreo.	46

5 DISEÑO METODOLÓGICO.	47
5.1 LOCALIZACIÓN.	47
5.2 METODOLOGÍA.	47
5.2.1 Variables físicas.	48
5.2.2 Variables químicas.	48
5.2.3 Variables biológicas.	48
5.2.4 Variables climáticas.	49
5.3 MATERIALES Y EQUIPOS.	49
5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	50
5.4.1 Selección de componentes principales.	51
5.4.2 Macro y meso fauna.	51
5.4.3 Variables a evaluar.	51
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	52
6.1 Resultados de las variables de producción, bromatológicas y edafoclimáticas.	52
6.2 COMPONENTES PRINCIPALES.	54
6.2.1 Componente principal 1: Alta producción de forraje verde, alto porcentaje de materia seca y alto periodo de recuperación del pasto.	55
6.2.2 Componente principal 2: Alto porcentaje de azufre del pasto.	57
6.2.3 Componente principal 3: Bajo porcentaje de proteína cruda del pasto.	58
6.3. CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA.	60
6.4. MACRO Y MESO FAUNA.	65

6.4.1 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN.	69
6.4.2 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA.	71
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	74
BIBLIOGRAFÍA.	76
ANEXOS.	80

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Análisis bromatológico	52
Tabla 2. Análisis completo de suelo en nueve sitios del municipio de Pasto.	53
Tabla 3. Variables ambientales en nueve sitios del municipio de Pasto.	54
Tabla 4. Valores propios de los componentes principales.	54
Tabla 5. Variación explicada de las variables.	55
Tabla 6. Agrupamiento.	60
Tabla 7. Promedio de cada variable, según el agrupamiento.	60
Tabla 8. Comparación productiva.	62
Tabla 9. Número de individuos por especie.	65
Tabla 10. Total de individuos y su participación porcentual de cada especie en las tres localidades del municipio de Pasto.	66
Tabla 11. Medidas de tendencia central y dispersión.	71
Tabla 12. Número de individuos por especie / 0.0625m ² , teniendo en cuenta la textura del suelo.	71

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del primer componente que corresponde a producción de forraje verde, materia seca y periodo de recuperación.	56
Figura 2. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del segundo componente que corresponde al azufre del pasto.	58
Figura 3. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del tercer componente que corresponde a la proteína cruda.	59
Figura 4. Porcentaje de proteína cruda y materia seca, producción de forraje verde / ha / corte y periodo de recuperación en los cuatro clusters.	61
Figura 5. Porcentaje de azufre del pasto en los cuatro clusters.	62
Figura 6. Comparación cortes / año entre los cuatro clusters.	63
Figura 7. Producción de materia seca / año en los cuatro clusters.	63
Figura 8. Producción de proteína cruda / año en los cuatro clusters.	64
Figura 9. Comparación producción de forraje verde y azufre del pasto hectarea / año.	64
Figura 10. Total de individuos en las tres zonas del municipio de Pasto.	66
Figura 11. Participación porcentual de individuos en la localidad Daza.	67
Figura 12. Participación porcentual de individuos en la localidad Obonuco.	68
Figura 13. Participación porcentual de individuos en la localidad de Botana.	69
Figura 14. Número de individuos por especie en cada tipo de suelo.	72

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo A. Promedio y desviación estándar de las variables evaluadas.	81
Anexo B. Coeficiente de variación de las variables bromatológicas, edáficas y ambientales estudiadas.	83
Anexo C. Correlaciones entre las variables bromatológicas, edáficas y ambientales.	85
Anexo D. Variables: correlación y significancia.	90
Anexo E. Tablas de correspondencia.	91
Anexo F. Figuras de correspondencia.	96

GLOSARIO

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES: el Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible.

ANÁLISIS PROXIMAL: combinación de procedimientos analíticos que se utilizan para cuantificar el contenido de proteínas, materia seca, cenizas y glúcidos de los alimentos, tejidos animales o excretas.

ANÁLISIS DE SUELOS: es un valioso instrumento que utilizado en forma adecuada puede ayudar en el diagnóstico de los desórdenes nutricionales en las especies forrajeras de las praderas, ocasionados por los desbalances en los nutrimentos del suelo; sin embargo, por sí solo no soluciona los problemas de la baja productividad de las praderas.

BIOMASA: masa total de los componentes biológicos de un ecosistema.

BROMATOLOGÍA: es el análisis de las propiedades químicas de un alimento llevados a cabo en un laboratorio.

CAPACIDAD DECAMPO: es la máxima capacidad de agua que el suelo puede retener

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO: Es una propiedad química que designa los procesos de: (a) Adsorción de cationes por el complejo de cambio desde la solución suelo y (b) Liberación de cationes desde el complejo de cambio hacia la solución suelo.

CELULOSA: polímero de glucosa que se encuentra en un enlace resistente a la hidrólisis producida por las enzimas digestivas.

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN: indica el grado de asociación entre dos variables.

COMPONENTE PRINCIPAL: combinación lineal de las variables originales e independientes entre sí.

CLÚSTER: agrupamiento de sitios con variables semejantes.

EDÁFICO: relativo o perteneciente al suelo.

EQUIVALENTE: Es la cantidad de un elemento que reemplaza o se combina con 1,008 gramos de hidrógeno. Un mil equivalente es una milésima parte de un equivalente.

FACTORES BIOLÓGICOS: Están referidos a la población de organismos y microorganismos que viven en el suelo y participan activamente en la fertilidad del suelo mediante el aporte y descomposición de la materia orgánica.

MACRO Y MESO FAUNA: organismos pequeños que habitan en el suelo.

ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD: indicador que combina los factores agronómicos y bromatológicos de un forraje.

MATERIA ORGÁNICA: parte de la fase sólida del suelo que está constituida por residuos animales y vegetales en diferentes estados de descomposición y por humus que es el producto final de la descomposición de residuos orgánicos.

MATERIA SECA: resultado de restar la humedad del material analizado (alimento) y que generalmente se da en términos de porcentaje.

PARTES POR MILLÓN (ppm): Es una expresión proporcional. Una parte por millón (ppm) representa 1g de un elemento por millón de gramos de solución.

pH : Es una propiedad que tiene influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y actividad microbiana.

POROSIDAD: es el porcentaje de espacios vacíos (o poros) con respecto del volumen total del suelo (volumen de sólidos + volumen de poros). A su vez, la porosidad incluye macroporosidad (poros grandes donde se ubica el aire) y la microporosidad (poros pequeños, que definen los capilares donde se retiene el agua).

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO: están referidas al balance que existe en el suelo entre las partículas del suelo, el agua y el aire.

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO: son a aquellas relacionadas con la composición de los materiales que conforman el suelo y sus reacciones, participando de la fertilidad del suelo con el aporte de los nutrientes.

TEXTURA DEL SUELO: arreglo, tamaño, forma y frecuencia de los constituyentes del suelo, exceptuando los poros.

SUELO: fenómeno natural y parte del ambiente presente en la superficie de la tierra que mantiene la vida vegetal.

VALOR NUTRITIVO: balance de nutrientes de un forraje o alimento para garantizar a los animales la asimilación y el aprovechamiento para el crecimiento y producción.

RESUMEN

La toma de datos y muestras para determinar las características edafoclimáticas que intervienen en la producción y calidad del pasto brasilero (*Phalaris spp*) se realizó en tres localidades del municipio de Pasto; Daza, Obonuco y Botana, en cada localidad se seleccionaron tres sitios, teniendo en total nueve sitios para el muestreo. Para dicha selección, se tuvo en cuenta un rango altitudinal entre los 2600 y 2799 msnm, suelos no intervenidos y alta producción de biomasa verde.

Se evaluó el periodo de recuperación con tres cortes del pasto brasilero (*Phalaris spp*), la calidad se determinó por medio de análisis bromatológico, y para los factores edafoclimáticos se recurrió a pruebas de laboratorio y campo.

Las variables evaluadas fueron:

- ✓ Climáticos: Temperatura, luminosidad, precipitación, humedad relativa, altitud.
- ✓ Químicos: materia orgánica, pH, C.I.C, N, P, K, Mg, Ca, S, B.
- ✓ Físicos: textura, penetrabilidad, pendiente, densidad aparente, densidad real, porosidad total, capacidad de campo e infiltración.
- ✓ Biológicos: macro y meso fauna.
- ✓ Bromatológicos: materia seca, nitrógeno total, proteína verdadera, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa, lignina, minerales: Ca, P, Mg y S.

Para el análisis, interpretación y clasificación de las variables que más influyen en la producción y calidad del pasto brasilero (*Phalaris spp*) se utilizó el método de análisis por componentes principales, con el cual se seleccionó tres componentes que explican el 75,2% de la variación total. El primer componente correspondiente al periodo de recuperación, producción de forraje verde y porcentaje de materia seca explica el 42.94% de la variación total, esto permitió encontrar que estas variables están condicionadas por la luminosidad, algunos elementos menores, capacidad de intercambio catiónico y capacidad de campo; el segundo componente que explica el 19.39% de la variación corresponde al azufre de la planta, que está determinado principalmente por la luminosidad; y el tercer componente explica el 12.87% de la variación en el cual señala que la proteína cruda del pasto está determinada por los minerales calcio y azufre presentes en el suelo.

Se realizó una clasificación jerárquica utilizando el método de Ward y distancia métrica euclidiana. Este procedimiento creó 4 grupos de las 9 observaciones de

los cuales el primer grupo presentó la más alta producción de forraje verde (6.8 kg FV / m²) por corte, el grupo 3 que presentó el más bajo periodo de recuperación (69 días) y el grupo 4 el más alto porcentaje de proteína cruda (18.5%).

En lo concerniente a macro y meso fauna, se encontró el mayor número de individuos en la localidad de Botana con 390 ind / 0.0625m², de los cuales un 29,1% pertenecen a las *Oligochaetas*, y un 27,6% a los *Coleópteros* principalmente; seguido por Obonuco con 342 ind / 0.0625m², donde las *Oligochaetas* y los *coleópteros* con 26,5% y 21,55 respectivamente, son los que más aportan al número total de individuo; por último en Daza con 170 ind / 0.0625m², donde los *Coleópteros*, *Diplópodos* y *Oligochaetas* son los que más aportan en el número total de individuos con una participación porcentual de 27.6, 27.1 y 23.5 respectivamente. También se realizó un análisis de correspondencia entre las variables texturas del suelo y especies de individuos, el cual presentó una alta correspondencia entre el suelo de textura franca y la diversidad y número de individuos.

ABSTRACT

The collection of data and samples for the soil and climatic characteristics involved in the production and quality of Brazilian grass (*Phalaris* spp) was conducted in three locations in the town of Pasto; Daza, Obonuco and Botana, in each locality three sites were selected, taking total of nine sites for sampling. For this selection, it took into account a range of altitudes between 2600 and 2799 meters above sea level, soils not audited and high production of green biomass.

We evaluated the recovery period with three cuts of the Brazilian grass (*Phalaris* spp), the quality was determined through analysis dieticians, and soil and climatic factors were used to laboratory and field.

The variables evaluated were:

Climate: Temperature, light, precipitation, relative humidity, altitude.

Chemical: Organic matter, pH, CIC, N, P, K, Mg, Ca, S, B.

Physical: texture, penetrability, slope, bulk density, real density, total porosity, field capacity and infiltration.

Bio: meso and macro fauna.

bromatological: dry matter, total nitrogen, true protein, NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, lignin, minerals Ca, P, Mg and S.

For the analysis, interpretation and classification of the variables that influence the production and quality of Brazilian grass (*Phalaris* spp), the method of principal components analysis, which was selected with the three components that explain 75.2% of the total variation. The first component for the recovery period, production of green fodder and dry matter explains 42.94% of the total variation, this permitted to find that these variables are constrained by the luminosity, some minor elements, cation exchange capacity and capability field, the second component explains 19.39% of the variation corresponds to the sulfur plant, which is mainly determined by the luminosity and the third component explains 12.87% of the variation which indicates that the crude protein of grass is determined by the minerals calcium and sulfur in the soil.

We conducted a hierarchical classification using the Ward method and Euclidean distance metrics. This procedure created 4 groups of 9 observations of which the first group presented the highest production of green fodder (FV 6.8 kg / m²) by cutting, group 3 presented the lowest payback period (69 days) and group 4, the highest percentage of crude protein (18.5%).

With regard to macro-and meso-fauna, was the largest number of individuals in the locality of Botany 390 ind / 0.0625m², of which 29.1% belong to the Oligochaeta, and 27.6% to Coleoptera mainly, followed by a Obonuco with 342 ind / 0.0625m²

where Oligochaeta and Coleoptera with 26.5% and 21.55 respectively, which contributed most to the total number of individuals; finally Daza 170 ind / 0.0625 m, where Coleoptera, Diplopoda and Oligochaeta, which are more troops in the total number of individuals with a participation percentage of 27.6, 27.1 and 23.5 respectively. We also performed an analysis of correspondence between the variables of soil texture and species of individuals, which presented a high correlation between soil texture frank and number and diversity of individuals.

INTRODUCCIÓN

Colombia y Nariño, en particular, han adoptado gran cantidad de paquetes tecnológicos, propios de los climas templados, ajenos a las condiciones tropicales en las que nos encontramos, lo que ha contribuido al deterioro del medio ambiente, empobrecimiento de nuestros suelos y a obtener rentabilidades bajas, haciéndonos dependientes de recursos y saberes foráneos, que trajo como consecuencia la pérdida de una gran riqueza fito y zoo genética de recursos nativos e introducidos, ya adaptados a las condiciones de trópico alto.

Han sido tan acogidas las tecnologías foráneas de pastos “mejorados” hasta el punto de considerar a la mayoría de los recursos forrajeros “adaptados” a la zona como malezas que hay que erradicar a toda costa y para lo cual se emplean compuestos químicos que no sólo terminan con la pastura, sino afectan otras plantas presentes en el medio, la macro y micro biota del suelo, deteriorando el medio ambiente, sin antes mirar las bondades que ofrecen dichas especies.

Por esta razón, es importante avanzar en la investigación de los factores medio ambientales y edáficos que están condicionando el crecimiento, producción y calidad nutritiva de las especies forrajeras en las condiciones altoandinas de Nariño.

En tal sentido, el presente estudio hace parte de un gran proyecto que busca establecer las condiciones climáticas y de suelo que posibilitan de manera natural la producción óptima del pasto brasileiro (*Phalaris spp*), en el municipio de Pasto, región de mucha importancia en la llamada cuenca lechera de Nariño.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En Nariño, más del 90% de los planteles pecuarios basan su alimentación en recursos foráneos, diferentes a las condiciones tropicales en las que nos encontramos, los cuales, por su alta demanda de insumos, preparación de la tierra, requerimientos de agua, fragilidad del perfil agrícola, altos requerimientos de fertilizantes, bajo contenido de materia seca, alto contenido de agua, se han tornado insostenibles económica y ecológicamente. Por tal razón, es preciso retornar al uso de germoplasma adaptado a las condiciones de trópico alto, como es el caso de pasto brasilero (*Phalaris spp*), que es uno de los principales forrajes de corte adaptado a estas condiciones.

Una de las limitantes de la producción ganadera ubicada en altitudes superiores a los 2500 msnm es que ha carecido de un buen pasto de corte, el cual es muy importante en los sistemas intensivos de producción; por lo tanto, este forraje se perfila como una alternativa importante, ya que ofrece a la ganadería de altura un recurso alimenticio adaptado a las condiciones climáticas de esas zonas, pues es resistente a las heladas, que son muy comunes en alturas superiores a 2800 msnm, puede ser utilizado como heno o ensilaje, es perenne, por lo cual disminuye los costos en establecimientos y manejo de praderas; además, ofrece alta producción de biomasa.

Hasta el momento, la información existente sobre esta especie no ha permitido dilucidar las condiciones óptimas de suelo y clima para una producción sostenible de esta gramínea; además, no hay información suficiente para esta zona que permita hacer afirmaciones contundentes sobre el comportamiento del *Phalaris spp* en el trópico alto de este departamento y, menos, en condiciones de no intervención.

Al identificar y priorizar aquellos factores físicos, químicos y biológicos del suelo, junto con las variables climáticas (bajo condiciones de no intervención) propias de este municipio, que afectan su desarrollo y calidad nutritiva, constituye una base fundamental para establecer planes de manejo racional de este recurso alimentario, y para los productores pecuarios de especies herbívoras será de gran utilidad porque disminuirá gastos en manejo de praderas.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cuáles son los factores edáficos y climáticos que más inciden en la producción y calidad nutritiva del pasto Brasileiro (*Phalaris spp*) en condiciones de no intervención, en el municipio de Pasto, a un rango altitudinal de 2600 a 2799 msnm?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los factores edáficos y climáticos que condicionan la producción y calidad nutritiva del pasto brasilero (*Phalaris sp*) en condiciones de no intervención, en el municipio de Pasto, en altitudes comprendidas entre 2600 y 2799 msnm.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores climáticos en cada zona (temperatura, luminosidad, precipitación, humedad relativa, altitud) que inciden en la producción y composición bromatológica del pasto brasilero.
- Determinar las variables químicas del suelo (materia orgánica, pH, C.I.C, N, P, K, Mg, Ca, S y B.) que condicionan la producción y composición bromatológica del pasto brasilero.
- Establecer los factores físicos del suelo (textura, penetrabilidad, pendiente, densidad aparente, densidad real, porosidad total, capacidad de campo e infiltración).
- Identificar algunos indicadores biológicos del suelo (macro y meso fauna) condicionantes de la producción y calidad del forraje.
- Determinar la producción y calidad nutritiva del pasto brasilero (materia seca, proteína cruda, fibra cruda, FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa, lignina, extracto etéreo, energía y minerales).

4. MARCO TEÓRICO.

4.1 GENERALIDADES SOBRE EL PASTO BRASILEIRO (*Phalaris spp*)

Salamanca describe las siguientes características para el pasto Brasileiro (*Phalaris spp*):

El pasto brasileiro es un híbrido natural, obtenido del cruce de *Phalaris tuberosa* x *Phalaris runderinacea*. Es originario de los Estados Unidos, en 1966 fue introducido al Ecuador procedente del estado de Río Grande do Sul, Brasil, y fue cultivado rústicamente en el páramo del Ángel, situado a 3350 msnm. Introducido a Colombia en 1970, fue estudiado en varias granjas experimentales del departamento de Nariño.

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

Clase: Angiosperma

Subclase: Monocotiledónea

Familia: Gramínea

Genero: Phalaris

Especie: Spp

El pasto brasileiro es una gramínea rizomatosa que no produce semilla botánica, solamente se propaga por medio de esquejes, que es una característica ventajosa para su propagación y no es necesario hacer la adquisición de semilla¹.

El mismo autor afirma que: “Este pasto se adapta bien entre los 2500 y 3200 en praderas bajas y pantanosas donde ocurren inundaciones. Se desarrolla mejor en suelos húmedos ricos en materia orgánica. Tiene una alta tolerancia a diferentes valores de pH y es moderadamente resistente a la sequía”².

Urbano también manifiesta que: “Este pasto crece bien en altitudes que van desde 2600 a 3500 msnm. En estudio realizado por el FONAIAP-Mérida, esta especie presentó un excelente comportamiento en zonas de páramo, en alturas superiores a los 3000 msnm, donde es muy difícil

¹ SALAMANCA, R. Pastos y Forrajes, producción y manejo. Bogotá, Colombia. Santo Tomás de Aquino, USTA, 1986. p. 339.

² Ibíd., p. 339.

cultivar otras gramíneas. En altitudes inferiores a los 2500 msnm su crecimiento es lento.

Es resistente a las heladas y requiere suelos fértiles, de textura franco a franco-arcillosa, con buena retención de humedad, pero con excelente drenaje.

Es una planta perenne, macollosa, erecta y puede alcanzar una altura hasta de 3 m, los tallos son comprimidos y poseen una altura promedio de 1.30 m, con entrenudos basales y hojas numerosas. La inflorescencia es una panícula espiciforme, con seis a nueve ramificaciones cada una.

Este pasto posee entrenudos basales de tallos comprimidos y entrenudos distales alargados, alta proporción de hojas, siendo el ancho de la parte media de 1.80 a 2.00 cm y el largo puede medir hasta 60 cm.

El pasto brasilero se caracteriza por ser muy productivo. En estudios realizados en el Campo Experimental Mucuchíes, a una altitud de 3100 msnm, se obtuvo rendimientos que oscilaron entre 2 y 5 toneladas de materia seca/ha/corte.

Posee una excelente calidad. El contenido de proteína varía desde 17.53, 12.20 y 9.86% y materia seca de 19%, 23% y 30%; los cuales corresponden a los estados de prefloración, floración y maduración, respectivamente³.

El mismo autor afirma que: "Se recomienda realizar los cortes en el estado de prefloración, ya que en este período presenta la mejor calidad"⁴.

El laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño reporta datos de: 16.15% materia seca, 15.08% cenizas, 4.52% extracto etéreo, 21.74% proteína cruda, 51.04% FDN y 31.7% FDA en el pasto brasilero cosechado a los 53 días y con una altura de 60 cm, proveniente de la vereda Los Lirios, Municipio de Pasto.

³ URBANO, D. Uso del pasto brasilero en las zonas altas merideñas [online]. Venezuela. Ceniap.1995. [Fecha de consulta 20 septiembre 2007]. Disponible en internet: <URL:<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd50/pasto2.htm>>.

⁴Ibíd., p. 6.

Salamanca también manifiesta que:

El pasto brasilero se puede usar para pastoreo, pero es más recomendable como pasto de corte. El primer corte se debe efectuar a los tres meses después de sembrado. Este pasto es muy exigente en agua. El riego adecuado reduce el periodo entre cortes, obteniéndose mayor rendimiento y calidad. En el momento del establecimiento se debe regar 2 ó 3 veces por semana y posteriormente se puede realizar una vez por semana.

Los cortes o el pastoreo se pueden realizar cada 60 a 90 días. La altura de corte apropiado está entre 10 a 15 cm sobre el nivel del suelo. También se puede usar para heno o ensilaje.

Por lo general, los pastos de corte responden a la fertilización y específicamente a la nitrogenada. Las recomendaciones para la fertilización del pasto brasilero varían de acuerdo con la etapa de desarrollo del pasto. Durante el establecimiento debe aplicarse nitrógeno (200 a 300 Kg / ha / año). Estas dosis deben fraccionarse y aplicarse 20 a 30 días después de cada corte o bien cuando comiencen a salir los rebrotes. El fósforo y potasio deben incorporarse al suelo en cantidades de 100 a 200 Kg por hectárea con el último pase de arrastre⁵.

4.2 FACTORES ECOLOGICOS EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES

De acuerdo con Bernal:

En el cultivo de los pastos, es de primordial importancia conocer cómo reaccionan las distintas especies a la influencia de determinados factores ecológicos o ambientales. Estos factores se dividen en: climáticos, edáficos y bióticos⁶.

