

**DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE
AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD NUTRITIVA DEL PASTO
KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*), EN EL MUNICIPIO DE LA
FLORIDA, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**HARRY ZAMBRANO ROSERO
VANESSA OBANDO ENRIQUEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
2013**

**DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE
AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD NUTRITIVA DEL PASTO
KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*), EN EL MUNICIPIO DE LA
FLORIDA, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**HARRY ZAMBRANO ROSERO
VANESSA OBANDO ENRIQUEZ**

**Trabajo de grado presentada como requisito parcial para optar al título
de ZOOTECNISTA**

**Presidente
EDMUNDO APRAEZ GUERRERO
Zootecnista, M.S.c., Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
2013**

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

**Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanada del
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

Nota de aceptación:

EDMUNDO APRAEZ GUERRERO. Zoot., M.S.c., Ph.D.
Director

EFREN INSUASTY SANTACRUZ. Zoot., M.S.c.
Jurado delegado

MARINO RODRIGUEZ RODRIGUEZ. I.A., M.S.c.
Jurado

San Juan de Pasto, junio 2013.

RESUMEN

El pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es fundamental en la producción de un sistema pecuario en Nariño por lo tanto, se propuso determinar los factores edafoclimáticos que influyen en la producción y calidad del mismo. El estudio se desarrolló en 3 localidades del municipio de La Florida, ubicadas en el Casco urbano, vereda Cacique Bajo y vereda El Barranco, en cada una de ellas se tomaron 3 muestras de suelo y pasto en lugares donde no se haya efectuado ninguna intervención humana; en cada sitio se evaluaron parámetros agronómicos, bromatológicos, edáficos y climáticos utilizando un método estadístico multivariado de componentes principales ACP para analizar variables como temperatura, humedad relativa, propiedades químicas y físicas del suelo y variables indicadoras de calidad del pasto, mientras que para analizar las variables biológicas se utilizó el método de correspondencias múltiples.

Los indicadores cualitativos (biológicos-textura), se ingresaron al análisis de correspondencia múltiples (ACM), con ello se logró establecer que existen relaciones que posibilitan mejorar las condiciones del suelo cuando hay una importante presencia de lombrices de tierra (oligochaetas), y cumplen con las funciones de descomposición y mineralización de la materia orgánica, para mejorar la productividad del pasto kikuyo.

El ACP mostró 3 componentes que permitieron explicar el 71.86% de la variabilidad. El primero contiene variables químicas del suelo, temperatura y humedad, el segundo las variables físicas del suelo y la capacidad de intercambio catiónico y el tercero la resistencia del suelo a la penetración. El primer componente presenta alta producción y calidad nutritiva del kikuyo asociada a pH, en forma negativa a la MO, la altitud y la temperatura. El segundo componente se identifica por el alto porcentaje de nutrientes digestibles totales, relacionados con la capacidad de intercambio catiónico e indirectamente con la capacidad de campo, infiltración y humedad relativa. El tercer componente implica una baja producción de kikuyo asociada a la penetrabilidad.

Las mejores condiciones para la producción y calidad de kikuyo lo conforma el grupo 1 en La Florida con la mayor producción de biomasa 3.81 Kg m², proteína verdadera de 623.24 y NTD de 2.53 Kgm², relacionado con ph 6.5, materia orgánica 11.4. El ACM mostró la mayor cantidad de organismos benéficos del suelo como lombrices, chinches, coleópteros, dípteros, colémbolos que se encuentran en El Barranco y el más bajo en La Florida, asociada al contenido de materia orgánica y asociado a la textura del suelo;

en suelo franco arcilloso se encontró mayor cantidad de lombrices 58.1%, que en el suelo franco con 36.2%, al contrario para el orden Gasteropoda

Los valores de las variables en los cuales se obtuvo una mayor producción y calidad nutritiva del pasto a una altura entre 2000 – 2399 msnm, fueron: pH de 6.3, materia orgánica de 11.4 %, capacidad de intercambio catiónico de 43.2, capacidad de campo de 50.6%, infiltración de 10.36 cm/h, penetrabilidad de 0.76 MPa, humedad relativa del 71%.