4.2.1 Factores climáticos. Según Mila⁷, factores como el clima, el suelo y variables como la humedad, temperatura e intensidad de la luz determinan la composición química de los forrajes, y además afectan la calidad y producción del pasto.

⁵SALAMANCA, Op. cit., p 399.

⁶BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales. 3ª ed. Bogotá, Colombia: Buda. 1994. p. 15

⁷MILA, Alberto. Suelos, pastos y forrajes: Producción y manejo. Bogotá: UNISUR, 1996. p. 88.

- **Temperatura.** Gavande afirma que:

Procesos tales como la asimilación, respiración, transpiración, fotosíntesis y el crecimiento dependen de la temperatura. La mayoría de las reacciones químicas que tienen lugar en la planta y el suelo ocurren con mayor velocidad a temperaturas altas que a temperaturas bajas. Los procesos físicos de difusión, flujo viscoso, traslocación, dependen de la temperatura.

El efecto de la temperatura sobre el crecimiento de la planta incluyen factores físicos, químicos y biológicos que pueden afectar los siguientes procesos: descomposición de la materia orgánica, absorción de nutrientes, absorción de agua y traslocación de la misma; esto, en forma directa o indirecta, influye sobre el crecimiento de las plantas⁸.

Bernal también afirma que:

Los extremos de temperatura determinan el rango de adaptación y distribución de las especies, la temperatura óptima es distinta para las diferentes especies, estados de desarrollo y partes de la planta. Generalmente, la temperatura óptima para el desarrollo vegetativo es menor que la óptima para la floración y producción de semilla, es menor para el crecimiento de la raíz que para el desarrollo de la parte aérea⁹.

- **Luminosidad.** Campos manifiesta que:

Las plantas sintetizan materia orgánica utilizando la energía de la luz y el carbono del dióxido de carbono, durante el proceso de la fotosíntesis y, al mismo tiempo, respiran, quemando carbono para cumplir con sus funciones vitales. La influencia general de la luz en las plantas se conoce cuando se observa que las plantas que crecen a la sombra son altas, pero delgadas, se ramifican poco, sus hojas son menos verdes, envejecen y caen rápidamente; el sistema radicular se desarrolla poco, la floración y la fructificación son escasas; en cambio, las plantas que crecen a la luz, presentan características opuestas¹⁰.

⁸ GAVANDE, S. Física de los suelos, principios y aplicaciones. 1ª Ed. México. Limusa-Wiley. 1972. p. 131-136 .

⁹ BERNAL, J. Op. Cit., p. 27-28.

¹⁰ CAMPOS, D. Agroclimatología cuantitativa de cultivos. 1ª ed. México: Trillas. 2005. p. 16-17.

Bernal menciona que:

Las características de la luz que influye en el crecimiento de las plantas se pueden separar en tres factores: intensidad, calidad y duración.

Intensidad: las plantas responden de diferente manera a los aumentos de intensidad de la luz, mientras algunas especies aumentan la tasa de fotosíntesis al aumentar la intensidad de la luz, otras muestran una rápida saturación como consecuencia de una ausencia de respuesta a dichos aumentos¹¹.

Hardy define que: “La intensidad se expresa en ergios por centímetro cuadrado por segundo, o en calorías por centímetro cuadrado por minuto”¹².

Bernal también afirma que:

La calidad de la luz se refiere a la longitud de onda de los rayos luminosos. Las plantas crecen mejor cuando la luz incidente es la totalidad del espectro solar que cuando es solamente una porción de ella. Plantas que se desarrollan en condiciones de luz infrarroja crecen continuamente, lo mismo que las que permanecen en la oscuridad, mientras que las plantas que reciben luz ultravioleta se pueden retrasar en su crecimiento e inclusive pueden morir.

Duración: la duración del día o fotoperiodo influencia el desarrollo vegetativo y la floración. Las plantas de día corto florecen bajo condiciones de noche larga, mientras que las plantas de día largo florecen bajo condiciones de noche corta¹³.

- **Precipitación.** Mila asegura que:

El contenido de agua en las plantas es lo que regula la actividad metabólica, el agua es el vehículo para transportar los nutrientes del suelo a la raíz y a los órganos vegetativos y reproductivos. El régimen de precipitación es un factor que interviene directamente en la distribución de especies vegetales sobre el ecosistema. Un exceso de agua en el suelo

¹¹ *Ibíd.*, p. 28-29.

¹² HARDY, F. *Edafología Tropical*. México. Herrera Hermanos sucesores. 1970. p. 350.

¹³ BERNAL, Op. Cit., p 28-29.

puede afectar las raíces por falta de oxígeno y marchitar las plantas. Cuando la textura del suelo es demasiado arcillosa, los poros se pueden saturar, se reduce la concentración de oxígeno, aumentando la concentración de dióxido de carbono, se altera el balance hídrico en la planta, se disminuye la fotosíntesis, no hay crecimiento de raíces y por lo tanto la absorción de nutrientes es nula y la susceptibilidad a enfermedades radiculares es mayor. Las raíces, así como los microorganismos del suelo, necesitan respirar y normalmente ellos toman el oxígeno y liberan gas carbónico, de tal manera que en un ambiente saturado de agua, el intercambio gaseoso es adverso, la planta se amarilla y puede eventualmente morir¹⁴.

“La intensidad de precipitación es más importante que su cantidad, pues una precipitación copiosa que cae finamente es menos erosiva que otra torrencial que cae en poco tiempo”¹⁵.

- **Humedad relativa.** Es la proporción entre la porción real del agua en el aire y la presión de vapor potencial si el aire estuviera saturado con vapor de agua a la misma temperatura.

La humedad relativa disminuye con el aumento de la temperatura. Por ejemplo, es alta en la mañana cuando está fresco, y disminuye en el día a medida que la temperatura aumenta. La manera más fácil para medir la humedad relativa es determinando la temperatura con termómetros de bulbo húmedo y bulbo seco, aunque se puede determinar con la utilización del higrómetro. El agua se mueve de un lado a otro por diferencias de gradiente en presión de vapor, o déficit de presión de vapor (DPV). Entre más grande el DPV, la planta usa más agua, al usar más agua, las hojas se mantienen más frescas. Un rango de humedad relativa entre 25 y 80 % permite un normal crecimiento de la planta. Durante el día, con baja humedad relativa, la planta tendrá una mayor demanda de agua para mantener un buen crecimiento¹⁶.

¹⁴ MILA P. Alberto. Op. Cit., p. 98 –90.

¹⁵ ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA. Vida y Recursos Naturales. Vol. 1. Bogotá. 1995. p. 81.

¹⁶ FUNDACION UNIVERSITARIA de Bogotá. Jorge Tadeo Lozano. Clima, Fisiología y producción de cultivos bajo invernadero. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Bogotá: 1999. p. 31.

Además, Bernal dice que:

“La humedad relativa regula en gran parte la pérdida de agua por las plantas y el suelo. La capacidad de saturación de aire por el vapor de agua aumenta con la temperatura, la humedad relativa en la atmósfera disminuye siempre que se produzca un aumento de temperatura”¹⁷.

- **Altitud.** Hardy señala que:

El fracaso de muchos cultivos en crecimiento y reproducción, cuando se trasladan de regiones templadas a elevadas altitudes en los trópicos, aún cuando sea una misma temperatura promedio anual, se explica por el hecho de que se han desarrollado en diferentes condiciones de altitud, por ejemplo, algunas plantas cultivadas en las regiones templadas requieren estar sujetas a periodos de bajas temperaturas, es decir, deben sufrir el frío del invierno para que sus frutos puedan madurar debidamente. La temperatura disminuye con la altura sobre el nivel del mar, el aire más denso a nivel del mar absorbe más energía calórica que el aire de las grandes alturas, algo del calor se trasmite al suelo que por tal causa es más caliente en las capas inferiores.

La altitud influye directamente sobre la temperatura del ambiente y del suelo, por lo cual incide en los procesos y transformaciones que ocurre en el suelo que afectan indirectamente a la planta en crecimiento; también causa efecto sobre los procesos fisiológicos que ocurren en la superficie y en el interior del sistema radicular de plantas en crecimiento en el suelo, y de microorganismos que habitan en él¹⁸.

4.2.2 Factores Edáficos.

4.2.2.1 Propiedades Físicas del Suelo. De acuerdo con Villota, citado por el IGAC, “La mayor parte de las propiedades físicas (espesor de los horizontes, color, textura, humedad del suelo, porosidad, temperatura del suelo e infiltración), se determina y cualifica la mayoría de las veces en el campo; de ahí la importancia de una descripción cuidadosa de los perfiles y de una definición lo más exacta

¹⁷ BERNAL, Op. cit., p. 26.

¹⁸ HARDY, Op. cit., p. 216-218.

posible de las características físicas”¹⁹.

- **Textura.** Gavande afirma que:

La textura del suelo está relacionada con el tamaño de las partículas minerales. Específicamente, se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo, esta propiedad ayuda a determinar no solo la fertilidad de abastecimiento de nutrientes, sino también agua y aire, tan importantes para la vida de las plantas.

La Sociedad Internacional del Suelo clasifica las partículas del suelo en las siguientes fracciones:

Arena gruesa	2.00 a 0.20 mm
Arena fina	0.20 a 0.02 mm
Limos	0.02 a 0.002 mm
Arcillas	< de 0.002 mm ²⁰ .

Por otra parte, Legarda asegura:

Los suelos arenosos no ofrecen resistencia a la penetración de las raíces, en tanto que los suelos arcillosos son plásticos y pegajosos. La textura más aceptable para la mayoría de los cultivos es la franca, ya sea franco limosa, franco limo arcillosa, o franco arcillosa.

Los suelos de textura arenosa o gruesa generalmente tienen niveles más bajos de nutrientes disponibles que aquellos de textura fina o arcillosa. Un suelo arenoso tiene por lo general menos materia orgánica y nitrógeno que otros de textura fina. Esto es debido a la menor humedad contenida y a la más rápida oxidación que existe en suelos ligeros. También la adición general de residuos, por lo general, es menor que en suelos ligeros. Los suelos arcillosos contienen mayor oxígeno disponible que los suelos arenosos, tanto en el suelo como en el subsuelo. El subsuelo es más deficiente en oxígeno que los horizontes superiores. El espacio total de poros, así como el tamaño de éstos, son mucho menores en los horizontes más profundos²¹.

¹⁹ INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Suelos de Colombia: Origen, Evolución, Clasificación, Distribución y Uso. Bogotá: Canal Ramírez Antares. 1995. p. 433.

²⁰ GAVANDE, S. Op. cit., p. 34-35.

²¹ LEGARDA, B. Lucio. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo Regional Nariño. Editores Burbano O. Hernan ; Zaruma, V. Miguel. Pasto, Colombia: 1988. p. 80 – 81.

El mismo autor manifiesta que la textura es importante ya que:

Es un criterio usado para determinar la permeabilidad de un suelo, retención de agua, plasticidad, aireación, capacidad de campo y fertilidad de un suelo.

Es la propiedad más estable del suelo y permanece constante a través de los años, tornándose como el principal factor para identificar y clasificar un suelo.

Gobierna el comportamiento físico y químico de un suelo, dándole al suelo mayor o menor capacidad productiva²².

- **Penetrabilidad.** Bernal indica que:

La resistencia a la penetración de un suelo, medida con un penetrómetro, se utiliza como un índice de la compactación del mismo; bajo condiciones de un suelo normal, tiene buena penetrabilidad cuando su resistencia es menor a 6 Kg / cm²; si existen fuerzas que hacen que el suelo esté compactado, su resistencia a la penetración será alta, mayor de 6 Kg / cm², y habrá menos poros de tamaño grande. A medida que el suelo se compacta, sus propiedades físicas se van deteriorando, lo que tiene como consecuencia severos casos de encharcamiento, escorrentía, pérdidas de agua y nutrimentos e impedimento para que las raíces de las plantas tengan un desarrollo normal por deficiencia de agua y oxígeno, con el resultado final de una baja producción²³.

- **Pendiente.** Es la inclinación del terreno respecto del nivel horizontal, se expresa en grados o en porcentaje. La pendiente se considera el factor más determinante en las restricciones del uso de la tierra, pues a mayor pendiente, mayor es el riesgo de erosión. La longitud de la pendiente determina la velocidad del agua y los materiales en suspensión y el riesgo de erosión. En general, se considera que la escorrentía y las pérdidas potenciales del suelo son proporcionales a la pendiente y a la longitud de las laderas²⁴.

²² *Ibíd.*, p. 82.

²³ BERNAL, *Op. cit.*, p 65.

²⁴ ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA, *Op. cit.*, 1995. p. 81-82.

- **Densidad.** Bernal señala: “La densidad se refiere a la relación peso – volumen. En el caso de los suelos, se considera la densidad real y aparente. La densidad varía con la textura, estructura, contenido de materia orgánica y grado de compactación. La mayoría de los suelos tienen densidad aparente que varía entre 1.2 y 1.5 gramos / cm³”²⁵.

Según Castro, la densidad real: “Se define como la relación entre el peso de las partículas sólidas y secas (105 – 110 °C) dividido por el volumen de agua desalojado por ellas sin incluir el espacio poroso, se expresa en gr / cm³”²⁶.

Silva y Gaitán afirman que: “La densidad real es importante ya que permite, junto con la densidad aparente, calcular porosidad total de un suelo; también permite evaluar la concentración de los sólidos en suspensión, y determinar la velocidad de sedimentación de partículas, líquidas o gas; en la predicción de pérdida de suelo, en análisis mecánicos, en erosión y conservación de suelo. La densidad real depende de la constitución química, mineralógica y el grado de hidratación de las partículas”²⁷.

- **Densidad Aparente.** De acuerdo con BLAKE, citado por I.G.A.C, “la densidad aparente se conoce como la relación de la masa al volumen real de las partículas de suelo, más los espacios porosos en una muestra, se expresa en gr / cm³”²⁸.

Peso del Terrón Seco a la Estufa (gr)

D A = _____

²⁵ BERNAL, Op. cit., p. 62.

²⁶ CASTRO, F. Hugo, E. Fundamentos Para el Conocimiento y Manejo de los Suelos Agrícolas. Manual Técnico. Instituto Universitario Juan Castellanos. Tunja, Boyacá, Colombia. Produmedios, 1998. p. 123.

²⁷ SILVA, L. Rodrigo y GAITAN, M. Manual de Practicas de Laboratorio de suelos. Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogota, Colombia: facultad de Ingenierías, Carrera de Ingeniería Agronómica. 2002. p. 42

²⁸ I.G.A.C. Op Cit., p. 436

Vol. de agua desalojada por el terrón parafinado (cm3)

- **Porosidad total.** Los poros son los espacios de un suelo ocupados por los componentes aire y agua. El espacio poroso está determinado por la estructura, la textura, la penetración de raíces y la actividad de macro organismos del suelo. La porosidad depende del cuidado con que se labore el suelo. Un suelo superficial arenoso puede contener entre 35 y 50% de espacio poroso, un suelo arcilloso presenta en condiciones normales una porosidad entre 40 y 60%. Este porcentaje aumenta si su contenido de materia orgánica aumenta y su estructura es migajosa, blanca subangular o columnar, y es mucho mayor si hay lombrices²⁹.

Castro³⁰ señala que “la porosidad total se refiere al porcentaje del volumen del suelo ocupado por aire y por agua”. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\% PT = 1 - \frac{\text{Densidad Aparente}}{\text{Densidad Real}} \cdot X 100$$

Para Figueroa y Urrego, la porosidad consiste en la presencia de poros o pequeñas cavidades entre las partículas del suelo. Se puede reconocer tanto por su cantidad como por su tamaño. Los poros son muy importantes ya que por ellos penetran y circulan el agua y el aire, sustancias indispensables para la vida de las plantas y la salud del suelo. En los suelos de textura arenosa, los poros son grandes y, por lo tanto, el aire y el agua penetran con facilidad. En los suelos de textura arcillosa, los poros son mucho más pequeños, lo que dificulta el paso del agua y el aire. El movimiento del agua y del aire está determinado por el tamaño y arreglo del espacio poroso: los macroporos sirven para la aireación e infiltración, los mesoporos para el almacenamiento de agua y microporos para el almacenamiento de agua disponible para las plantas³¹.

Para Bernal: “Una adecuada porosidad del suelo es importante para el almacenamiento de agua, aireación y crecimiento normal de las plantas”³².

²⁹ ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA, Op. cit., 1995. p. 81-82.

³⁰ CASTRO, Op. cit., p 126.

³¹ FIGUEROA, de Urrego. E; URREGO M. Carlos J. Prácticas Agroecológicas. Colombia: Fondo FEN, 1994. p. 41.

³² BERNAL, Op. cit., p. 62.

- **Capacidad de Campo.** Ritas y Melida definen la capacidad de campo como: “la cantidad de agua retenida en el suelo, una vez drenado el exceso, y en el que la velocidad del movimiento descendente del agua ha desaparecido prácticamente. Esto, por lo general, ocurre dos o tres días después de la lluvia o riego en suelos permeables, de textura y estructura uniforme”³³.

Para Gavande, “La capacidad de campo es útil para realizar cálculos prácticos de cantidades aprovechables de agua”³⁴.

- **Infiltración.** “Es la entrada vertical (hacia abajo) del agua en el perfil del suelo. El conocimiento de la infiltración es importante para escoger los sistemas de riego adecuados para un suelo. Cuando la capacidad de infiltración es deficiente, se presenta la escorrentía, ya que el suelo no es capaz de retener toda el agua que se suministra”³⁵.

Para Silva y Gaitán, la infiltración “Es un proceso por medio del cual el agua penetra en los estratos de la superficie del suelo, moviéndose hacia el manto freático. El conocimiento de la infiltración es importante, porque establece criterios que deben tenerse en cuenta en la introducción de sistemas de riego y, ante todo, para un mejor aprovechamiento del recurso agua”³⁶.

Para Castro, la infiltración cuantifica la velocidad con que el agua se desplaza a través del perfil. A medida que la textura se hace más fina (aumenta la proporción de arcilla), disminuye la infiltración y la permeabilidad se hace más lenta. Igualmente, en un suelo desnudo, la capacidad de infiltración es menor que en un suelo protegido o con cobertura en la superficie. La infiltración se mide en campo mediante el método de anillos concéntricos, consiste en un anillo exterior y uno interior, los cuales se clavan o entierran en el suelo para cuantificar en unidades de tiempo la velocidad con que se mueve una lámina de agua a través del perfil del suelo. La velocidad de infiltración del agua se mide en cm o mm

³³ RITAS, J. y MELIDA, J. El diagnóstico del suelo y plantas, métodos de campo y laboratorios. 3ra Edición. Editorial Ediciones Mundiprensa. Madrid 1978. p. 174.

³⁴ GAVANDE, Op. cit., p. 162.

³⁵ ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA, Op. cit., p. 68-69.

³⁶ SILVA L. Rodrigo; GAITAN. Op. cit., p. 47.

recorridos por una lámina de agua cuando inicia su proceso de drenaje interno en una unidad de tiempo³⁷.

4.2.2.2 Propiedades Químicas del Suelo. Mila afirma que: “las propiedades químicas han sido usadas para proponer soluciones directas o indirectas a problemas prácticos, tales como disponibilidad de nutrientes, toxicidad de iones, conversión a formas no asimilables de los elementos adicionados a los fertilizantes, reacción de los correctivos, dispersión de los suelos y comprender las variaciones de fertilidad”³⁸.

- **Materia Orgánica.** Cepeda define la materia orgánica como: “La formación orgánica del suelo que incluye vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del mismo”. La materia orgánica está compuesta por los siguientes materiales: carbohidratos, proteínas, aminoácidos y otros derivados, grasas, aceites y ceras, alcoholes, ácidos orgánicos minerales y productos diversos de gran actividad biológica. La materia orgánica regula los procesos químicos que allí ocurren, influye sobre las características físicas, y es el centro de casi todas las actividades biológicas del suelo³⁹.
- **pH.** Los términos de ácido, neutro y alcalino se refieren a las concentraciones relativas de los iones hidrógeno (H⁺) e hidroxilo (OH⁻) en la solución del suelo. Estas concentraciones se miden en términos de un valor de pH, que da alguna medida de la acidez activa en la solución del suelo, en vez de la acidez total o potencial de este último.

El pH es importante para el crecimiento de las plantas por varias razones:

- Su efecto sobre la disponibilidad de los nutrientes
- Sobre la solubilidad de sustancias tóxicas como el aluminio
- Sobre los microorganismos del suelo
- El efecto directo del pH sobre las células de la raíz, lo cual

³⁷ CASTRO F. Hugo. Op. cit., p. 137 – 138

³⁸ MILA, Alberto. Op. Cit., p. 132.

³⁹ CEPEDA, D. Juan M. Química de suelos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2da edición. México. Trillas, 1991. p. 43 – 48.

afecta la absorción de agua y nutrientes⁴⁰.

Bernal resalta que: “El pH está influenciado por el contenido de materia orgánica, los cationes intercambiables, actividad respiratoria de las plantas y microorganismos, aplicación de enmiendas y fertilizantes, porcentaje de saturación de bases, etc. Con algunas excepciones, el mejor rango de pH para el crecimiento de las plantas se encuentra entre 5.5 y 6.5”⁴¹.

- **Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C).** Viveros considera a la C.I.C. como la segunda en importancia en la naturaleza, después del proceso de fotosíntesis, efectuado por las plantas. El canje de cationes en los suelos tiene influencia en un gran número de características: estructura, actividad microbial, régimen hídrico y gaseoso, procesos genéticos y en la nutrición vegetal. El intercambio catiónico comprende los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa y, al mismo tiempo liberan cantidades equivalentes de otros cationes y se establece equilibrio entre ambas fases⁴².
- **Nitrógeno.** El nitrógeno es importante para las plantas porque participa en la composición de las más importantes sustancias orgánicas tales como clorofila, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, etc. Estas sustancias sirven de base para la mayoría de los procesos que rigen el desarrollo, crecimiento y multiplicación de la planta. Es parte constituyente del protoplasma, por tanto, se halla íntimamente relacionado con la actividad de toda célula viviente. Un suministro adecuado de nitrógeno a la planta produce rápido crecimiento, color verde intenso en las hojas, mejor calidad de las hojas y aumento en el contenido de proteínas, aumento en la producción de hojas, frutos y semillas, etc.

Cuando hay deficiencia de nitrógeno, las hojas son de color verde amarillento, empezando la decoloración de las hojas viejas y maduras, en

⁴⁰MANUAL DE FERTILIZANTES para Horticultura. Uthea Noriega. California: Fertilizer Association, México 1995. p. 20-21.

⁴¹ BERNAL, Op. cit., p. 63-64.

⁴² VIVEROS, Miguel. Fertilidad de suelos. En: Diagnóstico, fertilidad e interpretación de análisis de suelos. Pasto. MONÓMEROS COLOMBO – VENEZOLANOS.1988. p. 10 – 11.

progresión hacia el punto de crecimiento del tallo. Las hojas inferiores tienen un color amarillo más claro que las superiores, se atrofan y caen. Cuando hay exceso de nitrógeno, las hojas toman un color verde oscuro, las plantas alcanzan un crecimiento exuberante y presentan los tallos débiles, se retarda la maduración y disminuye la floración⁴³.

- **Fósforo.** Fassbender y Bornemisza afirman que: “El fósforo es relativamente estable en los suelos, no presenta compuestos inorgánicos, como los nitrogenados, que pueden ser volatilizados y altamente lixiviados. Esta gran estabilidad resulta de una baja solubilidad, lo que a veces causa deficiencias en la disponibilidad de fósforo para las plantas, a pesar de la continua mineralización de compuestos orgánicos del suelo”⁴⁴.

Por su parte, Castro asevera que:

La acidez de los suelos es la responsable de la baja solubilidad y disponibilidad del fósforo para las plantas, principalmente en suelos de pH menores a 5.5 con alta concentración de aluminio intercambiable. El fósforo estimula el desarrollo de las raíces y, por consiguiente, el crecimiento aéreo de la planta, acelera la maduración; es indispensable en la formación de semillas en la transmisión de factores hereditarios; es responsable de la utilización del azúcar y del almidón, participa en reacciones de fosforilación (transporte de energía) como fotosíntesis, respiración y en la síntesis de carbohidratos.

Las deficiencias de fósforo se manifiestan generalmente en hojas viejas con coloración roja o púrpura; las raíces detienen su crecimiento y poseen pocas ramificaciones; la maduración de la planta se retarda; bajo macollamiento⁴⁵.

- **Potasio.** Según Castro:

El potasio le imparte a la planta vigor y resistencia a las enfermedades. Ofrece un carácter de turgencia a las hojas; ayuda a la planta a la

⁴³ MINISTERIO DE EDUCACIÓN. CUBA. Compendio de Agronomía. Pueblo y Educación. 2002, 2da edición. 496 p; 203 – 204 pp.

⁴⁴ FASSBENDER, W. y BORNEMISZA, Eleme. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2ª ed. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1994. p. 225.

⁴⁵ CASTRO F. Hugo. Op. cit., 1998. p. 274 – 275.

producción de proteínas, es esencial en la producción de azúcares, almidones y aceites; mejora la calidad de la cosechas; controla y regula la actividad de varios elementos minerales, especialmente el nitrógeno, neutraliza fisiológicamente ácidos orgánicos.

El exceso de potasio disminuye la absorción de nitrógeno y deprime la producción.

Su deficiencia causa secamiento y quemazón de puntas y bordes de las hojas, progresando de las márgenes hacia el centro de las hojas. Generalmente, la vena central de la hoja permanece verde; en estados avanzados de deficiencia, se observa quemazón marginal de hojas y muerte de tejidos⁴⁶.

- **Magnesio.** Según Triana: “El magnesio presenta las dos formas posibles de actividad en el metabolismo de las plantas: ser parte de una enzima o un metabolito, y como ion activador de enzimas; ocupa la posición central de la molécula de clorofila y en la forma iónica trabaja como activador de muchas enzimas involucradas en la síntesis de proteínas”⁴⁷.

Para Rojas:

Las plantas requieren magnesio en cantidades similares a las del fósforo. El magnesio es el único componente mineral de la molécula de clorofila y por lo tanto, inhibe el proceso de la fotosíntesis. Este proceso generalmente utiliza cerca del 15 al 20% del magnesio total de la planta. Es un elemento importante en la estructura de los ribosomas y activa la formación de cadenas polipeptídicas de los aminoácidos, por tanto su deficiencia causa una disminución en el nitrógeno proteico y un aumento en el nitrógeno no proteico dentro de la planta. También se encuentra involucrado en numerosas funciones fisiológicas y bioquímicas, tales como activación de las enzimas en la fosforilación para el metabolismo de los carbohidratos y en las reacciones del metabolismo del fósforo, especialmente en aquellas relacionadas con el ATP.

⁴⁶ CASTRO, F, Hugo. Op. cit., p. 276 – 277.

⁴⁷ TRIANA, N. María del Pilar. Introducción al metabolismo de las plantas. En : Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en la agricultura. Bogotá: Sociedad Colombiana de las Ciencias del Suelo Comité Regional Cundinamarca y Boyacá, 2001. p. 10.

El magnesio es un elemento móvil dentro de la planta y por lo tanto es rápidamente translocado de las partes viejas a las partes jóvenes de la planta cuando se presenta deficiencia, las hojas afectadas muestran clorosis intervenal⁴⁸.

- **Calcio.** Triana afirma que:

El Calcio es transportado a través del floema en una extensión limitada y es conocido como un elemento no móvil. Es característico de este elemento que en la planta que presentan deficiencia las hojas viejas tengan concentraciones más altas que las hojas jóvenes y que los síntomas de deficiencia se observan en las hojas jóvenes como el ápex de las yemas.

El calcio no forma parte de los metabolitos de las plantas, sino que permanece como ión durante su actividad en la planta y además tiene incidencia en la activación de enzimas. El calcio forma parte importante en la construcción de la membrana de las células y, desde este punto de vista, tiene gran importancia en la economía del agua en el interior de la planta, la presencia de calcio en las paredes celulares sirve para endurecerlas, también se considera esencial para la actividad de los puntos vegetativos, es decir, de los meristemos de crecimiento⁴⁹.

Por su parte, Rojas manifiesta que el calcio y el magnesio han sido considerados como elementos secundarios esenciales para las plantas, pero en realidad son macro nutrientes que la mayoría de los cultivos requieren en cantidades relativamente altas para su óptimo crecimiento y producción.

Las especies que más requieren calcio son los pastos, las leguminosas y las hortalizas de hoja. El calcio juega un papel muy importante en la elongación y división de la célula. Durante la respiración, se acumula en la mitocondria donde aumenta su contenido proteico. Su función es importante en la estructura y permeabilidad de las membranas celulares. Su deficiencia produce rompimientos de las estructuras de las membranas causando difusión y pérdida de los componentes celulares. Aumenta la absorción de nitrógeno en forma de nitrato y, por tanto, tiene relación con su

⁴⁸ ROJAS, Leyla A. El Magnesio en las plantas. En: Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en la agricultura. Bogotá: Sociedad Colombiana de las Ciencias del Suelo Comité Regional Cundinamarca y Boyacá, 2001. p. 19 - 20.

⁴⁹ TRIANA, Op. cit., p. 7 – 9.

metabolismo. El calcio está relacionado con la traslocación de carbohidratos dentro de la planta⁵⁰.

- **Azufre.** Burbano menciona que:

El azufre ocurre en los suelos en forma orgánica e inorgánica y su participación relativa es función del suelo y del clima, por ello las cantidades de azufre en las dos formas varían ampliamente, dependiendo de la naturaleza del suelo, pH, condición de drenaje, contenido de materia orgánica, composición mineralógica y profundidad en el perfil. A diferencia del fosfato, el sulfato está sujeto a la lixiviación; de allí que en suelos muy lavados las formas inorgánicas de azufre son removidas, y permanece solo o principalmente el azufre en formas orgánicas. El mismo autor señala que el azufre orgánico es la concentración del azufre disponible para la planta⁵¹.

Según Bernal:

El azufre hace parte de los aminoácidos azufrados, está involucrado en las vitaminas biotina, tiamina y coenzima A, ayuda en la estabilización de la estructura de las proteínas. Cuando se presentan deficiencias, las hojas más jóvenes se tornan amarillo – verdosas o cloróticas de manera uniforme, la producción de flores se torna indeterminada, se restringe el crecimiento de los tallos tomando una apariencia delgada, áspera y leñosa⁵².

- **Boro.** Es parte constituyente de algunas plantas, en la actualidad se sabe que es uno de los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas y está ampliamente distribuido en la naturaleza. Su deficiencia causa destrucción de los tejidos jóvenes, de los meristemos apicales, coloración roja o amarilla de las hojas en la zona de destrucción, inhibición de floración, trastornos en los tejidos leñosos que provocan obstrucción en los sistemas de conducción, mal desarrollo del sistema radicular, decoloración de las paredes celulares, especialmente en el floema⁵³.

⁵⁰ ROJAS, Op. cit., p. 18 – 20.

⁵¹ BURBANO, Hernán . El Azufre en las plantas. En : Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en la agricultura. Bogotá: Sociedad Colombiana de las Ciencias del Suelo Comité Regional Cundinamarca y Boyacá, 2001. p. 24 - 25.

⁵² BERNAL, Op. cit., p. 18 – 20.

⁵³ MINISTERIO DE EDUCACIÓN. CUBA, Compendio de Agronomía: Pueblo y Educación. 2002, 2da edición. pp. 227 - 228.

Los síntomas de toxicidad por boro comprende quemaduras características, clorosis y necrosis, el exceso de boro es frecuente en suelos salinos⁵⁴.

4.2.2.3 Factores Biológicos. De acuerdo con Castillo*, la vida animal y vegetal influye mucho en los procesos de formación del suelo y en el carácter del material resultante de los procesos de intemperización. La flora actúa como modificadora de las influencias climáticas y, en unión de la fauna, interviene como agente que le imprime determinado carácter al suelo, especialmente los contenidos de materia orgánica, en la acidez y en la densidad aparente.

- **Macro y Meso fauna.** Según CABRERA, Grisell y CRESPO, G:

Los organismos que habitan en el suelo tienen gran importancia debido a su participación en los procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica y en el mejoramiento de su estructura. Diversos autores plantean que la actividad de la fauna edáfica acelera significativamente el proceso de reciclaje de nutrientes en el ecosistema, haciendo éstos rápidamente disponibles para las plantas (Hendrix *et al.* 1990, 1992, Lavelle *et al.* 1992). En dichos procesos, no todos los invertebrados juegan el mismo papel ni tienen la misma importancia y se ha demostrado que existen relaciones jerárquicas, dentro de las cuales ciertos organismos realizan un control de la actividad de otros. El conocimiento adecuado de la influencia que puede ejercer la actividad de la biota en los diferentes procesos edáficos es un aspecto clave para poder desarrollar proyectos de manipulación que intenten elevar o mantener la fertilidad de los suelos. En los ecosistemas ganaderos, esto reviste particular interés, debido a la importancia que se le atribuyen a los pastizales como base fundamental en la alimentación del ganado vacuno.

La biota edáfica se encuentra dividida, de acuerdo con el tamaño del animal adulto, en tres grandes grupos: la micro fauna, la meso fauna y la macro fauna (Lavelle *et al.* 1992). La micro fauna está constituida por animales acuáticos que se encuentran entre las partículas del suelo, miden menos de 0.2 mm y se incluyen, fundamentalmente, protozoarios, rotíferos y

⁵⁴ PERSONAL, de laboratorio de salinidad de los EUA. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México: Limusa, 1982. pp. 69.

* CASTILLO, Jesús. I. A., Ph. D. Docente Facultad Ciencias Agrícolas. Pasto, Marzo de 2004.

nemátodos. El segundo grupo lo componen organismos cuyo tamaño oscila entre los 0.2 y 2 mm y forman parte de él los micro artrópodos (ácaros, colémbolos, proturos, dípteros y sínfilos) y los enquitreídos. Por último, la macro fauna se encuentra compuesta por organismos de más de 2 mm de longitud, que se mueven activamente a través del suelo y pueden elaborar galerías en las cuales viven. Forman parte de este grupo los isópodos (cochinillas), quilópodos (ciempiés), diplópodos (milpiés), arácnidos, moluscos, formícidos (hormigas), isópteros (termitas), coleópteros y oligoquetos (lombrices de tierra).

La actividad de la fauna edáfica influye en el proceso de reciclaje de nutrientes en los ecosistemas y, por ende, en la fertilidad del suelo. Particularmente, la macro fauna y la meso fauna permiten:

- ✓ La destrucción mecánica de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca hasta su desmenuzamiento, aumenta la superficie expuesta al ataque de las bacterias y microorganismos en general.
- ✓ Contribuyen a distribuir los sustratos nutritivos, con lo que facilitan también la actividad degradadora de la micro fauna del suelo.
- ✓ Enriquecen el suelo con sus aportes de deyecciones, excreciones, secreciones y aún con sus propios cadáveres.
- ✓ Contribuyen a la diseminación de esporas fúngicas y otros microorganismos.
- ✓ Sus deyecciones ayudan a formar la micro estructura del suelo.
- ✓ Airean el suelo, además de permitir una mayor penetración del agua, al construir galerías en él.
- ✓ Algunos, como los coleópteros coprófagos, impiden con su actividad la volatilización inmediata del nitrógeno, haciendo que este elemento se encuentre disponible para las plantas⁵⁵.

4.3 PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS.

4.3.1 Composición química. Indica la cantidad de nutrientes orgánicos y

⁵⁵ CABRERA, Grisell y CRESPO, G. Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales. *Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, La Habana.* Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo. 35, No. 1, 2001. p. 3 – 7.

minerales presentes (aunque no de su disponibilidad para el animal), así como la existencia de factores o constituyentes que influyen negativamente sobre la calidad.

Pirela, M. sustenta los siguientes componentes nutritivos de los pastos:

- **Proteína cruda.** Un contenido bajo de proteínas resulta en una disminución del consumo de forrajes. El nivel crítico de la proteína en forrajes tropicales, por debajo del cual limita el consumo, está establecido en 7% (base seca). Una característica deseable en los forrajes y otros alimentos es la de proveer una fuente adicional de proteína (proteína sobrepasante) para ser digerida y absorbida en el intestino delgado y que complemente de forma satisfactoria el suministro de aminoácidos procedentes de la proteína microbiana.
- **Extracto etéreo.** Compuestos orgánicos insolubles en agua, que pueden ser extraídos de las células y tejidos por solventes como el éter, benceno y cloroformo. En líneas generales, proveen energía y otros nutrientes, y su disponibilidad para el animal es alta, aunque incluye proporciones variables de otros compuestos con poca importancia nutricional. Buena parte del material que es analizado típicamente como grasa en los pastos es, de hecho, algo distinto a las grasas verdaderas.
- **Carbohidratos.** Principales componentes de los forrajes y son responsable de las 3/4 partes del peso seco de las plantas. Un importante carbohidrato estructural lo constituye la lignina. Este compuesto complejo, heterogéneo y no digerible por los microorganismos ruminales ni por las enzimas intestinales, se encuentra incrustado en la pared celular de los tejidos vegetales. Su contenido aumenta con la madurez, siendo responsable de la digestión incompleta de la celulosa y la hemicelulosa, y el principal factor limitante de la digestibilidad de los forrajes.

Los carbohidratos no estructurales están disponibles casi en 100% para el animal, al ser digeridos fácilmente por los microorganismos del aparato digestivo y enzimas segregadas por el animal.

- **Minerales.** El contenido de minerales en los forrajes es muy variable ya que depende del tipo de planta, del tipo y propiedades del suelo, de la cantidad y distribución de la precipitación, y de las prácticas de manejo del sistema suelo-planta-animal.
Con algunas excepciones, los minerales para el crecimiento y producción de los animales son los mismos que los requeridos por las plantas forrajeras. Sin embargo, las concentraciones normales de algunos elementos en las plantas

pueden resultar insuficientes para satisfacer los requerimientos de los animales, mientras que en otros casos, ciertos minerales se encuentran en niveles que resultan tóxicos para los animales, pero sin causar ningún daño a las plantas.⁵⁶

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

La presente investigación se realizó durante un periodo de tres meses en el semestre A del 2008, en tres localidades rurales comprendidas entre 2600 y 2799 msnm del municipio de Pasto:

- Daza (Corregimiento de Morasurco)
 - Sitio 1: 2792 msnm.
 - Sitio 2: 2785 msnm.
 - Sitio 3: 2749 msnm.

- Santander de Obonuco (Corregimiento de Obonuco)
 - Sitio 1: 2760 msnm.
 - Sitio 2: 2732 msnm.
 - Sitio 3: 2717 msnm.

- Botana (Corregimiento de Catambuco)
 - Sitio 1: 2775 msnm.
 - Sitio 2: 2753 msnm.
 - Sitio 3: 2714 msnm.

5.2 METODOLOGÍA

En cada zona se dispuso de 3 sitios de áreas indeterminadas, donde el suelo no ha sido intervenido y el estado productivo del pasto fue bueno, teniendo como criterio la altura y la producción de biomasa; en cada sitio se tomó 1 muestra de suelo y 1 muestra de forraje, para los correspondientes análisis; en total se tomaron 9 muestras de suelo y 9 muestras de forraje.

En cada zona se determinaron los factores climáticos, químicos, físicos y

⁵⁶ PIRELA, M. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf.

biológicos del suelo que intervienen en el crecimiento y calidad nutricional del pasto.

Las muestras de suelo se tomaron siguiendo el protocolo de José Hiram Tobón C., publicado en el Boletín Divulgativo número 27 ICA PRONATTA: Cómo Tomar Una Buena Muestra De Suelo.

Las muestras de forraje se tomaron siguiendo los pasos citados por Apraez, E. (1994) en: El Análisis Químico de los Alimentos.

Las diferentes muestras de forraje y de suelo se analizaron en los laboratorios especializados de nutrición animal y suelos de la Universidad de Nariño, sede Torobajo.

Las características físicas y químicas se determinaron de acuerdo a los procedimientos descritos por el manual de métodos químicos para el análisis de suelos (LABORATORIOS UDENAR), de la siguiente manera:

5.2.1 Variables físicas

- Densidad Aparente: se determinó mediante el método del cilindro graduado: es la relación existente entre el peso de un volumen dado de suelo seco a la estufa (105 -110°C) incluyendo su grado estructural y el volumen ocupado por él, la densidad aparente es útil para el cálculo de porosidad total del suelo y para convertir el porcentaje de agua en peso a porcentaje en volumen.
- La densidad Real se determinó utilizando el método del picnómetro, de acuerdo al peso de las partículas sólidas de los suelos y, por lo tanto, puede definirse como la relación entre el peso de las partículas sólidas y secas a la estufa y el volumen de agua desalojada por ellas.
- Porosidad Total: Relación entre densidad aparente y densidad real.
- Textura: Método de Boyoucos: El método utiliza un densímetro especialmente calibrado, llamado "Densímetro de Boyoucos". La primera lectura de la densidad se realiza a los 40 segundos de la decantación y corresponde a la influencia del limo y la arcilla en suspensión, debido a que el tiempo suficiente para completar la decantación de todas las partículas mayores a 0,05 mm, (arenas). La segunda lectura se la realiza después de 2 horas de decantación y corresponde a la densidad influenciada únicamente por la arcilla, debido a que en ese plazo todas las partículas de

limo ya están decantadas. Cálculos adecuados transforman las lecturas de densidad en contenidos de limo y arcilla, siendo el contenido de arena calculado por diferencia.

- Infiltración: se utilizó la prueba por inundación usando el sistema de anillos concéntricos, este método consiste esencialmente en medir durante un periodo prolongado de tiempo, el flujo de agua a través de la superficie del suelo, con una lámina de agua permanente o constante.
- Penetrabilidad: se determinó por lectura y análisis del penetrógrafo, ya que brinda un índice integrado de la compactación del suelo.
- Pendiente: método de nivel, que consiste en ubicar una vara de dos metros para posteriormente nivelar y tomar la lectura de la altura. La pendiente se calcula dividiendo la altura sobre la longitud de la vara y se multiplica por 100 para ser expresada en porcentaje
- Capacidad de campo: método de columnas de Chapingo, este método consiste en humedecer suelo seco al aire que ha sido lleno en un tubo de PVC y al paso de 24 horas se determina la humedad del tercio central de la muestra de suelo

5.2.2 Variables químicas

- pH: Determinación por potenciómetro (suelo - agua 1:1), se fundamenta en determinar la concentración y la actividad iónica del H⁺ en una suspensión del suelo en agua
- Materia Orgánica: Método de Walk y Black Colorimétrico, método que se basa en una solución de dicromato de potasio que actúa como oxidante en un medio de ácido sulfúrico, reaccionando en ácido crómico, el cual es proporcional a la materia orgánica.
- Capacidad de Intercambio Catiónico: Determinación por acetato de amonio y cloruro de sodio, consiste en la saturación del suelo con soluciones salinas de un determinado catión, eliminación del exceso de solución saturadora y por último la determinación del catión indicador extraído por unidad de peso seco del suelo
- Nitrógeno: Método de Kjeldahl expresado en porcentaje.

El procedimiento Kjeldhal determina el contenido de N en las dos sustancias orgánicas e inorgánicas. El procedimiento de determinación de N presenta dos partes; la primera, que corresponde a la digestión o transformación del nitrógeno orgánico a la forma amoniacal (NH_4^+) y la segunda, a la determinación de nitrógeno como NH_4^+ .

Es necesario considerar que el N determinado por el método Kjeldhal, no es necesariamente el nitrógeno total (N) contenido en la muestra analizada, debido a que no todas las formas de nitrógeno son convertidas a la forma amoniacal (NH_4^+), durante la fase de digestión. El procedimiento Kjeldhal no recuperará el N que existe en formas oxidadas como nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-), al menos que la muestra a ser determinada, sea pretratada para reducir estos dos aniones a amonio (NH_4^+). El amonio (NH_4^+) es determinado ya sea por el procedimiento tradicional de destilación titulación.

- Fósforo: Método Bray II y Kurtz, utiliza ácido clorhídrico (HCl) con el fin de incluir una mayor cantidad de fósforo. El ion fluor puede solubilizar los sulfatos de hierro y aluminio por su propiedad de formar complejo con estos cationes en una solución ácida, con la consecuente liberación de fósforo retenido en el suelo.
- Potasio, Magnesio y Calcio: Método de acetato de Amonio y Cloruro de Sodio, se determinó extrayendo su fracción cambiante con una solución de sal neutra. Esto explica la universalidad del uso del acetato de amonio normal y neutro para extraer la fracción disponible de estos elementos, ya que desplaza de las posiciones de intercambio a los cationes retenidos por las cargas negativas del complejo coloidal.
- Azufre: Método turbimétrico, se basa en una solución de sal neutra, como la del fosfato monobásico de calcio, que extrae el sulfato soluble más el absorbido en la fracción coloidal del suelo.
- Boro: Método de Agua Caliente y Asometina H.
- Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc: extracción método de Mehlich1, este método se fundamenta en el tamaño iónico, el cual permite que estos elementos pueden sustituir isomórficamente a los elementos principales en los minerales

5.2.3 Variables biológicas. Para la evaluación de macro y meso fauna del suelo, se utilizó la metodología propuesta por Anderson e Ingran, citados por CORAL, Dilia en: Impacto sobre las prácticas agrícolas sobre la macro fauna del suelo en la cuenca alta del lago Guamuez, Pasto, Colombia. La técnica del monolito consistió

en marcar un cuadrante de 25 x 25 x 30 del cual se contabilizó los individuos por especie presentes en suelo de cada sitio.

Variables bromatológicas La valoración nutricional del forraje se realizó utilizando los métodos descritos por el análisis químico de alimentos (LABORATORIOS UDENAR).

- Análisis proximal o de Weende para materia seca, este método sirve para determinar únicamente la cantidad de materia seca presente en una sustancia, no es una medida exacta del contenido de humedad puesto que en desecación ocurren una serie de reacciones químicas que ocasionan variaciones en esta determinación.
- Nitrógeno total y proteína verdadera por Kjeldahl, se basa en tres pasos fundamentales: digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y a elevada temperatura, para transformar el nitrógeno en sulfato de amonio. La solución se alcaliniza y el amoníaco liberado se destila para su posterior titulación.
- FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y lignina por Van Soest, el cual utiliza detergentes que se combinan con la proteína para solubilizarla, así como un agente quelante (EDTA) que remueve los metales pesados y los iones alcalinos contaminantes.
- Minerales: Ca, P, Mg y S, se estimaron multiplicando la cantidad de elemento extractado durante el análisis por un factor de dilución (FD) y los cálculos se hicieron en forma de porcentaje.
- Energía digestible: se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{EDMcal/Kg} = (0.0504 \times \text{PC} + 0.02 \times \text{FC} + 0.011 \times \text{ELN} + 0.000377 \times \text{ELN}^2 + 0.077 \times \text{EE} - 0.152)$$

Donde:

ED =Energía digestible

PC = Proteína cruda

FC = Fibra cruda

ELN= Extracto libre de nitrógeno

EE = Extracto etéreo

5.2.4 Variables climáticas. Los datos de los factores climáticos como: temperatura, humedad relativa y precipitación, se tomaron los reportados por el IDEAM en un periodo comprendido entre los años 2000 al 2008. Los datos de

luminosidad y altitud se determinaron con luxómetro y altímetro respectivamente, equipos disponibles en la Universidad de Nariño.

5.3 MATERIALES Y EQUIPOS

En el desarrollo del proyecto, se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

1. GPS
2. Luxómetro
3. Nivel
4. Anillos concéntricos
5. Porra
6. Regla graduada en centímetros
7. Cronómetro
8. Baldes
9. Agua
10. Penetrógrafo
11. Tarjetas de graficación para penetrabilidad
12. Altímetro
13. Palas
14. Saca bocado
15. Frascos plásticos
16. Alcohol
17. Pinzas
18. Cinta
19. Esteroscopio
20. Cajas petri
21. Cuadrante de 1 m²
22. Machete
23. Bolsas plásticas para la muestra del suelo
24. Bolsas para la muestra del pasto
25. Balanza

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para efectos de determinar cuáles son las variables que mayormente condicionan la productividad de biomasa, se planteó, en primera instancia, un análisis multivariado de componentes principales.

Para dicho análisis se tomaron las variables que tengan un CV mayor del 20%. De igual manera, se realizó un análisis de correlación de Pearson, con el fin de

eliminar variables que estén altamente correlacionadas, dejando para el análisis de componentes principales (ACP), tan solo una de ellas y también todas aquellas variables que no estuvieron correlacionadas.

La información obtenida de las variables se procesaron con el programa S.A.S. (Statiscal Analisis System)

Las variables que se incluyeron al análisis de componentes principales son:

- Producción (Prod)
- Periodo de recuperación (PR)
- Materia seca (MS)
- Proteína cruda (Pc)
- Azufre del pasto (S(p))
- Klux soleado en la mañana (K1)
- Klux soleado al medio día (K2)
- Klux soleado en la tarde (K3)
- Klux nublado en la mañana (K4)
- Klux nublado al medio día (K5)
- Klux nublado en la tarde (K6)
- Capacidad de campo (CC)
- Infiltración (Inf)
- Pendiente (Pend)
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC)
- Magnesio (Mg)
- Calcio (Ca)
- Boro (B)
- Azufre del suelo (S(s))
- Hierro (Fe)
- Cobre (Cu)
- Zinc (Zn)

5.4.1 Selección de componentes principales. Para tomar una decisión sobre el número de componentes principales a incluir, se utilizó el método de porcentaje explicado, que consiste en fijar un porcentaje de variabilidad explicado y considerar los sucesivos componentes principales hasta superar el porcentaje prefijado (Grané 2002). Para esta investigación se fijó un porcentaje explicado del 70%.

Para la clasificación jerárquica o clusters se aplicó el método de Ward y distancia métrica Euclidiana.

5.4.2 Macro y meso fauna. Para el análisis de macro y meso fauna del suelo se utilizaron: medidas de tendencia central y dispersión, también se desarrolló un análisis de correspondencia con normalización simétricos con los datos correspondientes al suelo, clasificados por textura y especie de individuos, utilizando el programa correspondencia de SPSS 15.0.

5.4.3 Variables a evaluar.

- ❖ Climáticos: Temperatura, luminosidad, precipitación, humedad relativa, altitud.
- ❖ Químicos: materia orgánica, pH, C.I.C, N, P, K, Mg, Ca, S, B.
- ❖ Físicos: textura, penetrabilidad, pendiente, densidad aparente, densidad real, porosidad total, capacidad de campo e infiltración.
- ❖ Biológicos: macro y meso fauna.
- ❖ Bromatológicos: materia seca, nitrógeno total, proteína verdadera, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa, lignina, minerales: Ca, P, Mg y S.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Resultados de las variables de producción, bromatológicas y edafoclimáticas.

En las Tablas 1 a 4 se presentan los resultados obtenidos de las variables productivas y bromatológicas (Tabla 1), climáticas (Tabla 2), edáficas (Tabla 3) y Tabla de correspondencia para textura, macro y meso fauna (Tabla 4).

Para los datos de producción de biomasa verde, se encontró un promedio general

Tabla 1. Análisis bromatológico*: proximal, del pasto brasilero (*Phalaris spp*), en nueve sitios del municipio de Pasto.

Variable	S1T1	S1T2	S1T3	S2T1	S2T2	S2T3	S3T1	S3T2	S3T3	Promedio
Prod (Kg/m ²)	6.8	6.5	6.5	5.8	6	6.2	5.6	6.2	6	6.18
PR (días)	105	105	105	88	90	88	61	63	64	85.44
MS (%)	21.12	23.53	20.04	16.61	14.82	16.13	17.71	17.08	16.21	18.14
Pc (%)	15.42	12.32	16.01	16.31	17.9	19.13	13.24	17.74	20.22	16.48
S (p) (%)	0.4	0.25	0.22	0.27	0.23	0.21	0.24	0.33	0.31	0.27

* Base seca

S1T1: Daza sitio 1; S1T2: Daza sitio 2; S1T3: Daza sitio 3; S2T1: Obonuco sitio 1; S2T2: Obonuco sitio 2; S2T3: Obonuco sitio 3; S3T1: Botana sitio 1; S3T2: Botana sitio 2; S3T3: Botana sitio 3; Prod: Producción de forraje verde; PR: Periodo de recuperación; MS: Materia seca; Pc: Proteína cruda; S(p): azufre del pasto

Tabla 2. Análisis completo de suelo en nueve sitios del municipio de Pasto.

Variable	S1T1	S1T2	S1T3	S2T1	S2T2	S2T3	S3T1	S3T2	S3T3	Promedio
MO (%)	23.6	15.9	22.1	10.4	6.2	10.6	15.6	11.3	11.5	14.13
pH	6	5.3	5.3	6.6	7	6.1	6.4	6.7	5.6	6.11
CIC (meq/100g)	51	37.8	45.8	23	24.6	27.8	35	27	27	33.22
N (%)	0.73	0.57	0.71	0.42	0.27	0.42	0.57	0.45	0.45	0.51

Mg (s) (meq/100g)	1.8	0.9	1.4	3.5	2.6	3.7	6.35	5.6	3.6	3.27
Ca (s) (meq/100g)	21.7	4.5	6.8	13.9	13	15.5	25.6	20.8	10.9	14.74
S (s) (ppm)	11.33	11.32	11.32	11.32	3.82	3.55	11.18	7.91	7.91	8.85
B (ppm)	0.2	0.2	0.01	0.1	0.01	0.24	0.09	0.29	0.52	0.18
Fe (ppm)	1.2	2.8	2.8	8.8	10	10.8	9.2	6	20.4	8.00
Cu (ppm)	0.2	0.3	0.2	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.43
Zn (ppm)	7	1.5	2.8	14.1	5.8	5.8	7.9	7.8	6.5	6.58
CaOr (%)	13.7	9.2	12.8	6	3.58	6.13	9.04	6.57	6.65	8.19
Pend (%)	9.38	15.23	12.14	17.48	10	30.47	19.36	47.5	17.48	19.89
CC (%)	87.8	77.9	84.3	66.1	67.9	50.2	47.1	52.8	56.8	65.66
Inf (cm/hora)	0.8	1.1	1.4	0.2	1.4	0.7	1.9	1.1	0.2	0.98
Grado Textural	F	F	F-A	F	F-Ar	F	A-F	F-A	F-A	

MO: Materia orgánica; CIC: Capacidad de intercambio catiónico; NT: Nitrógeno total del suelo; Ca (s): Calcio del suelo; S (s): azufre del suelo; B: Boro; Fe: Hierro; Cu: Cobre; Zn: Zinc; CaOr: Carbono orgánico; Pend: Pendiente; CC: Capacidad de campo; Inf: Infiltración; F: Franco; Ar: Arcilloso; A: Arenoso.

Tabla 3. Variables ambientales en nueve sitios del municipio de Pasto.

Variable	S1T1	S1T2	S1T3	S2T1	S2T2	S2T3	S3T1	S3T2	S3T3	Promedio
T °C	12	12	12	13.1	13.1	13.1	12.4	12.4	12.4	12.50
K1 (klux)	104.1	6.35	7.99	125.8	28.32	30.84	99.45	110.45	114.28	69.73
K2 (klux)	145.2	92.45	87.2	138.54	146.76	140.43	128.8	152.2	155.67	131.92
K3 (klux)	133.15	81.95	19.2	95.8	87.98	90.12	104.7	89.16	116.45	90.95
K4 (klux)	17.5	6.14	6.28	34.81	21.45	22.71	26.18	23.12	26.71	20.54
K5 (klux)	42.3	35.4	36.84	37.2	29.23	29.15	31.28	43.71	45.55	36.74
K6 (klux)	14.1	24.5	24.68	26.6	14.57	18.49	19.62	14.42	11.38	18.71
Altura (msnm)	2792	2788	2749	2732	2760	2717	2714	2753	2775	2753.33

T °C: Temperatura en grados centígrados; K1: klux día soleado en la mañana; K2: klux día soleado al medio día; K3: klux día soleado en la tarde; K4: klux día nublado en la mañana; K5: klux día nublado al medio día; K6: klux día nublado en la tarde.

6.2 COMPONENTES PRINCIPALES

Se seleccionaron 3 componentes principales, los cuales explican el 75,2% de la variabilidad (Tabla 4).

Tabla 4. Valores propios de los componentes principales

Numero	Valor propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado
--------	--------------	------------	----------------------

1	9.4474	42.94	42.94
2	4.2652	19.39	62.33
3	2.8317	12.87	75.2

Para determinar qué variables de cada uno de los componentes principales seleccionados explican la variabilidad de este componente, se tomó en cuenta solamente los mayores valores positivos y negativos de la tabla de variación explicada (Tabla 5).

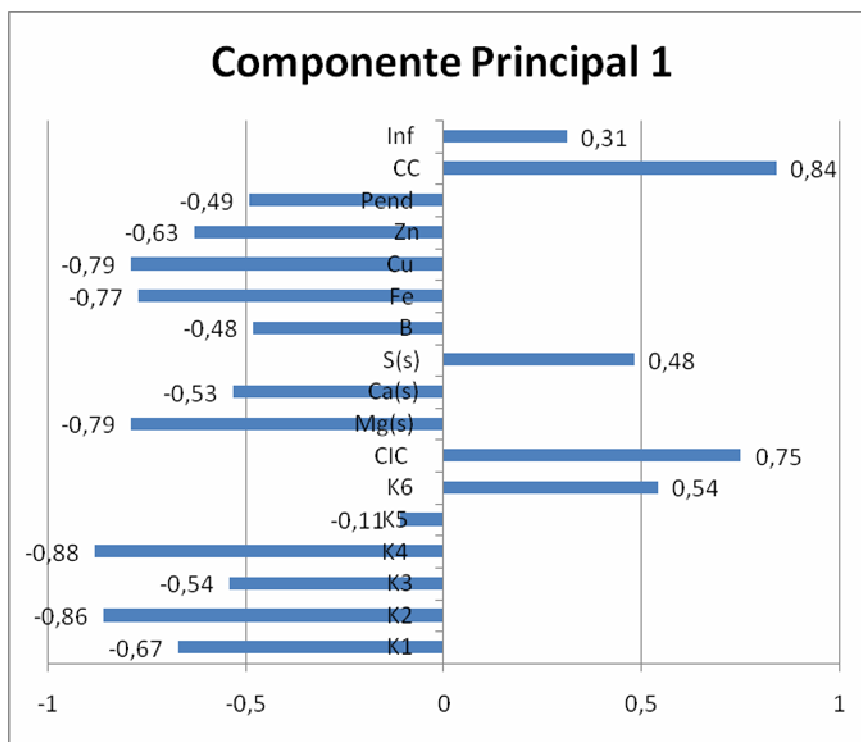
Tabla 5. Variación explicada de las variables

<i>Variable</i>	<i>COMPONENTES PRINCIPALES</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
PROD – Produccion	0.71	0.48	-0.36
PR - Period Rec.	0.85	0.04	0.21
MS - Mat. Seca	0.83	0.35	0.15
PC - Prot. Crud	-0.61	0.01	-0.67
S(P) - Azuf. Past	-0.12	0.97	0.04
K1 - Lux sol am	-0.67	0.6	0.36
K2 - Lux sol mm	-0.86	0.32	-0.13
K3 - Lux sol pm	-0.54	0.55	0.08
K4 - Lux nub am	-0.88	0.06	0.22
K5 - Lux nub mm	-0.11	0.85	-0.16
K6 - Lux nub pm	0.54	-0.36	0.38
CIC	0.75	0.41	0.17
Mg(s) - Magnesio del suelo	-0.79	-0.11	0.49
Ca(s) - Calcio del suelo	-0.53	0.26	0.61
S(s) - Azufre del suelo	0.48	0.45	0.57
B - Boro	-0.48	0.5	-0.47
Fe - Hierro	-0.77	-0.17	-0.4
Cu - Cobre	-0.79	-0.05	-0.13
Zn - Zinc	-0.63	0.21	0.42
Pend - Pendiente	-0.49	0	0.07
CC - Capacidad de campo	0.84	0.36	0.14
Inf - Infiltracion	0.31	-0.45	0.49

6.2.1 Componente principal 1: Alta producción de forraje verde, alto porcentaje de materia seca y alto periodo de recuperación del pasto.

El primer componente es el que tiene la varianza más alta, y por lo tanto permite explicar el 42.94% del total de la variación. En este primer componente se observan valores positivos y negativos; positivos como: CIC (0.75) y CC (0.84); y valores negativos como: K2 (-0.86), K4 (-0.88), mg (-0.79), Fe (-0.77) y Cu (-0.79) (Figura 1).

Figura 1. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del primer componente que corresponde a producción de forraje verde, materia seca y periodo de recuperación.



Estos valores indicarían un rendimiento de producción de forraje verde satisfactorio; con un alto contenido de materia seca y periodo de recuperación largo, encontrando una relación positiva entre estas dos últimas variables; la CIC indicaría que hay un buen intercambio de cationes, concediendo al suelo una buena fertilidad, reflejándose esta cualidad en una alta producción.

Según Castro, es deseable que un suelo presente una CIC alta, asociada con una buena saturación de bases, ya que esto indica una gran capacidad potencial de suministro y reserva de minerales. Cuando un suelo presenta baja CIC es índice de baja fertilidad.⁵⁷

La CC con valor positivo indicaría que una buena retención de humedad promueve el desarrollo de las plantas, ya que según Padilla, la absorción de los nutrientes minerales no es posible sin el agua; ésta sirve de diluyente y transporta a los sitios de consumo, es decir a las células mismo. El agua también sirve como un mecanismo imprescindible para el enfriamiento de los tejidos, principalmente por el fenómeno de la transpiración. El agua también es vital para el crecimiento de las plantas ya que participa directa o indirectamente en todas las reacciones fisiológicas y de transporte. La fotosíntesis, por ejemplo, disminuye en plantas con “estrés hídrico”, por la pobre hidratación de las hojas, lo que da lugar a que por la falta de turgencia en las células de guarda, los estomas no se abran para el intercambio de gases.⁵⁸

El mismo autor manifiesta que el agua que permanece retenida como una película rodeando a las partículas del suelo, es la mayor fuente de agua disponible para el crecimiento de las plantas, y las raíces de plantas en crecimiento son las que mayor remoción de esta agua disponible realizan.⁵⁹

Lo anterior es ratificado por Fitz Patrick quien dice que la importancia de la capacidad de campo radica en que las plantas cubren su requerimiento de agua, en su mayor parte, de la retenida por el suelo y no del agua precipitada.⁶⁰

Los valores negativos de K2 y K4 indicarían que la luz solar al medio día en días soleados y en la mañana en días nublados, condiciona la calidad y producción de forraje verde, ya que según Pirela:

La Radiación Solar se encuentra muy relacionada con procesos fisiológicos fundamentales, vinculados con el crecimiento y los cambios morfológicos que experimentan los pastos y forrajes a través de su desarrollo. Influye en

⁵⁷ CASTRO, Op. cit., p. 164 – 165

⁵⁸ Padilla, W. Fertilidad de Suelos, CD - 1ra Edición. Quito – Ecuador, 2002. Pp3.

⁵⁹ *Ibíd.*, p. 53.

⁶⁰ FITZPATRICK, E.A. Introducción a la ciencia de los suelos. México, 1996. p. 40 – 48

los procesos metabólicos de la planta que determinan su composición química, por cambios en la intensidad y en la calidad de la luz.⁶¹.

Rodríguez también afirma que, la duración del período luminoso es otro factor muy relacionado con la intensidad y calidad de la radiación, que puede afectar directamente el crecimiento. Los días cortos del período invernal, unido a la baja intensidad de radiación, es una de las causas fundamentales de la disminución de la productividad de los pastizales, cuyo comportamiento es variable en dependencia de la especie de pasto. La radiación solar también ejerce su influencia en otros procesos metabólicos de la planta que determinan en su composición química, ya sea por cambios en la intensidad como en la calidad de la luz. El aumento en la intensidad de la luz, favorece los procesos de síntesis y acumulación de carbohidratos solubles en la planta, mostrando un comportamiento inverso con el resto de los constituyentes solubles y estructurales, siempre que otros factores no sean limitantes. Buxton y Fales (1994) señalaron que en las regiones tropicales la reducción de la intensidad de radiación por el efecto de la sombra cambia la composición química de los forrajes y, en especial, sus componentes celulares, aunque las respuestas son variables según la combinación de especies.⁶².

Según Botanical, la luz es el factor principal para el desarrollo y salud de las plantas. Mediante la luz las plantas realizan la fotosíntesis que les permite crear el alimento necesario para su organismo. El crecimiento de una planta, así como el número de horas que esta activa depende de la luz que ésta recibe⁶³.

Padilla también corrobora lo anterior afirmando que la luz es un factor imprescindible para llevar adelante una serie de procesos fisiológicos en las plantas, pero sin duda, el más importante de todos es la "fotosíntesis". La luz actúa sobre la nutrición de carbono, la temperatura de las hojas y en el balance hídrico,

⁶¹ PIRELA, M. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf. fecha de consulta 16 de febrero de 2009

⁶² PIRELA, M. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf. fecha de consulta 16 de febrero de 2009

⁶³ <http://www.botanical-online.com/plantasdeinteriorluz.htm>

y en el crecimiento de órganos y tejidos, especialmente en el alargamiento de tallos, expansión de hojas y en la curvatura de tallos.⁶⁴

Además, el periodo de recuperación estaría condicionado por la luminosidad, ya que, según Muslera E. y Ratera C: “El número de días en la aparición de las hojas disminuye cuando aumenta la intensidad de la luz,”⁶⁵ es decir, a mayor intensidad de luz menor periodo de recuperación.

Igualmente, Lopetegui asegura que la cantidad de luz que reciben las hojas recién formadas, influye directamente en la tasa de crecimiento⁶⁶.

Por otra parte, Flores afirma que cuando hay un aumento en la intensidad de la luz aumenta el proceso de la fotosíntesis, la cual requiere mayor energía y, por lo tanto, utiliza los carbohidratos solubles para la compensación de esta energía, lo cual afecta negativamente el contenido nutricional de los forrajes.⁶⁷

El Mg, Fe y Cu se encuentran en unos valores favorables en relación a la Prod y la MS, ya que si estos minerales aumentan, se bajaría la producción y el porcentaje de materia seca, como lo manifiesta la Soil Improvement Committee California Plant Health Association, que a concentraciones mayores de estos elementos, pueden llegar a ser tóxicos, también puede haber un antagonismo con otros minerales y afectar su disponibilidad.⁶⁸

6.2.2 Componente principal 2: Alto porcentaje de azufre del pasto

El segundo componente explica el 19.39% del total de la variación, presenta valores positivos como: K1 (0.6), K5 (0.85) (Figura 2); esto indicaría que a mayor radiación solar, en la mañana en días soleados y al medio día en días nublados, el porcentaje de azufre del pasto aumentaría, debido probablemente a la apertura de los estomas y además que los sitios muestreados se encuentran relativamente cerca a la zona urbana de Pasto, la cual presenta una mayor contaminación del aire.

⁶⁴ PADILLA, Op. cit., p. 2-3

⁶⁵ MUSLERA, E. y RATERA, C. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, 1991. p. 42

⁶⁶ Jaime Lopetegui M. Ingeniero Agrónomo Cooprinsem.revista lechería visión del futuro regional

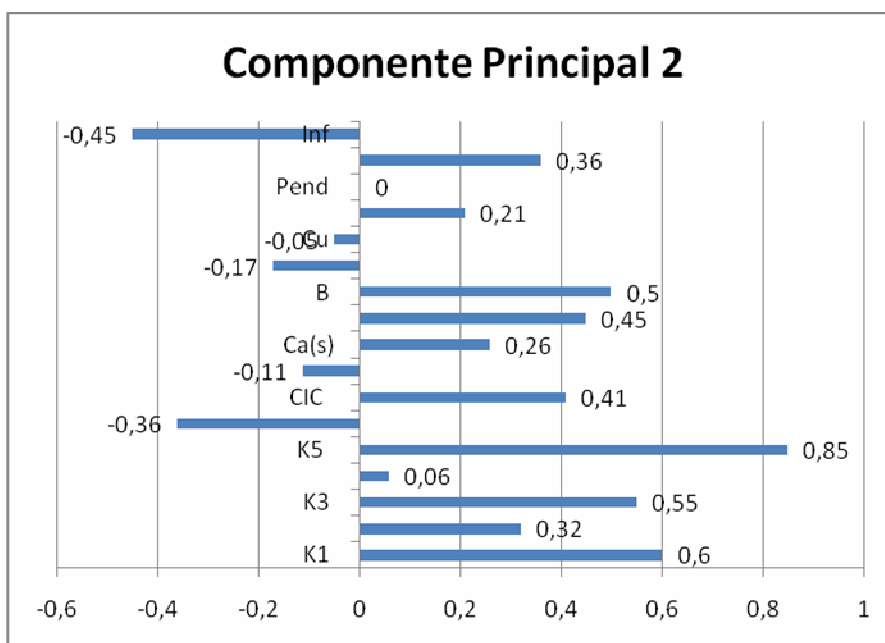
⁶⁷ FLORES, E. Las plantas estructura y función. Vol. 1. Costa Rica 1999. p. 40 – 48.

⁶⁸ Soil Improvement Committee California Plant Health Association. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. México, 2004. p. 134.

Según Padilla, las plantas pueden absorber azufre en forma oxidada, SO_4^{2-} , (así es absorbida la mayor parte), azufre gaseoso vía foliar, de la atmósfera como SO_2 , algunos aminoácidos como cisteína y metionina, formas orgánicas del azufre derivadas de la humificación de la materia orgánica en el suelo⁶⁹.

El mismo autor manifiesta que la luz afecta directamente a la transpiración de las plantas al intervenir en la apertura de los estomas facilitando el intercambio de gases que se da en la fotosíntesis y en la respiración celular, por lo cual, las plantas pueden absorber azufre directamente desde la atmósfera, que puede ser de emisiones volcánicas, de actividades industriales⁷⁰.

Figura 2. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del segundo componente que corresponde al azufre del pasto.



Por su parte, Azcon J. y Talon M. mencionan que “Dados los actuales niveles de contaminación, las deficiencias de azufre son difíciles de encontrar, sobre todo en los alrededores de las grandes ciudades y de las zonas industrializadas”. Además, los mismos autores manifiestan que la apertura de los estomas está estimulada

⁶⁹ PADILLA, Op. cit., p. 133-139

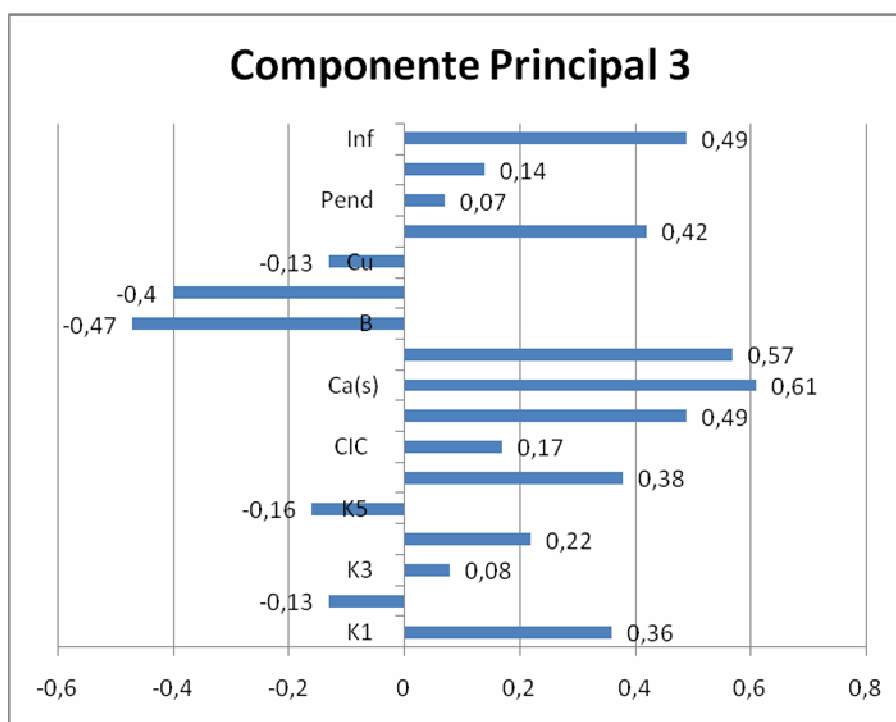
⁷⁰ PADILLA, Op. cit., p. 135

por la luz, lo que permite un intercambio de gases⁷¹, lo que resultaría en una mayor acumulación del azufre en la parte aérea de las plantas.

6.2.3 Componente principal 3: Bajo porcentaje de proteína cruda del pasto

El tercer componente explica la variación total en un 12.87%, presentando valores positivos como: Ca(s) (0.61), S(s) (0.57) y Mg(s) (0.49); y negativo para proteína cruda (Pc) con -0.67 (Figura 3), encontrando una relación negativa entre la Pc y los minerales Ca, S y Mg del suelo.

Figura 3. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del tercer componente que corresponde a la proteína cruda.



El valor negativo de la proteína puede obedecer a un desequilibrio de minerales en el suelo; según lo mencionado por Padilla, quien afirma que contenidos en exceso de azufre en el suelo pueden presentar deficiencias de fósforo o de boro por

⁷¹ AZCON J. y TALON, M. Fundamentos de fisiología vegetal. Madrid 2000. p. 32

competencia y por acidificación del medio y, por otro lado, puede ocurrir una deficiencia de los cationes potasio, calcio y magnesio, los mismos que pueden ser lavados fácilmente durante la temporada lluviosa, o de exceso de agua de riego⁷².

Por otro lado, Muslera E. y Ratera C, afirman que una gramínea, desarrollada en un suelo rico en azufre y pobre en nitrógeno, acumulará azufre en forma inorgánica; mientras que en un medio rico en nitrógeno y pobre en azufre, acumulará un exceso de nitrógeno en forma inorgánica. En ninguna de las dos situaciones la planta alcanzará su mayor desarrollo posible, por falta de equilibrio entre estos dos nutrientes.⁷³

Según Mengel K. y Kirkby E.A: “Una alta concentración de calcio afecta la absorción de potasio y su retención en las células”.⁷⁴

Esto implicaría una deficiencia de potasio, lo cual afecta el proceso normal de las funciones metabólicas en las que este elemento está implicado que, según Padilla sin un adecuado suplemento de potasio, los aminoácidos libres (los mismos que están combinados en la planta para formar proteínas) y los nitratos solubles se acumulan en las partes vegetativas de la planta (tales como hojas, tallos y ramas), causando una reducción total de proteínas en la planta⁷⁵.

6.3 CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA

Este procedimiento ha creado 4 clusters de las 9 observaciones proporcionadas. Los clusters son grupos de observaciones con características similares. Para formar los clusters el procedimiento empezó con cada observación en un grupo separado. Luego combinó las dos observaciones que estaban más próximas entre sí para formar un nuevo grupo. Después de volver a calcular la distancia entre los grupos, se han combinado los dos grupos más cercanos. Este proceso se repitió hasta que sólo han quedado 4 grupos (Tabla 6).

Tabla 6. Agrupamiento

⁷² PADILLA, Op. cit., p. 140

⁷³ MUSLERA, E. y RATERA, C, Op. cit., p. 358

⁷⁴ MENGEL, K. y KIRKBY E.A. Principios de nutrición vegetal. Switzertand, 2000. p. 434 – 435.

⁷⁵PADILLA, Op. cit., p. 105-106

<i>OBSERVACIONES</i>	<i>CLUSTER</i>	<i>SITIOS</i>
1	1	DAZA 1
2	2	DAZA 2
3	2	DAZA 3
4	3	OBO 1
5	3	BOT 1
6	3	BOT 2
7	3	BOT 3
8	4	OBO 2
9	4	OBO 3

De los 4 grupos resultantes de la clasificación jerárquica, se observa: el cluster 1, al que pertenece el sitio S1T1, presenta la mayor producción de forraje verde y el mayor porcentaje de azufre del pasto; el cluster 2 agrupa los sitios S1T2 y S1T3, que presentan el mayor porcentaje de materia seca; tanto este cluster como el primero son los que presentan el más alto periodo de recuperación; el cluster 3 presenta la más baja producción y sobresale por presentar el más bajo periodo de recuperación, al cual pertenecen los sitios S2T1, S3T1, S3T2 y S3T3; por último, el cluster 4 compuesto por los sitios S2T2 y S2T3, presenta el más alto porcentaje de proteína y los más bajos porcentajes de materia seca y azufre (Tabla 7, Figuras 4 y 5).

Tabla 7. Promedio de cada variable, según el agrupamiento.

Cluster	Prod	MS	Pc	S(p)	PR	K1	K2	K3
1	68	21,12	15,42	0,4	105	104,1	145,2	133,15
2	65	21,78	14,16	0,23	105	7,17	89,82	50,57
3	59	16,9	16,87	0,28	69	112,49	143,8	101,52
4	61	15,47	18,5	0,22	89	29,58	143,59	89,05

Cluster	K4	K5	K6	CIC	Mg	Ca	S(s)	B
1	17,5	42,3	14,1	51	1,8	21,7	11,33	0,2
2	6,21	36,12	24,59	41,8	1,15	5,65	11,32	0,105
3	27,7	39,43	18	28	4,76	17,8	9,58	0,25
4	22,08	29,19	16,53	26,2	3,15	14,25	3,68	0,12

Cluster	Fe	Cu	Zn	Pend	CC	Inf
1	1,2	0,2	7	0,09	0,87	0,8

2	2,8	0,25	2,15	0,13	0,81	1,25
3	11,1	0,5	9,07	0,25	0,55	0,85
4	10,4	0,6	5,8	0,2	0,59	1,05

Figura 4. Porcentaje de proteína cruda y materia seca, producción de forraje verde / ha / corte y periodo de recuperación en los cuatro clusters.

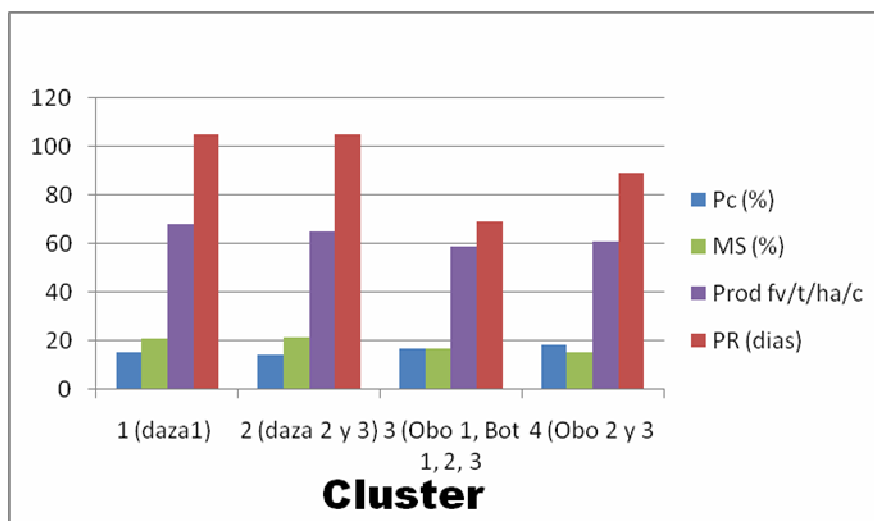
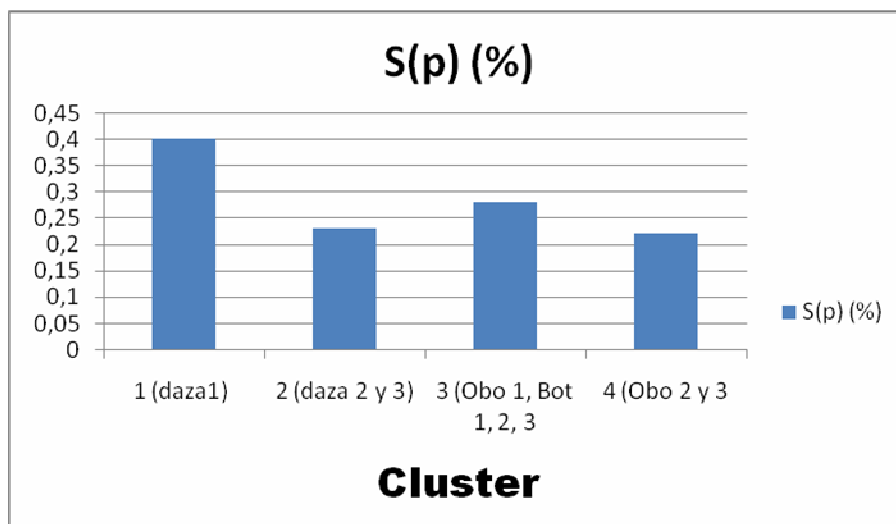


Figura 5. Porcentaje de azufre del pasto en los cuatro clusters.



Teniendo en cuenta la Tabla 8 y las Figuras 6 a 9, se concluye: el cluster 1 presenta mayores cantidades forraje verde, materia seca, proteína cruda y azufre por hectárea / corte; sin embargo, el cluster 3, aunque no presenta los más altos valores en estas variables, es el que más ventajas presenta debido a corto periodo de recuperación, el cual permite obtener mayores cantidades anuales de materia seca, proteína cruda y azufre.

Tabla 8. Comparación productiva.

Cluster	1	2	3	4
Prod/ton ha/corte	68	65	59	61
Cortes / año	3.47	3.47	5.28	4.1
Prod fv/t/ha/año	235.96	225.55	311.52	250.1
MS/ton/ha corte	14.36	14.15	9.97	9.43
MS/ton/ha/ año	49.82	49.1	52.64	38.66
P/ton/corte / ha	2.22	2	1.68	1.74
Pc/año/ton / ha	7.7	6.94	8.87	7.67
S(p)/Kg/corte / ha	35.9	32.54	27.91	20.74
S(p)/Kg/ año / ha	124.57	112.93	278.32	195.63

Figura 6. Comparación cortes / año entre los cuatro clusters.

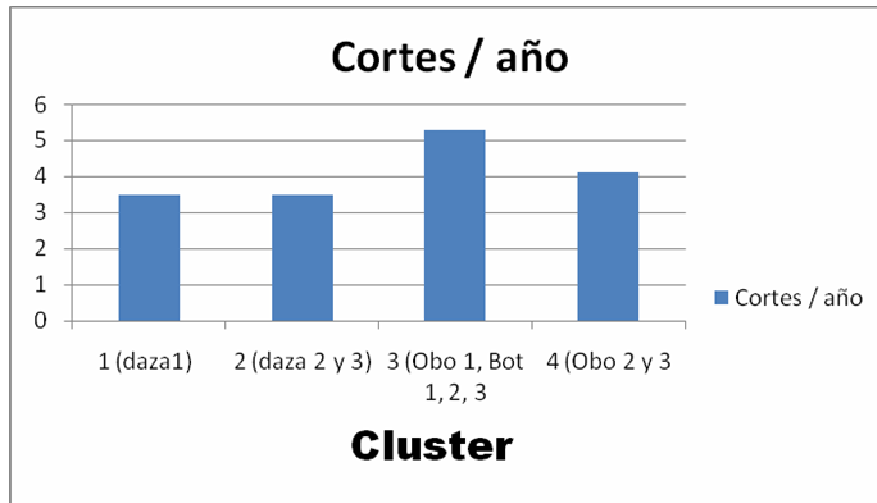


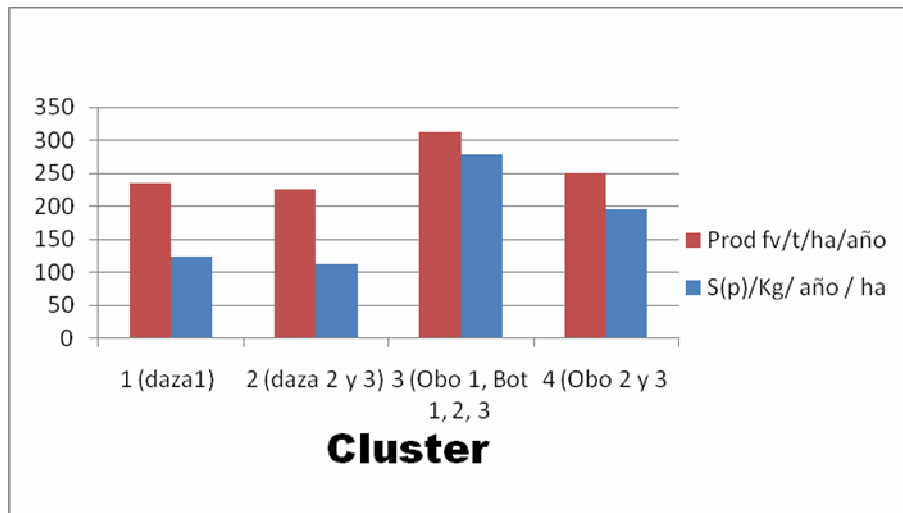
Figura 7. Producción de materia seca / año en los cuatro clusters.



Figura 8. Producción de proteína cruda / año en los cuatro clusters.



Figura 9. Comparacion produccion de forraje verde y azufre del pasto hectarea / año.



6.4 MACRO Y MESO FAUNA

En la Tabla 9 se observa el número de individuos y especies identificadas en los 9 sitios de las tres localidades del municipio de Pasto.

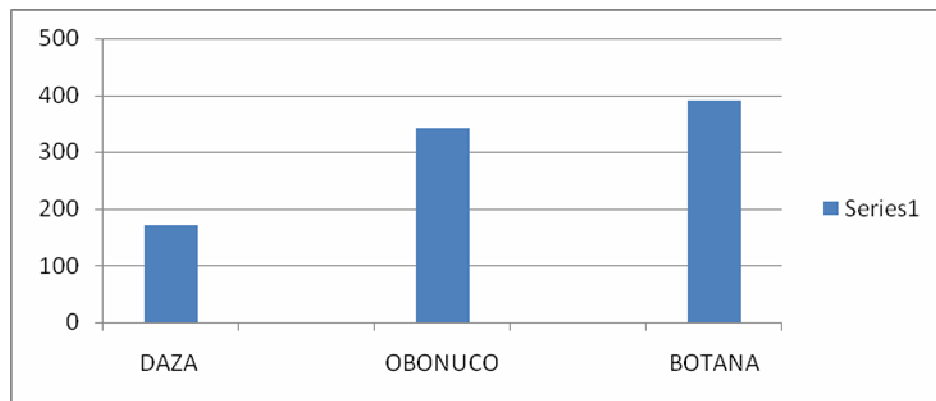
Tabla 9. Número de individuos por especie.

<i>ESPECIE</i>	<i>S1T1</i>	<i>S1T2</i>	<i>S1T3</i>	<i>S2T1</i>	<i>S2T2</i>	<i>S2T3</i>	<i>S3T1</i>	<i>S3T2</i>	<i>S3T3</i>	<i>Total/ind/especie (0.0625m²)</i>
OLIGOCHAETA	30	3	7	33	5	29	13	41	33	194
DERMAPTERAS	4	0	0	1	6	3	0	1	1	16
COLEOPTEROS	11	2	34	26	10	10	10	50	26	179
DIPLOPODOS	2	44	0	11	5	8	3	11	11	95
COLLEMBOLLA	1	0	0	0	0	0	1	3	0	5
DIPLURA	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
QUILOPODOS	15	1	0	18	5	0	3	10	18	70
NEMATODOS	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
ISOPODOS	0	4	0	0	0	14	0	3	0	21
ARACNIDOS	0	2	2	0	0	2	0	11	0	17
HEMIPTERAS	0	0	2	0	2	0	0	2	0	6
BLATODEA	0	0	0	3	0	5	10	0	3	21
MOLUSCOS	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
DIPTEROS	0	0	0	2	0	18	0	6	2	28
SIMPHYLOS	0	0	0	7	3	9	0	4	7	30
HYMENOPTEROS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
HIRUDINEA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
LEPIROPTERO	0	0	0	3	3	0	0	0	3	9
Total/ind/sitio	67	58	45	105	39	98	40	145	105	702

Tabla 10. Total de individuos y su participación porcentual de cada especie en las tres localidades del municipio de Pasto.

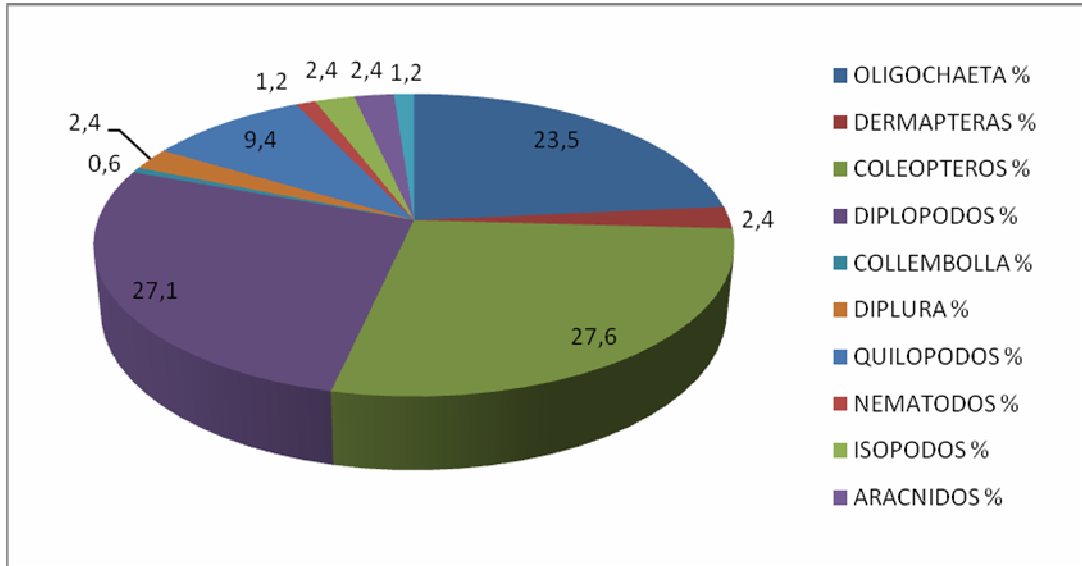
ESPECIE	DAZA		OBONUCO		BOTANA	
	Total/ind	%	Total/ind	%	Total/ind	%
OLIGOCHAETA	40	23.5	90.5	26.5	113.5	29.1
DERMAPTERAS	4	2.4	12.4	3.6	5.6	1.4
COLEOPTEROS	47	27.6	73.6	21.5	107.5	27.6
DIPLOPODOS	46	27.1	51.1	14.9	39.9	10.2
COLLEMBOLLA	1	0.6	0.6	0.2	4.2	1.1
DIPLURA	4	2.4	2.4	0.7	0.7	0.2
QUILOPODOS	16	9.4	32.4	9.5	40.5	10.4
NEMATODOS	2	1.2	1.2	0.3	0.3	0.1
ISOPODOS	4	2.4	16.4	4.8	7.8	2.0
ARACNIDOS	4	2.4	4.4	1.3	12.3	3.1
HEMIPTERAS	2	1.2	3.2	0.9	2.9	0.8
BLATODEA	0	0.0	8.0	2.3	15.3	3.9
MOLUSCOS	0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.5
DIPTEROS	0	0.0	20.0	5.8	13.8	3.6
SIMPHYLOS	0	0.0	19.0	5.6	16.6	4.2
HYMENOPTEROS	0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.3
HIRUDINEA	0	0.0	1.0	0.3	1.3	0.3
LEPIROPTERO	0	0.0	6.0	1.8	4.8	1.2
TOTAL	170	100	342	100	390	100

Figura 10. Total de individuos en las tres zonas del municipio de Pasto.



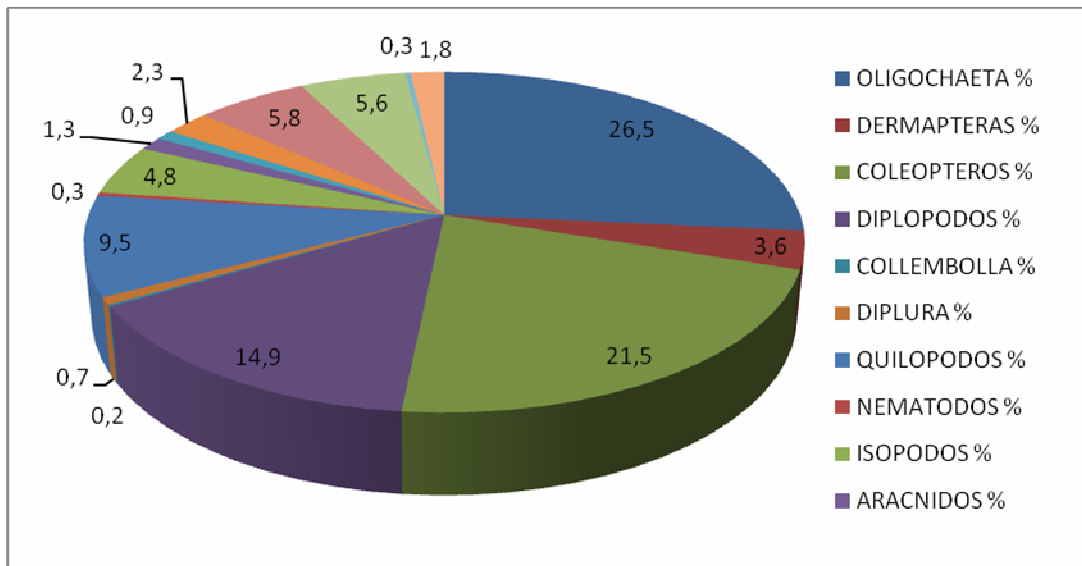
En la Tabla y Figura 10 se observa que la localidad de Botana presenta el mayor número de individuos, seguido por Obonuco y Daza.

Figura 11. Participación porcentual de individuos en la localidad Daza.



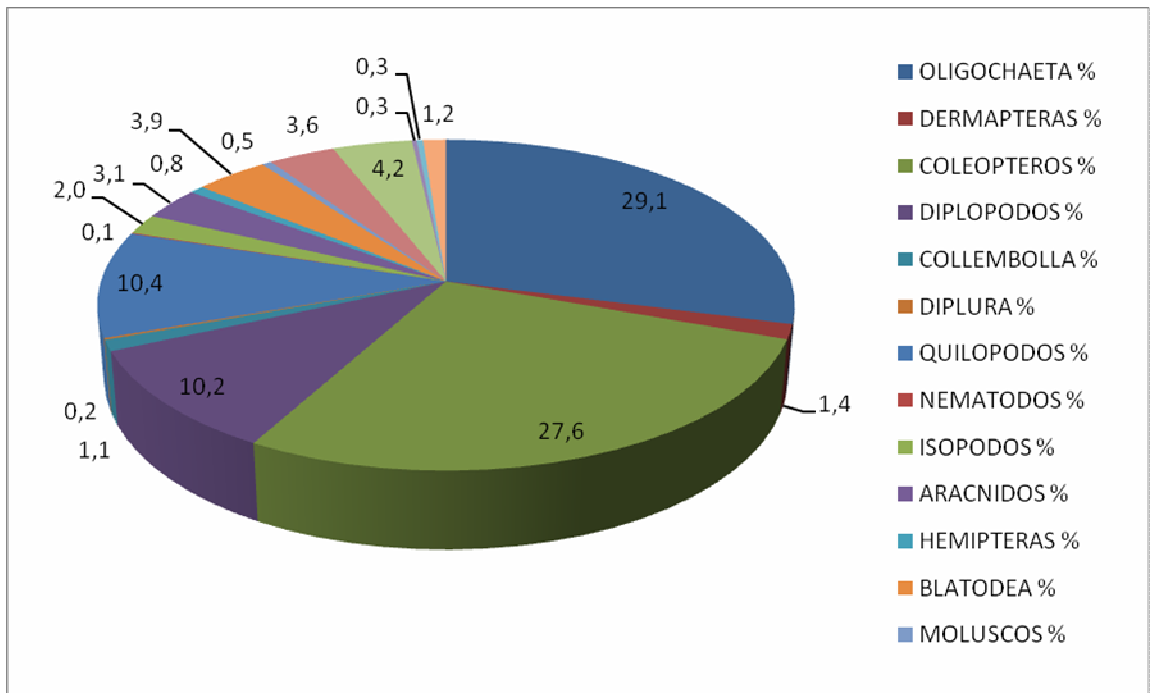
La macro y meso fauna de los suelos muestreados en la localidad de Daza está representada en mayor porcentaje por las especies coleóptera (27.6%), diplópodo (27.1%), oligochaeta (23.5%) y quilopodo (9.4%), principalmente.

Figura 12. Participación porcentual de individuos en la localidad Obonuco.



La localidad de Obonuco está representada en mayor porcentaje por las especies oligochaeta (26.5%), coleóptero (21.5%), diplópodo (14.9%) y quilópodo (9.5%), principalmente.

Figura 13. Participación porcentual de individuos en la localidad de Botana.



En la localidad de Botana, la especie más representativa es la oligochaeta (29.1%), seguido por coleóptero (27.6%), quilópodo (10.4%) y diplópodo (10.2%), principalmente.

6.4.1 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

El promedio más alto de individuos del suelo se encontró en la zona de Botana con 104 ± 41.5 individuos / 0.0625m^2 , seguido por la zona de Obonuco con 80.66 ± 36.25 individuos / 0.0625m^2 , y el más bajo se halló en la zona de Daza con 56.6 ± 11.06 individuos / 0.0625m^2 .

Estos resultados indican que la población se ve afectada probablemente por la variación del pH en cada zona; como se observa en la Tabla 11, el pH más bajo, con 5.53 ± 0.4 , es el que presenta el menor número de individuos / 0.0625m^2 , con 11.06.

A pesar que Obonuco no presenta el mayor número de individuos, posiblemente reúne las condiciones más favorables de pH, altura y temperatura para la actividad eficiente de la fauna del suelo.

Como lo menciona Dajoz: “La temperatura donde la fauna del suelo tiene su actividad máxima está entre los 7 y 35 °C”.⁷⁶

Burbano manifiesta que: “El pH óptimo para muchas especies está cercano a la neutralidad o cuando las condiciones son débilmente alcalinas, en una escala de variación de pH de 5.5 a 8.5, fuera de este intervalo muchas especies se desarrollan pobremente”.⁷⁷

Al comparar las tres zonas, se puede observar que Obonuco posee los más bajos porcentajes de materia orgánica, nitrógeno total, carbono orgánico y baja relación C/N, este último determina la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

Según Charry: “Con una relación C/N con valores mayores a 30 la descomposición será lenta o muy lenta, con valores entre 17 y 30, la descomposición será moderada, y con valores menores a 17, la descomposición ocurre en forma muy rápida”.⁷⁸

Por otra parte, el menor porcentaje de nitrógeno total encontrado en Obonuco posiblemente se debe a su alta disponibilidad, esto repercute en los mayores porcentajes de proteína cruda en el pasto, como se puede observar en el cluster 4 conformado por los sitios Obonuco 2 y 3, seguido por el cluster 3 que agrupa a Botana con sus 3 sitios y Obonuco sitio 1.

Tabla 11. Medidas de tendencia central y dispersión.

Zona	Nº Individuos / 0.0625m ²	pH	Materia Orgánica %	Nitrógeno Total %
------	--------------------------------------	----	--------------------	-------------------

⁷⁶ DAJOZ, R. Entomología forestal, los insectos y el bosque, papel y diversidad de los insectos en el medio forestal. España, 2001. p. 23.

⁷⁷ BURBANO, H. Op. cit., p.

⁷⁸ CHARRY, J. Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Palmira – Colombia 1987. p.

	Media	Desvest	CV	media	Desvest	CV	media	Desvest	CV	media	Desvest	CV
Daza	56.6	11.06	19.52	5.53	0.40	7.30	20.53	4.08	19.88	0.67	0.09	13.01
Obonuco	80.66	36.25	44.94	6.57	0.45	6.87	9.07	2.48	27.40	0.37	0.09	23.41
Botana	104	41.5	39.91	6.23	0.57	9.12	12.80	2.43	18.96	0.49	0.07	14.14

Zona	Carbono orgánico %			Altura msnm			Temperatura °C			Relación CO/NT
	media	desv est	CV	media	desv est	CV	media	desv est	CV	
Daza	0.12	0.02	20.01	2776.33	23.76	0.86	12.00	0.00	0.00	17.7
Obonuco	0.05	0.01	27.43	2736.33	21.83	0.80	13.10	0.00	0.00	14.1
Botana	0.07	0.01	18.92	2747.33	30.89	1.12	12.40	0.00	0.00	15

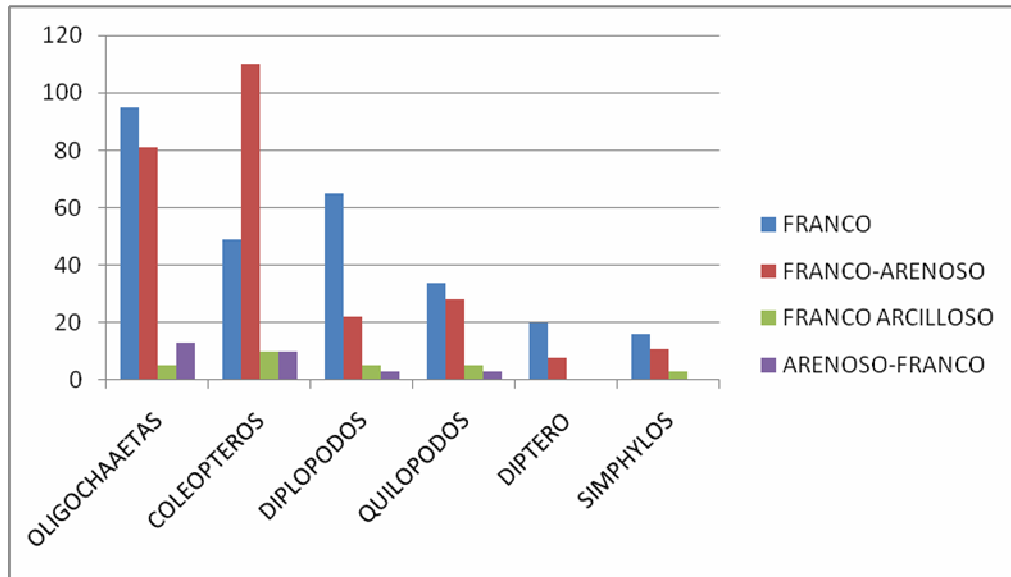
6.4.2 ANALISIS DE CORRESPONDENCIA

Para el análisis de correspondencia se seleccionaron las especies con mayor número de individuos / 0.0625m², teniendo en cuenta la textura del suelo.

Tabla 12. Número de individuos por especie / 0.0625m², teniendo en cuenta la textura del suelo.

TEXTURA	INDIVIDUOS					
	OLIGOCHAAETAS (Lombriz de tierra)	COLEOPTEROS (Aztaena (chiza))	DIPLOPODOS (Milpiés)	QUILOPODOS (Ciempiés)	DIPTEROS (Moscas, Larvas)	SIMPHYLOS
FRANCO	95	49	65	34	20	16
FRANCO-ARENOSO	81	110	22	28	8	11
FRANCO ARCILLOSO	5	10	5	5	0	3
ARENOSO-FRANCO	13	10	3	3	0	0

Figura 14. Número de individuos por especie en cada tipo de suelo.



En la Tabla 12 y Figura 14 se puede observar que el mayor número de oligochaetas se encuentra en suelos de textura franca y el mayor número de coleópteros se encuentra en suelos de textura franco – arenoso. También se observa la ausencia de dípteros en suelos de textura franco – arcillosa y arenoso – franco, y la ausencia de simphylos en suelos de textura arenoso – franco.

En los anexos E y F se muestran los resultados obtenidos al realizar un análisis de correspondencia con normalización simétrica con los datos correspondientes al suelo clasificados por textura y especie de individuos, utilizando el programa correspondencia de SPSS 15.0.

En el anexo E se muestra las contribuciones de cada una de las dimensiones y su contribución a la inercia total. Se observa que la primera dimensión contribuye con el 84.7% a dicha inercia, por lo que se concluye que las dependencias observadas en la tabla vienen adecuadamente capturadas en la primera dimensión.

Se observa (Anexo F) que la primera dimensión discrimina la textura franco con una variación negativa y franco – arenoso con una variación positiva.

En los anexos E y F se muestran las puntuaciones de los perfiles columna de la tabla de correspondencias. Se observa (Anexo F) que la primera dimensión discrimina a la especie 2 con una variación positiva, y las especies 3 y 5 con una variación negativa (Anexo E), frente al resto de las demás, siendo estas especies las que más contribuyen a su inercia.

Finalmente, el suelo franco - arenoso se caracteriza por presentar condiciones favorables para la especie 2, y el suelo de textura franca presenta condiciones favorables para albergar mayor diversidad de especies.

Eraso afirma que la alta abundancia de la macro fauna del suelo está asociada a las condiciones favorables de humedad.⁷⁹

Según Charry, este tipo de suelos pueden retener una proporción adecuada de agua, y su movimiento no es ni muy lento ni muy rápido.⁸⁰

Por otra parte, Burges y Raw, citados por Rodríguez, afirman que la composición de las comunidades y su abundancia está influenciada por la localización geográfica, el clima, propiedades físicas y químicas del suelo, tipo de vegetación, naturaleza y profundidad de la materia orgánica.⁸¹

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

⁷⁹ ERASO, Hernán. Estudio de la micro fauna del suelo bajo plantaciones de pino (*Pinus patula schlech. et cham.*) y eucaliptos (*Eucalytus globulus labill.*) en un suelo del altiplano de Pasto - Nariño. Pasto, Colombia. 1999. p. 44. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁸⁰ CHARRY, J. Op. Cit, p. 93 – 94.

⁸¹ RODRIGUEZ, C. Caracterización físico – química del suelo en tres coberturas vegetales y su relación con la macro fauna del suelo en la vereda La Josefina municipio de Pasto – Nariño. Pasto, Colombia. 2005. p. 60. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

7.1 CONCLUSIONES

La luminosidad, la capacidad de intercambio catiónico, la capacidad de campo, minerales como magnesio, hierro y cobre, son las principales que condicionan la producción de biomasa verde, porcentaje de materia seca y periodo de recuperación del pasto brasilero *Phalaris spp.*

El porcentaje de azufre del pasto brasilero *Phalaris spp* está condicionado por la luminosidad.

El calcio y azufre del suelo condicionan el porcentaje de proteína cruda del pasto brasilero *Phalaris spp.*

Daza 1 (S1T1) presentó la más alta producción de forraje verde / corte, porcentaje de materia seca, porcentaje de azufre y periodo de recuperación.

Los sitios Obonuco 2 y 3 (S2T2 y S2T3) presentaron el más alto porcentaje proteína de cruda.

Los sitios Obonuco 1 (S2T1) y Botana 1, 2, y 3 (S3T1, S3T2 y S3T3) presentaron el más bajo periodo de recuperación.

Los sitios Obonuco 1 (S2T1) y Botana 1, 2, y 3 (S3T1, S3T2 y S3T3) presentaron la mayor producción de forraje verde, materia seca, proteína cruda y azufre al año debido al corto periodo de recuperación.

En los suelos de textura franco y franco – arenoso, el pasto brasilero *Phalaris spp* presentó el más bajo periodo de recuperación.

El suelo de la localidad que presentó el mayor número de individuos fue Botana, seguido por Obonuco y por último Daza.

Los sitios Obonuco 1 y 3 (S2T1 y S2T3) y Botana 2 y 3 (S3T2 y S3T3) presentaron el mayor número de individuos.

Los sitios Daza 1 (S1T1), Obonuco 1 y 3 (S2T1 y S2T3) y Botana 3 (S3T3) presentaron el mayor numero de oligochaetas.

Los sitios Daza 3 (S1T3) y Botana 2 (S3T2) presentaron el mayor número de coleópteros.

El sitio Botana 2 (S3T2) presentó el mayor número de individuos de las especies oligochaetas y coleópteros.

Los suelos de Daza, con un promedio de pH de 5.53 ± 0.4 , presentó el menor número de individuos.

El sitio Daza 2 (S1T2) tuvo el mayor número de diplópodos.

Obunuco presentó los más bajos porcentajes de materia orgánica, nitrógeno total, carbono orgánico y baja relación C/N.

El suelo de textura franco y franco arenoso, presentaron la mayor diversidad de especies.

7.2 RECOMENDACIONES

No establecer el pasto brasilero en condiciones de sombra.

Hacer análisis de suelo antes del establecimiento de praderas de pasto brasilero y buscar que el suelo tenga un pH alrededor de 6.11 ± 0.58 , materia orgánica $14.13\% \pm 5.4$.

Para las propiedades físicas, se recomienda que el suelo posea una resistencia a la penetrabilidad de $0.7 \text{ MPa} \pm 0.15$ y una infiltración de $0.98 \text{ cm / hora} \pm 0.53$.

Establecer el pasto Brasilero (*Phalaris spp*) preferiblemente en suelos de textura franco y franco arenoso.

Establecer el pasto Brasilero (*Phalaris spp*) en zonas donde presente las siguientes variables climáticas: la humedad relativa $78.33\% \pm 0.94$ y precipitación promedio anual de 979.77 ± 228.88 .

Preservar la diversidad de la fauna en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

APRAEZ, E. El Análisis Químico de los Alimentos. Pasto, Colombia: Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño 1994. 167p.

AZCÓN, J. y TALON, M. Fundamentos de fisiología vegetal. Primera ed. Universitarias Barcelona Mc Graw – Hill. Madrid, España, 2000. 522p.

BERNAL, J. Pastos y forrajes tropicales 4ª ed. Bogotá, Colombia: Ángel Agro-Ideagro. 2003. p 26 – 65.

_____. _____ 3ª ed. Bogotá, Colombia: Buda. 1994. p 23 – 82.

SUELOS, ABONOS y Materia Orgánica, Los Frutales. Biblioteca de la Agricultura. Idea Books, Mayo, 1998. p 29 – 30.

BURBANO, Hernán. El suelo: Una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1989. 447p.

_____. El Azufre en las plantas. En : Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en la agricultura. Bogotá: Sociedad Colombiana de las ciencias del suelo comité regional Cundinamarca y Boyacá, 2001. 187 p.

CAMPOS, D. Agroclimatología cuantitativa de cultivos. 1ª ed. México: Trillas. 2005. 320 p.

CASTRO, F. Hugo, E. fundamentos Para el Conocimiento y Manejo de los Suelos Agrícolas. Manual Técnico. Instituto Universitario Juan Castellanos. Tunja, Boyacá, Colombia. Produmedios, 1998. 360 p.

CEPEDA, D. Juan M. química de suelos. Universidad Autónoma agraria Antonio Narro, 2da edición. México. Trillas, 1991. 167 p.

CHARRY, Jairo. Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Palmira – Colombia 1987. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 362p.

CRESPO, *Et al.* Los pastos en Cuba. La Habana Cuba: Pueblo y Educación. 1998. p 345 -416.

CORAL, Dilia. Impacto sobre las prácticas agrícolas sobre la macrofauna del suelo en la cuenca alta del lago Guamuez, pasto, Colombia. Palmira valle del cauca, trabajo de grado (M.Sc), universidad nacional de Colombia, 1998. p. 70.

CORONADO, R. MÁRQUEZ, A. introducción a la entomología, morfología y

taxonomía de los insectos. Primera ed. Limusa. México, 1986. 282p.

DAJOZ, R. Entomología forestal los insectos y el bosque, papel y diversidad de los insectos en el medio forestal. Mundi Prensa. España, 2001. 548p.

ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA. Vida y Recursos Naturales. Vol. 1. Bogotá. 1995. p. 68 – 69, 81 – 82.

ERASO, Hernán. Estudio de la micro fauna del suelo bajo plantaciones de pino (*Pinus patula schlech. et cham.*) y eucaliptos (*Eucalytus globulus labill.*) en un suelo del altiplano de Pasto - Nariño. Pasto, Colombia. 1999. 97 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

GAVANDE, S. Física de los suelos principios y aplicaciones. 1ª ed. México. Limusa-Wiley, 1972. 250p.

GUERRERO, R. Diagnostico químico de la fertilidad del suelo. Bogotá, Colombia: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 1980. p 141 – 179.

FASSBENDER, W. y BORNEMISZA, Eleme. Química de suelos con énfasis en suelos de América latina. 2ª ed . San José de costa rica: Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, 1994. 420 p.

FIGUEROA, de Urrego. E; URREGO M. Carlos J Practicas Agroecológicas. Colombia. Fondo FEN, 1994. 166 p.

FITZPATRICK, E.A. Introducción a la ciencia de los suelos. Primera edición. Trillas. México, 1996. 288p.

FLORES, E. Las plantas estructura y función. Vol. 1. Libro universitario regional. Cartago, Costa Rica 1999. 483p.

FUNDACIÓN, Universitaria de Bogotá. Jorge Tadeo Lozano. Clima, Fisiología y producción de cultivos bajo invernadero. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Bogotá: 1999. 67 p.

CABRERA, Grisell y CRESPO, G. Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales, San José de las Lajas, La Habana. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo. 35, No. 1, 2001. p. 7

HARDY, F. Edafología Tropical. México. Herrera Hermanos, sucesores, 1970. 351p.

- HERRERA, P. y AMÉZQUITA, E. Efecto de la labranza sobre algunas propiedades físicas del suelo. Bogotá, Colombia: 1989. Trabajo de Grado (Agrólogo). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Agrología. p 72.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) Métodos analíticos de laboratorio de suelos. 6ª edición. Bogotá, Colombia: Subdivisión Agrológica. 1995. p 502.
- LEGARDA, B. lucio. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo Regional Nariño Editores Burbano O. Hernán y Zaruma, V. Miguel Pasto Colombia: 1988. 315 p.
- MANUAL DE Fertilizantes para Horticultura. México: Uthea Noriega. California: Fertilizer Association. 1995. p 20 – 21
- MAYEA, S., NOVO, R y VALIÑO, A. Introducción a la Microbiología del suelo. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 1982. 187p.
- MENGEL, K. y KIRKBY E.A. Principios de nutrición vegetal. 4ta ed. Internattional Potash Institute. Basel, Switzzertand, 2000. 692p.
- MILA P. Alberto, Suelos, Pastos y Forrajes. UNAD Facultad de Ciencias Agrarias. Bogotá, Colombia. UNISUR, 2001. 267 p.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN. CUBA, Compendio de Agronomía: Pueblo y Educación. 2002, 2da edición. 496p.
- MUSLERA, E. y RATERA, C. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. 2da ed. Mundi Prensa. Madrid, 1991. 674p.
- Padilla, Washington. Fertilidad de Suelos, CD - 1ra Edición. Quito – Ecuador, 2002. 182p.
- PERSONAL, de laboratorio de salinidad de los EUA. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinicos y sódicos. México: Limusa, 1982. 172 p.
- PIRELA, M. Valor nutritivo de los pastos tropicales, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf.
- RITAS, Julio y MELIDA, Julio. El diagnostico de Suelos y Plantas, Métodos de Campo y Laboratorios 3ª ed. Madrid. Mundiprensa, 1978. 336 p.

RODRIGUEZ, C. Caracterización físico – química del suelo en tres coberturas vegetales y su relación con la macro fauna del suelo en la vereda La Josefina municipio de Pasto – Nariño. Pasto, Colombia. 2005. 89 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ROJAS, Leyla A. El Magnesio en las plantas. En: Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en la agricultura. Bogotá: Sociedad Colombiana de las ciencias del suelo comité regional Cundinamarca y Boyacá, 2001. 187 p.

SALAMANCA, R. Pastos y Forrajes, producción y manejo. Bogotá, Colombia. Santo Tomás de Aquino, USTA. 1986. p 339.

FIGUERAS, Salvador. Análisis de Correspondencias, [en línea] *5campus.com, Estadística* <<http://www.5campus.com/leccion/correspondencias>> [Fecha de consulta: septiembre 15 de 2008]

SILVA, L. Rodrigo y GAITAN, M. Manual de Prácticas de Laboratorio de suelos. Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogota, Colombia: facultad de Ingenierías, Carrera de Ingeniería Agronómica. 2002. 60 p.

Soil Improvement Committee California Plant Health Association. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. Primera ed. Limusa. México, 2004. 366p.

TOBON, J. Como Tomar una Buena Muestra de Suelo. En: Boletín Divulgativo N° 27, ICA PRONATA. 2004. 15p.

TRIANA, N. María del Pilar. Introducción al metabolismo de las plantas. En : Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en la agricultura. Bogotá: Sociedad Colombiana de las ciencias del suelo comité regional Cundinamarca y Boyacá, 2001. 187 p.

URBANO, D. Uso del pasto brasilero en las zonas altas merideñas [online]. Venezuela. Ceniap.1995. [Fecha de consulta 20 septiembre 2007]. Disponible en internet: <URL:<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd50/pasto2.htm>>.

VIVEROS, Miguel. Fertilidad de suelos. En: Diagnostico, fertilidad e interpretación de análisis de suelos. Pasto: MONÓMEROS COLOMBO – VENEZOLANOS. 1988. p. 10 – 11.

<http://www.ideam.gov.co>.

<http://www.botanical-online.com/plantasdeinteriorluz.htm>

ANEXOS

Anexo A. Promedio y desviación estándar de las variables evaluadas.

<i>Variable</i>	<i>S1T1</i>	<i>S1T2</i>	<i>S1T3</i>	<i>S2T1</i>	<i>S2T2</i>	<i>S2T3</i>	<i>S3T1</i>	<i>S3T2</i>	<i>S3T3</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desvest</i>
-----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-----------------	----------------

Prod (Kg/m ²)	6.8	6.5	6.5	5.8	6	6.2	5.6	6.2	6	6.18	0.36
PR (días)	105	105	105	88	90	88	61	63	64	85.44	17.46
MS (%)	21.12	23.53	20.04	16.61	14.82	16.13	17.71	17.08	16.21	18.14	2.67
Cen (%)	12.62	9.89	7.98	16.05	15.59	13.85	14.39	11.81	14	12.91	2.49
EE (%)	3.08	3.16	3.68	3.61	3.72	3.7	2.98	3.71	4.08	3.52	0.34
Fc (%)	38.32	33.78	30.94	34.92	36.67	29.62	34.27	30.47	28.9	33.10	3.10
Pc (%)	15.42	12.32	16.01	16.31	17.9	19.13	13.24	17.74	20.22	16.48	2.44
Pv (%)	12.36	11.2	13.12	12.78	14.44	14.47	11.09	13.79	16.14	13.27	1.54
ELN (%)	30.56	40.85	41.39	29.11	26.12	33.7	35.12	36.26	32.8	33.99	4.80
FDN	59.89	56.44	53.56	60.36	60.39	54.92	59.16	50.54	55.55	56.76	3.26
FDA (%)	38.07	35.77	34.05	36.91	35.6	32.86	35.71	32.96	32.83	34.97	1.79
Lig (%)	5.87	6.32	5.04	5.82	5.06	4.32	4.11	5.23	5.41	5.24	0.68
Cel (%)	32.2	29.45	29	31.1	30.54	28.54	31.6	27.7	27.42	29.73	1.62
Hcel (%)	21.82	20.67	19.52	23.44	24.78	22.06	23.45	17.6	22.72	21.78	2.09
Ca (p) (%)	0.28	0.26	0.29	0.22	0.21	0.27	0.28	0.2	0.29	0.26	0.03
P (p) (%)	0.2	0.17	0.21	0.58	0.44	0.4	0.37	0.39	0.51	0.36	0.13
Mg (p) (%)	0.17	0.15	0.19	0.15	0.15	0.16	0.19	0.14	0.18	0.16	0.02
S (p) (%)	0.4	0.25	0.22	0.27	0.23	0.21	0.24	0.33	0.31	0.27	0.06
McalED/Kg	2.31	2.03	2.65	2.28	2.31	2.48	2.27	2.53	2.52	2.38	0.18
T °C	12	12	12	13.1	13.1	13.1	12.4	12.4	12.4	12.50	0.45
K1 (klux)	104.1	6.35	7.99	125.8	28.32	30.84	99.45	110.45	114.28	69.73	47.03
K2 (klux)	145.2	92.45	87.2	138.54	146.76	140.43	128.8	152.2	155.67	131.92	23.70
K3 (klux)	133.15	81.95	19.2	95.8	87.98	90.12	104.7	89.16	116.45	90.95	29.60
K4 (klux)	17.5	6.14	6.28	34.81	21.45	22.71	26.18	23.12	26.71	20.54	8.85
K5 (klux)	42.3	35.4	36.84	37.2	29.23	29.15	31.28	43.71	45.55	36.74	5.80
K6 (klux)	14.1	24.5	24.68	26.6	14.57	18.49	19.62	14.42	11.38	18.71	5.19
Prec mm/año	1300	1300	1300	778.8	778.8	778.8	860.5	860.5	860.5	979.77	228.88
HR %	77	77	77	79	79	79	79	79	79	78.33	0.94
Altura (msnm)	2792	2788	2749	2732	2760	2717	2714	2753	2775	2753.33	26.98
MO (%)	23.6	15.9	22.1	10.4	6.2	10.6	15.6	11.3	11.5	14.13	5.40
pH	6	5.3	5.3	6.6	7	6.1	6.4	6.7	5.6	6.11	0.58
CIC (meq/100g)	51	37.8	45.8	23	24.6	27.8	35	27	27	33.22	9.33
N (%)	0.73	0.57	0.71	0.42	0.27	0.42	0.57	0.45	0.45	0.51	0.14
P (s) (ppm)	4	3	4	112	116	54	14	207	49	62.56	65.98
K (meq/100g)	0.31	0.24	0.34	3.17	1.64	14.67	0.33	1.2	1.24	2.57	4.37
Mg (s) (meq/100g)	1.8	0.9	1.4	3.5	2.6	3.7	6.35	5.6	3.6	3.27	1.73
Ca (s) (meq/100g)	21.7	4.5	6.8	13.9	13	15.5	25.6	20.8	10.9	14.74	6.58
S (s) (ppm)	11.33	11.32	11.32	11.32	3.82	3.55	11.18	7.91	7.91	8.85	3.07
B (ppm)	0.2	0.2	0.01	0.1	0.01	0.24	0.09	0.29	0.52	0.18	0.15
Al (meq/100g)	0	0.5	0.4	0	0	0	0	0	0	0.10	0.19
Fe (ppm)	1.2	2.8	2.8	8.8	10	10.8	9.2	6	20.4	8.00	5.50
Mn (ppm)	10.4	28.8	22.8	30	34.4	37.6	70.8	62	53.6	38.93	18.38
Cu (ppm)	0.2	0.3	0.2	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.43	0.16

Anexo A. Promedio y desviación estándar de las variables evaluadas (continuación).

Variable	S1T1	S1T2	S1T3	S2T1	S2T2	S2T3	S3T1	S3T2	S3T3	Promedio	Desvest
Zn (ppm)	7	1.5	2.8	14.1	5.8	5.8	7.9	7.8	6.5	6.58	3.35
CaOr (%)	13.7	9.2	12.8	6	3.58	6.13	9.04	6.57	6.65	8.19	3.14
Penet (Mpa)	0.7	0.6	0.65	1.1	0.6	0.7	0.6	0.7	0.65	0.70	0.15
Pend (%)	9.38	15.23	12.14	17.48	10	30.47	19.36	47.5	17.48	19.89	11.43
D apar (g/cc)	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.77	0.05
D real (g/cc)	2.35	2.42	2.37	2.48	2.57	2.83	2.35	2.37	2.47	2.47	0.15
Por. Total (%)	70	66.9	70.4	67.7	68.8	71.7	65.9	70.4	67.7	68.83	1.81
CC (%)	87.8	77.9	84.3	66.1	67.9	50.2	47.1	52.8	56.8	65.66	14.22
Inf (cm/hora)	0.8	1.1	1.4	0.2	1.4	0.7	1.9	1.1	0.2	0.98	0.53
Grado Textural	F	F	F-A	F	F-Ar	F	A-F	F-A	F-A		

S1T1: Daza sitio 1; S1T2: Daza sitio 2; S1T3: Daza sitio 3; S2T1: Obonuco sitio 1; S2T2: Obonuco sitio 2; S2T3: Obonuco sitio 3; S3T1: Botana sitio 1; S3T2: Botana sitio 2; S3T3: Botana sitio 3; Prod: Producción de forraje verde; PR: Periodo de recuperación; MS: Materia seca; Cen: Ceniza; EE: Extracto etéreo; Fc: Fibra cruda; Pc: Proteína cruda; Pv: Proteína verdadera; ELN: Extracto libre de nitrógeno; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida; Lig: Lignina; Cel: Celulosa; Hcel: Hemicelulosa; Ca (p): Calcio del pasto; P (p): Fosforo del pasto; Mg (p): Magnesio del pasto; ED: energía digestible.

**Energía estimada con la siguiente fórmula: $ED (Mcal/Kg) = 0.0504 \times Pc + 0.02 \times Fc + 0.011 \times ELN + 0.000377 \times ELN^2 + 0.077 \times EE - 0.152$. MO: Materia orgánica; CIC: Capacidad de intercambio catiónico; NT: Nitrógeno total del suelo; P(s): Fosforo del suelo; K: Potasio; Mg (s): Magnesio del suelo; Ca (s): Calcio del suelo; S (s): azufre del suelo; B: Boro; Al: Aluminio; Fe: Hierro; Mn: Manganeseo; Cu: Cobre; Zn: Zinc; CaOr: Carbono orgánico; Penet: Penetrabilidad; Pend: Pendiente; D apar: Densidad aparente; D real: Densidad real; Por. Total: Porosidad total; CC: Capacidad de campo; Inf: Infiltración, T °C: Temperatura en grados centígrados; K1: klux día soleado en la mañana; K2: klux día soleado al medio día; K3: klux día soleado en la tarde; K4: klux día nublado en la mañana; K5: klux día nublado al medio día; K6: klux día nublado en la tarde; Prec: Precipitación; HR: Humedad relativa; F: Franco; Ar: Arcilloso; A: Arenoso.

Anexo B. Coeficiente de variación de las variables bromatológicas, edáficas y ambientales estudiadas.

TTO	Prod	MS	Gen	EE	Fc	Pc	Pv	ELN	FDN	FDA	Lig	Cel	Hcel
S1T1	6800	21.12	12.62	3.08	38.32	15.42	12.36	30.56	59.89	38.07	5.87	32.2	21.82
S1T2	6500	23.53	9.89	3.16	33.78	12.32	11.2	40.85	56.44	35.77	6.32	29.45	20.67
S1T3	6500	20.04	7.98	3.68	30.94	16.01	13.12	41.39	53.56	34.05	5.04	29	19.52
S2T1	5800	16.61	16.05	3.61	34.92	16.31	12.78	29.11	60.36	36.91	5.82	31.1	23.44
S2T2	6000	14.82	15.59	3.72	36.67	17.9	14.44	26.12	60.39	35.6	5.06	30.54	24.78
S2T3	6200	16.13	13.85	3.7	29.62	19.13	14.47	33.7	54.92	32.86	4.32	28.54	22.06
S3T1	5600	17.71	14.39	2.98	34.27	13.24	11.09	35.12	59.16	35.71	4.11	31.6	23.45
S3T2	6200	17.08	11.81	3.71	30.47	17.74	13.79	36.26	50.54	32.96	5.23	27.7	17.6
S3T3	6000	16.21	14	4.08	28.9	20.22	16.14	32.8	55.55	32.83	5.41	27.42	22.72
Suma	55600	163.3	116.2	31.72	297.9	148.3	119.4	305.9	510.8	314.8	47.18	267.6	196.06
Prom	6177.8	18.14	12.91	3.524	33.1	16.48	13.27	33.99	56.76	34.97	5.242	29.73	21.784
desves	376.76	2.828	2.646	0.366	3.288	2.593	1.637	5.09	3.456	1.9	0.718	1.718	2.217
Cv	6.0986	15.59	20.5	10.38	9.933	15.74	12.34	14.98	6.09	5.432	13.7	5.779	10.177

TTO	Ca(p)	P(p)	Mg(p)	S(p)	McalED/Kg	PR	T°	K1	K2	K3	K4	K5	K6
S1T1	0.28	0.2	0.17	0.4	2.31	105	12	104.1	145.2	133.2	17.5	42.3	14.1
S1T2	0.26	0.17	0.15	0.25	2.03	105	12	6.35	92.45	81.95	6.14	35.4	24.5
S1T3	0.29	0.21	0.19	0.22	2.65	105	12	7.99	87.2	19.2	6.28	36.84	24.68
S2T1	0.22	0.58	0.15	0.27	2.28	88	13.1	125.8	138.5	95.8	34.81	37.2	26.6
S2T2	0.21	0.44	0.15	0.23	2.31	90	13.1	28.32	146.8	87.98	21.45	29.23	14.57
S2T3	0.27	0.4	0.16	0.21	2.48	88	13.1	30.84	140.4	90.12	22.71	29.15	18.49
S3T1	0.28	0.37	0.19	0.24	2.27	61	12.4	99.45	128.8	104.7	26.18	31.28	19.62
S3T2	0.2	0.39	0.14	0.33	2.53	63	12.4	110.5	152.2	89.16	23.12	43.71	14.42
S3T3	0.29	0.51	0.18	0.31	2.52	64	12.4	114.3	155.7	116.5	26.71	45.55	11.38
Suma	2.3	3.27	1.48	2.46	21.38	769	112.5	627.6	1187	818.5	184.9	330.7	168.36
Prom	0.2556	0.363	0.164	0.273	2.376	85.44	12.5	69.73	131.9	90.95	20.54	36.74	18.707
DesvEst	0.0357	0.143	0.019	0.062	0.187	18.51	0.482	49.88	25.14	31.4	9.392	6.154	5.5093
Cv	13.988	39.41	11.42	22.77	7.864	21.67	3.857	71.54	19.06	34.52	45.71	16.75	29.451

Anexo B. Coeficiente de variación de las variables bromatológicas, edáficas y ambientales estudiadas (continuación).

TTO	Prec	HR	Msnm	MO	pH	CIC	N	P	K	Mg	Ca	S(s)	B
S1T1	1300	0.77	2792	0.236	6	51	0.007	4	0.31	1.8	21.7	11.33	0.2
S1T2	1300	0.77	2788	0.159	5.3	37.8	0.006	3	0.24	0.9	4.5	11.32	0.2
S1T3	1300	0.77	2749	0.221	5.3	45.8	0.007	4	0.34	1.4	6.8	11.32	0.01
S2T1	778.8	0.79	2732	0.104	6.6	23	0.004	112	3.17	3.5	13.9	11.32	0.1
S2T2	778.8	0.79	2760	0.062	7	24.6	0.003	116	1.64	2.6	13	3.82	0.01
S2T3	778.8	0.79	2717	0.106	6.1	27.8	0.004	54	14.67	3.7	15.5	3.55	0.24
S3T1	860.5	0.79	2714	0.156	6.4	35	0.006	14	0.33	6.35	25.6	11.18	0.09
S3T2	860.5	0.79	2753	0.113	6.7	27	0.005	207	1.2	5.6	20.8	7.91	0.29
S3T3	860.5	0.79	2775	0.115	5.6	27	0.005	49	1.24	3.6	10.9	7.91	0.52
suma	8817.9	7.05	24780	1.272	55	299	0.046	563	23.14	29.45	132.7	79.66	1.66
prom	979.77	0.783	2753	0.141	6.1	33.22	0.005	62.56	2.571	3.272	14.74	8.851	0.1844
DesvEst	242.77	0.01	28.62	0.057	0.62	9.9	0.001	69.99	4.634	1.837	6.983	3.26	0.1598
Cv	24.778	1.277	1.039	40.54	10.10	29.8	29.13	111.9	18.02	56.13	47.36	36.84	86.625

TTO	Fe	Mn	Cu	Zn	CaOr	Penet	Pend	Dapar	Dreal	Poros	CC	Inf
S1T1	1.2	10.4	0.2	7	0.137	0.7	0.094	0.7	2.35	0.7	0.878	0.8
S1T2	2.8	28.8	0.3	1.5	0.092	0.6	0.152	0.8	2.42	0.669	0.779	1.1
S1T3	2.8	22.8	0.2	2.8	0.128	0.65	0.121	0.7	2.37	0.704	0.843	1.4
S2T1	8.8	30	0.4	14.1	0.06	1.1	0.175	0.8	2.48	0.677	0.661	0.2
S2T2	10	34.4	0.6	5.8	0.036	0.6	0.1	0.8	2.57	0.688	0.679	1.4
S2T3	10.8	37.6	0.6	5.8	0.061	0.7	0.305	0.8	2.83	0.717	0.502	0.7
S3T1	9.2	70.8	0.6	7.9	0.09	0.6	0.194	0.8	2.35	0.659	0.471	1.9
S3T2	6	62	0.4	7.8	0.066	0.7	0.475	0.7	2.37	0.704	0.528	1.1
S3T3	20.4	53.6	0.6	6.5	0.067	0.65	0.175	0.8	2.47	0.677	0.568	0.2
Suma	72	350.4	3.9	59.2	0.737	6.3	1.79	6.9	22.21	6.195	5.909	8.8
Prom	8	38.93	0.433	6.578	0.082	0.7	0.199	0.767	2.468	0.688	0.657	0.978
DesvEst	5.831	19.5	0.173	3.558	0.033	0.156	0.121	0.05	0.154	0.019	0.151	0.565
Cv	72.887	50.08	39.97	54.09	40.67	22.3	60.95	6.522	6.261	2.785	22.97	57.8

Anexo C. Correlaciones entre las variables bromatológicas, edáficas y ambientales.

Variable	MS	Cen	EE	Fc	Pc	Pv	ELN	FDN	FDA	Lig	Cel	Hcel	Ca (p)	P (p)	Mg (p)	S (p)	McalED/Kg	PR
MS	1.00																	
Cen	-0.73	1.00																
EE	-0.62	0.13	1.00															
Fc	0.24	0.27	-0.64	1.00														
Pc	-0.74	0.34	0.89	-0.51	1.00													
Pv	-0.67	0.27	0.92	-0.53	0.97	1.00												
ELN	0.65	-0.88	-0.18	-0.48	-0.42	-0.36	1.00											
FDN	-0.06	0.60	-0.42	0.81	-0.29	-0.30	-0.65	1.00										
FDA	0.39	0.20	-0.69	0.94	-0.61	-0.64	-0.35	0.81	1.00									
Lig	0.56	-0.23	-0.07	0.32	-0.24	-0.15	0.04	0.13	0.44	1.00								
Cel	0.20	0.32	-0.74	0.91	-0.58	-0.64	-0.40	0.84	0.93	0.07	1.00							
Hcel	-0.43	0.77	-0.05	0.45	0.07	0.09	-0.72	0.86	0.40	-0.18	0.52	1.00						
Ca (p)	0.40	-0.36	-0.20	-0.20	-0.14	-0.08	0.41	0.01	-0.05	-0.16	0.02	0.05	1.00					
P (p)	-0.86	0.81	0.58	-0.21	0.60	0.54	-0.63	0.18	-0.23	-0.23	-0.15	0.47	-0.42	1.00				
Mg (p)	0.12	-0.23	-0.14	-0.14	-0.11	-0.07	0.28	0.07	-0.04	-0.42	0.13	0.15	0.85	-0.22	1.00			
S (p)	0.22	0.03	-0.15	0.29	0.06	0.03	-0.22	0.03	0.32	0.48	0.15	-0.24	-0.02	-0.11	-0.11	1.00		
McalED/Kg	-0.42	-0.21	0.66	-0.63	0.69	0.64	0.12	-0.61	-0.66	-0.43	-0.55	-0.38	0.15	0.18	0.33	-0.01	1.00	
PR	0.60	-0.44	-0.26	0.42	-0.33	-0.31	0.15	0.23	0.47	0.49	0.32	-0.04	0.17	-0.61	-0.07	-0.07	-0.25	1.00
T°	-0.82	0.79	0.41	-0.01	0.50	0.41	-0.69	0.29	-0.12	-0.35	0.02	0.56	-0.52	0.79	-0.41	-0.40	0.02	-0.23
K1	-0.33	0.53	0.03	0.08	0.20	0.11	-0.43	0.15	0.16	0.05	0.16	0.10	-0.16	0.55	-0.01	0.65	0.07	-0.61
K2	-0.70	0.76	0.34	0.03	0.65	0.57	-0.77	0.14	-0.10	-0.17	-0.04	0.30	-0.36	0.67	-0.28	0.47	0.18	-0.58
K3	-0.15	0.64	-0.22	0.34	0.10	0.06	-0.59	0.44	0.33	0.13	0.31	0.41	-0.02	0.29	-0.15	0.63	-0.38	-0.34
K4	-0.75	0.89	0.25	0.00	0.42	0.31	-0.70	0.31	0.01	-0.26	0.12	0.48	-0.35	0.90	-0.16	0.14	0.05	-0.65
K5	0.19	-0.23	0.25	-0.21	0.22	0.25	0.12	-0.36	-0.09	0.52	-0.32	-0.48	0.08	0.00	0.02	0.79	0.29	-0.20
K6	0.39	-0.29	-0.29	0.07	-0.57	-0.59	0.42	0.11	0.27	0.17	0.23	-0.07	0.02	-0.17	0.01	-0.51	-0.29	0.46
Prec	0.92	-0.81	-0.46	0.23	-0.56	-0.48	0.59	-0.09	0.34	0.50	0.17	-0.43	0.48	-0.90	0.28	0.26	-0.15	0.70
HR	-0.91	0.78	0.45	-0.28	0.55	0.48	-0.53	0.03	-0.39	-0.52	-0.21	0.38	-0.44	0.89	-0.22	-0.20	0.18	-0.79
Altura	0.54	-0.35	-0.05	0.28	-0.10	0.04	0.06	0.02	0.27	0.79	-0.04	-0.19	0.08	-0.45	-0.16	0.60	-0.25	0.41

Anexo C. Correlaciones entre las variables bromatológicas, edáficas y ambientales (continuación).

Variable	MS	Cen	EE	Fc	Pc	Pv	ELN	FDN	FDA	Lig	Cel	Hcel	Ca (p)	P (p)	Mg (p)	S (p)	McalED/Kg	PR
MO	0.77	-0.67	-0.53	0.20	-0.50	-0.50	0.51	-0.05	0.36	0.20	0.31	-0.38	0.65	-0.78	0.56	0.35	0.06	0.48
pH	-0.69	0.74	0.06	0.35	0.23	0.11	-0.73	0.30	0.15	-0.30	0.29	0.34	-0.77	0.59	-0.48	0.04	-0.06	-0.41
CIC	0.78	-0.66	-0.58	0.32	-0.51	-0.49	0.44	0.02	0.40	0.20	0.36	-0.31	0.61	-0.87	0.50	0.32	-0.02	0.57
N	0.78	-0.68	-0.54	0.14	-0.53	-0.53	0.58	-0.10	0.31	0.19	0.27	-0.42	0.66	-0.76	0.57	0.33	0.05	0.41
P (s)	-0.60	0.36	0.48	-0.16	0.46	0.39	-0.35	-0.30	-0.31	-0.03	-0.33	-0.21	-0.88	0.57	-0.70	0.13	0.24	-0.47
K	-0.39	0.27	0.27	-0.38	0.46	0.34	-0.15	-0.14	-0.40	-0.44	-0.25	0.12	0.02	0.27	-0.19	-0.39	0.21	0.01
Mg (s)	-0.58	0.48	0.02	-0.26	0.17	0.07	-0.17	-0.15	-0.31	-0.64	-0.08	0.03	-0.24	0.54	0.03	0.01	0.20	-0.91
Ca (s)	-0.30	0.45	-0.38	0.27	-0.02	-0.18	-0.37	0.17	0.19	-0.47	0.41	0.10	-0.12	0.18	0.08	0.41	0.04	-0.53
S (s)	0.69	-0.40	-0.55	0.27	-0.71	-0.69	0.43	0.13	0.52	0.44	0.39	-0.24	0.32	-0.39	0.35	0.31	-0.27	0.21
B	-0.09	0.07	0.40	-0.55	0.49	0.53	0.04	-0.39	-0.48	0.17	-0.60	-0.20	0.21	0.23	-0.04	0.46	0.19	-0.46
Al	0.76	-0.82	-0.21	-0.10	-0.55	-0.42	0.78	-0.26	0.01	0.40	-0.16	-0.41	0.28	-0.69	0.10	-0.33	-0.21	0.59
Fe	-0.71	0.58	0.64	-0.48	0.67	0.72	-0.38	0.01	-0.51	-0.32	-0.43	0.46	0.07	0.77	0.14	-0.15	0.26	-0.66
Mn	-0.47	0.28	0.12	-0.46	0.13	0.12	0.07	-0.31	-0.52	-0.56	-0.34	-0.03	-0.14	0.44	0.09	-0.15	0.15	-0.95
Cu	-0.78	0.70	0.34	-0.28	0.46	0.46	-0.44	0.13	-0.42	-0.61	-0.20	0.56	-0.13	0.69	-0.01	-0.38	0.03	-0.68
Zn	-0.53	0.73	0.09	0.21	0.20	0.06	-0.62	0.37	0.28	-0.04	0.33	0.34	-0.42	0.75	-0.21	0.26	0.00	-0.40
CaOr	0.77	-0.67	-0.53	0.20	-0.50	-0.50	0.51	-0.05	0.36	0.20	0.31	-0.38	0.64	-0.78	0.56	0.36	0.06	0.48
Penet	-0.22	0.40	0.15	0.12	0.11	-0.01	-0.36	0.25	0.30	0.29	0.21	0.14	-0.36	0.55	-0.32	0.12	-0.03	0.05
Pend	-0.29	-0.01	0.25	-0.57	0.30	0.20	0.20	-0.72	-0.61	-0.28	-0.57	-0.59	-0.43	0.24	-0.43	0.07	0.34	-0.57
Dapar	-0.34	0.60	0.07	-0.03	0.03	0.08	-0.31	0.45	-0.02	-0.14	0.04	0.72	-0.02	0.51	-0.09	-0.52	-0.49	-0.23
D real	-0.50	0.38	0.41	-0.30	0.54	0.48	-0.31	0.01	-0.38	-0.36	-0.27	0.33	-0.08	0.36	-0.27	-0.49	0.11	0.06
Por. Total	-0.14	-0.26	0.37	-0.27	0.53	0.42	0.01	-0.48	-0.36	-0.17	-0.33	-0.44	-0.07	-0.16	-0.18	0.08	0.63	0.28
CC	0.67	-0.52	-0.25	0.49	-0.35	-0.28	0.15	0.22	0.56	0.66	0.34	-0.14	0.20	-0.63	0.07	0.26	-0.16	0.87
Inf	0.18	-0.30	-0.51	0.22	-0.53	-0.51	0.32	-0.02	0.07	-0.47	0.27	-0.09	0.03	-0.48	0.27	-0.35	-0.10	-0.03

Anexo C. Correlaciones entre las variables bromatológicas, edáficas y ambientales (continuación).

VAR	T°	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Prec	HR	Altura	MO	pH	CIC	N	P (s)	K	Mg (s)	Ca (s)	S (s)	B	Al
T°	1.00																				
K1	0.10	1.00																			
K2	0.51	0.69	1.00																		
K3	0.13	0.67	0.73	1.00																	
K4	0.69	0.78	0.78	0.56	1.00																
K5	-0.50	0.58	0.26	0.26	0.06	1.00															
K6	-0.02	-0.34	-0.75	-0.57	-0.24	-0.35	1.00														
Prec	-0.86	-0.39	-0.69	-0.28	-0.84	0.26	0.27	1.00													
HR	0.78	0.45	0.71	0.31	0.84	-0.18	-0.32	-0.99	1.00												
Altura	-0.57	-0.08	-0.07	0.22	-0.47	0.56	-0.30	0.62	-0.60	1.00											
MO	-0.83	-0.09	-0.52	-0.15	-0.58	0.30	0.20	0.87	-0.84	0.33	1.00										
pH	0.69	0.40	0.66	0.33	0.68	-0.26	-0.27	-0.73	0.70	-0.39	-0.62	1.00									
CIC	-0.81	-0.24	-0.52	-0.14	-0.68	0.18	0.11	0.90	-0.88	0.42	0.97	-0.58	1.00								
N	-0.85	-0.06	-0.54	-0.16	-0.56	0.32	0.24	0.85	-0.81	0.28	0.99	-0.65	0.94	1.00							
P (s)	0.51	0.36	0.57	0.06	0.50	0.17	-0.27	-0.63	0.63	-0.18	-0.67	0.73	-0.70	-0.67	1.00						
K	0.61	-0.20	0.22	0.02	0.23	-0.45	0.02	-0.44	0.37	-0.53	-0.36	0.11	-0.35	-0.36	0.08	1.00					
Mg (s)	0.32	0.60	0.54	0.31	0.68	-0.01	-0.29	-0.70	0.78	-0.64	-0.39	0.57	-0.48	-0.33	0.48	0.12	1.00				
Ca (s)	0.12	0.64	0.59	0.57	0.54	0.02	-0.41	-0.35	0.40	-0.37	0.02	0.60	0.00	0.03	0.24	0.03	0.75	1.00			
S (s)	-0.67	0.24	-0.50	-0.07	-0.22	0.39	0.50	0.62	-0.57	0.22	0.71	-0.43	0.58	0.75	-0.42	-0.64	-0.16	-0.01	1.00		
B	-0.14	0.42	0.47	0.50	0.23	0.65	-0.56	-0.15	0.22	0.31	-0.14	-0.26	-0.21	-0.10	0.11	0.12	0.19	0.01	-0.15	1.00	
Al	-0.58	-0.71	-0.94	-0.66	-0.86	-0.06	0.60	0.74	-0.75	0.34	0.44	-0.74	0.46	0.46	-0.48	-0.28	-0.66	-0.74	0.43	-0.24	1.00
Fe	0.48	0.33	0.56	0.32	0.61	0.07	-0.44	-0.71	0.74	-0.23	-0.63	0.14	-0.68	-0.61	0.19	0.26	0.41	0.00	-0.48	0.58	-0.50
Mn	0.15	0.38	0.34	0.16	0.45	0.01	-0.29	-0.60	0.70	-0.47	-0.45	0.33	-0.52	-0.36	0.38	-0.02	0.88	0.44	-0.18	0.32	-0.37
Cu	0.67	0.15	0.55	0.32	0.61	-0.39	-0.39	-0.86	0.87	-0.50	-0.78	0.46	-0.75	-0.76	0.27	0.41	0.60	0.25	-0.67	0.25	-0.58
Zn	0.55	0.80	0.59	0.43	0.90	0.14	0.03	-0.61	0.59	-0.41	-0.34	0.64	-0.48	-0.33	0.48	0.08	0.52	0.51	0.08	0.00	-0.71
CaOr	-0.83	-0.09	-0.52	-0.15	-0.58	0.30	0.20	0.87	-0.84	0.33	1.00	-0.62	0.97	0.99	-0.67	-0.36	-0.39	0.03	0.70	-0.14	0.44
Penet	0.45	0.49	0.21	0.10	0.59	0.15	0.43	-0.30	0.24	-0.27	-0.18	0.29	-0.34	-0.17	0.33	0.17	0.07	0.04	0.23	-0.08	-0.28
Pend	0.17	0.26	0.34	0.01	0.27	0.19	-0.20	-0.42	0.47	-0.35	-0.35	0.31	-0.43	-0.28	0.69	0.34	0.64	0.35	-0.30	0.37	-0.28
Dapar	0.57	-0.07	0.11	0.25	0.39	-0.51	0.13	-0.54	0.50	-0.30	-0.64	0.13	-0.61	-0.61	-0.10	0.32	0.14	-0.18	-0.31	0.08	-0.13

Anexo C. Correlaciones entre las variables bromatológicas, edáficas y ambientales (continuación).

<i>Variable</i>	MS	Cen	EE	Fc	Pc	Pv	ELN	FDN	FDA	Lig	Cel	Hcel	Ca (p)	P (p)	Mg (p)	S (p)	McalED/Kg	PR
<i>D real</i>	-0.50	0.38	0.41	-0.30	0.54	0.48	-0.31	0.01	-0.38	-0.36	-0.27	0.33	-0.08	0.36	-0.27	-0.49	0.11	0.06
<i>Por. Total</i>	-0.14	-0.26	0.37	-0.27	0.53	0.42	0.01	-0.48	-0.36	-0.17	-0.33	-0.44	-0.07	-0.16	-0.18	0.08	0.63	0.28
<i>CC</i>	0.67	-0.52	-0.25	0.49	-0.35	-0.28	0.15	0.22	0.56	0.66	0.34	-0.14	0.20	-0.63	0.07	0.26	-0.16	0.87
<i>Inf</i>	0.18	-0.30	-0.51	0.22	-0.53	-0.51	0.32	-0.02	0.07	-0.47	0.27	-0.09	0.03	-0.48	0.27	-0.35	-0.10	-0.03

Anexo C. Correlaciones entre las variables bromatológicas, edáficas y ambientales (continuación).

VARIABLE	T°	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Prec	HR	Altura	MO	pH	CIC	N	P (s)	K	Mg (s)	Ca (s)
CaOr	-0.83	-0.09	-0.52	-0.15	-0.58	0.30	0.20	0.87	-0.84	0.33	1.00	-0.62	0.97	0.99	-0.67	-0.36	-0.39	0.03
Penet	0.45	0.49	0.21	0.10	0.59	0.15	0.43	-0.30	0.24	-0.27	-0.18	0.29	-0.34	-0.17	0.33	0.17	0.07	0.04
Pend	0.17	0.26	0.34	0.01	0.27	0.19	-0.20	-0.42	0.47	-0.35	-0.35	0.31	-0.43	-0.28	0.69	0.34	0.64	0.35
Dapar	0.57	-0.07	0.11	0.25	0.39	-0.51	0.13	-0.54	0.50	-0.30	-0.64	0.13	-0.61	-0.61	-0.10	0.32	0.14	-0.18
D real	0.74	-0.32	0.25	0.01	0.22	-0.54	-0.06	-0.52	0.43	-0.39	-0.57	0.17	-0.50	-0.59	0.12	0.92	-0.01	-0.16
Por. Total	0.12	-0.24	0.14	-0.26	-0.19	0.04	-0.21	0.06	-0.10	-0.04	0.10	0.02	0.13	0.05	0.24	0.54	-0.17	0.01
CC	-0.52	-0.35	-0.50	-0.25	-0.64	0.19	0.27	0.83	-0.88	0.67	0.65	-0.45	0.71	0.58	-0.44	-0.43	-0.88	-0.45
Inf	-0.27	-0.41	-0.41	-0.36	-0.42	-0.49	0.09	0.19	-0.16	-0.22	0.21	0.11	0.32	0.21	-0.16	-0.30	0.18	0.24

VAR	Fe	Mn	Cu	Zn	CaOr	Penet	Pend	Dapar	D real	Por. Total	CC	Inf
Fe	1.00											
Mn	0.53	1.00										
Cu	0.82	0.67	1.00									
Zn	0.26	0.19	0.23	1.00								
CaOr	-0.63	-0.45	-0.78	-0.34	1.00							
Penet	0.02	-0.21	-0.14	0.82	-0.18	1.00						
Pend	0.10	0.59	0.22	0.18	-0.34	0.07	1.00					
Dapar	0.60	0.28	0.72	0.15	-0.64	0.08	-0.19	1.00				
D real	0.40	-0.07	0.55	0.00	-0.57	0.08	0.16	0.51	1.00			
Por. Total	-0.22	-0.36	-0.23	-0.15	0.10	0.01	0.35	-0.56	0.43	1.00		
CC	-0.65	-0.88	-0.84	-0.35	0.65	0.01	-0.65	-0.46	-0.37	0.13	1.00	
Inf	-0.42	0.26	0.00	-0.42	0.21	-0.62	-0.04	-0.16	-0.31	-0.15	-0.02	1.00

Anexo D. Variables: correlación y significancia.

Variable	Correlación	Positiva	Negativa	Altamente significativa
MS	T°		X	X
	HR		X	X
	PREC.	X		X
CEN.	K4	X		X
	PREC.		X	X
EE	Pv	X		X
Fc	FDA	X		X
Pc	Pv	X		X
FDA	CEL	X		X
Ca (s)	Mg (s)		X	X
P(p)	K4	X		X
	PREC		X	X
	HR	X		X
PR	CC	X		X
	Mn		X	X
T°	PREC		X	X
	CIC		X	X
	NT		X	X
	CaOr		X	X
K1	Zn	X		X
K4	Zn	X		X
PREC	HR		X	X
	MO	X		X
	CIC	X		X
	NT	X		X
	CC	X		X
HR	MO		X	X
	CIC		X	X
	NT		X	X
	CaOr		X	X
	CC		X	X
MO	CaOr	X		X
	NT	X		X
	CIC	X		X
CIC	CaOr	X		X
	NT	X		X
	P (s)		X	X
NT	CaOr	X		X
K	DReal	X		X
Mg (s)	CC		X	X
	Mn	X		X
Zn	PENET.	X		X

Valores propios de los componentes principales

<i>Numero</i>	<i>Valor propio</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
1	9.4474	42.94	42.94
2	4.2652	19.39	62.33
3	2.8317	12.87	75.2
4	1.9229	8.74	83.94
5	1.5006	6.82	90.76
6	1.0954	4.98	95.74
7	0.6601	3	98.74
8	0.2768	1.26	100
9	0	0	100

Anexo E. Tablas de correspondencia.

Tabla de correspondencias

TEXTURA	INDIVIDUOS						Margen activo
	OLIGOCHAETA	COLEPTERA	DIPLOPODO	QUILOPODO	DIPTERA	SIMPHYLOS	
FRANCO	95	49	65	34	20	16	279
FRANCO-ARENOSO	81	110	22	28	8	11	260
FRANCO-ARCILLOSO	5	10	5	5	0	3	28
ARENOSO-FRANCO	13	10	3	3	0	0	29
Margen activo	194	179	95	70	28	30	596

Perfiles de fila

TEXTURA	INDIVIDUOS						
	OLIGOCHAETA	COLEPTERA	DIPLOPODO	QUILOPODO	DIPTERA	SIMPHYLOS	Margen activo
FRANCO	,341	,176	,233	,122	,072	,057	1,000
FRANCO-ARENOSO	,312	,423	,085	,108	,031	,042	1,000
FRANCO-ARCILLOSO	,179	,357	,179	,179	,000	,107	1,000
ARENOSO-FRANCO	,448	,345	,103	,103	,000	,000	1,000
Masa	,326	,300	,159	,117	,047	,050	

Anexo E. Tablas de correspondencia (continuación).

Perfiles de columna

TEXTURA	INDIVIDUOS						
	OLIGOCHAETA	COLEPTERA	DIPLOPODO	QUILOPODO	DIPTERA	SIMPHYLOS	Masa
FRANCO	,490	,274	,684	,486	,714	,533	,468
FRANCO-ARENOSO	,418	,615	,232	,400	,286	,367	,436
FRANCO-ARCILLOSO	,026	,056	,053	,071	,000	,100	,047
ARENOSO-FRANCO	,067	,056	,032	,043	,000	,000	,049
Margen activo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Resumen

Dimensión	Valor propio	Inercia	Chi-cuadrado	Sig.	Proporción de inercia		Confianza para el Valor propio	
					Explicada	Acumulada	Desviación típica	Correlación
								2
1	,301	,090			,847	,847	,038	-,021
2	,114	,013			,121	,968	,041	
3	,059	,003			,032	1,000		
Total		,107	63,575	,000 ^a	1,000	1,000		

a. 15 grados de libertad

Anexo E. Tablas de correspondencia (continuación).

Examen de los puntos de fila^a

		Puntuación en la dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		De los puntos a la inercia de la dimensión		De la dimensión a la inercia del punto		
					1	2	1	2	Total
TEXTURA	Masa								
FRANCO	,468	-,578	,034	,047	,520	,005	,998	,001	,999
FRANCO-ARENOSO	,436	,555	,015	,041	,447	,001	,990	,000	,990
FRANCO-ARCILLOSO	,047	,172	-1,315	,010	,005	,716	,040	,884	,924
ARENOSO-FRANCO	,049	,417	,805	,008	,028	,278	,305	,429	,735
Total activo	1,000			,107	1,000	1,000			

a. Normalización Simétrica

Anexo E. Tablas de correspondencia (continuación).

Examen de los puntos columna

INDIVIDUOS	Masa	Puntuación en la dimensión		Inercia	Contribución				
		1	2		De los puntos a la inercia de la dimensión		De la dimensión a la inercia del punto		Total
					1	2	1	2	
OLIGOCHAETA	,326	-,063	,380	,006	,004	,414	,065	,896	,961
COLEPTERA	,300	,718	-,087	,047	,515	,020	,991	,006	,997
DIPLOPODO	,159	-,814	-,148	,032	,351	,031	,983	,012	,996
QUILOPODO	,117	-,095	-,324	,002	,004	,109	,158	,697	,855
DIPTERA	,047	-,846	,254	,013	,112	,027	,776	,026	,803
SIMPHYLOS	,050	-,291	-,949	,006	,014	,399	,198	,795	,992
Total activo	1,000			,107	1,000	1,000			

a. Normalización Simétrica

Confianza para Puntos de fila

TEXTURA	Desviación típica en la dimensión		Correlación
	1	2	1-2
FRANCO	,045	,070	,216
FRANCO-ARENOSO	,056	,088	-,068
FRANCO-ARCILLOSO	,406	,447	,298
ARENOSO-FRANCO	,333	,587	-,277

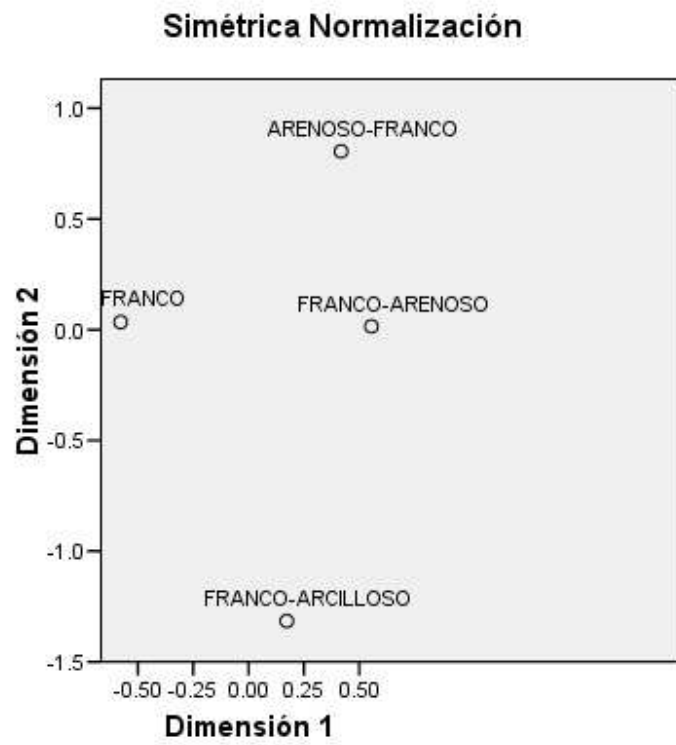
Anexo E. Tablas de correspondencia (continuación).

Confianza para Puntos de columna

INDIVIDUOS	Desviación típica en la dimensión		Correlación
	1	2	1-2
OLIGOCHAETA	,114	,086	-,091
COLEPTERA	,061	,078	,294
DIPLOPODO	,081	,095	-,400
QUILOPODO	,115	,112	,009
DIPTERA	,332	,478	,019
SIMPHYLOS	,260	,188	-,269

Anexo F. FIGURAS DE CORRESPONDENCIA.

Puntos de fila para TEXTURA



Anexo F. FIGURAS DE CORRESPONDENCIA (continuación) .

Puntos de columna para INDIVIDUOS