ABSTRACT

Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) is critical in the production of livestock in Nariño system therefore set out to determine soil and climate factors that influence the production and quality. The study was conducted in 3 localities of the municipality of Florida, located in the Old city, village and hamlet El Cacique Under Barranco each took 3 samples of soil and grass in places where there has been no human intervention, in each site, agronomic parameters, food science, soil, and climate using a multivariate statistical method of principal components ACP to analyze variables such as temperature, relative humidity, chemical and physical properties of soil and indicator variables pasture quality while to analyze biological variables used multiple correspondence method.

Qualitative indicators (biological-texture), were entered into multiple correspondence analysis (MCA), thus it was established that there are relationships that enable improving soil conditions when there is a significant presence of earthworms (*oligochaetas*) and comply with the functions of decomposition and mineralization of organic matter to improve the productivity of kikuyu grass.

The PCA showed three components that allowed explaining the 71.86% of the variability. The first contains soil chemical variables, temperature and humidity, the second soil physical variables and cation exchange capacity and the third soil resistance to penetration. The first component has high yield and nutritional quality of kikuyu associated with pH, negatively to the MO, altitude and temperature. The second component is identified by the high percentage of total digestible nutrients related to the cation exchange capacity and indirectly to field capacity, infiltration and relative humidity. The third component involves a low production of the penetrability associated kikuyo.

The best conditions for the production and quality of the shapes Kikuyu group 1 in Florida with higher biomass production 3.81 kg m², true protein and NTD 2.53 623.24 Kgm² related to pH 6.5, organic matter 11.4. The ACM showed the highest amount of beneficial soil organisms such as worms, bugs, beetles, flies, springtails found in El Barranco and the lowest in Florida, associated with the content of organic matter and associated soil texture, in

clay loam soil was a higher amount of worms 58.1%, than in the loam soil with 36.2%, contrary to the order Gasteropoda

The values of the variables in which there was a greater production and nutritional quality of the grass at a height between 2000 - 2399 meters, pH was 6.3, 11.4% organic matter, cation exchange capacity of 43.2, field capacity 50.6%, infiltration of 10.36 cm / h, 0.76 MPa penetrability, relative humidity 71%.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	16
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
3. OBJETIVOS	18
3.1. OBJETIVO GENERAL	18
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4. MARCO TEÓRICO	19
4.1. KIKUYO (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	19
4.1.1. Origen	19
4.1.2. Clasificación botánica	19
4.1.3. Descripción	20
4.1.4. Adaptación	20
4.1.5. Siembra	21
4.1.6. Valor nutritivo	21
4.1.7. Manejo	22
4.1.8. Fertilización	22
4.2. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD Y NUTRICIÓN DEL KIKUYO (<i>Pennisetum Clandestinum</i>)	23
4.2.1 Factores climáticos	23
4.2.1.1 Temperatura	23
4.2.1.2 Luminosidad	23
4.2.1.3 Precipitación	24
4.2.1.4 Humedad	24
4.3 FACTORES FÍSICOS DEL SUELO	25
4.3.1. Textura	25
4.3.2. Estructura	26
4.3.3. Porosidad	26
4.3.4. Densidad aparente y real	26
4.4 FACTORES QUÍMICOS DEL SUELO	26
4.4.1. pH	26
4.4.2. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).	27
4.4.3. Materia orgánica.	27
4.4.4. Nitrógeno (N)	27
4.4.5. Fósforo (P)	28
4.4.6. Potasio (K)	28
4.4.7. Calcio (Ca)	28
4.4.8. Azufre (S)	29
4.4.9. Magnesio (Mg)	29
4.4.10. Hierro (Fe)	29

4.4.11. Boro (B)	30
4.4.12. Zinc (Zn)	30
4.5. FACTORES BIOLÓGICOS	30
4.5.1. Macro fauna	30
4.5.2. Micro fauna	30
4.5.3 Plagas y enfermedades	30
4.5.3.1 Collaria scenica	30
5. DISEÑO METODOLÓGICO	32
5.1 LOCALIZACIÓN	32
5.2 MATERIALES Y EQUIPOS	32
5.3 EVALUACIONES GENERALES	32
5.3.1 Variables agronómicas	32
5.3.1.1 Producción de forraje verde (biomasa)	32
5.3.1.2 Índice de área foliar.	32
5.3.1.3 Periodo de recuperación	33
5.3.1.4 Área de corte	33
5.3.2 Variables químicas del suelo	33
5.3.2.1 pH	33
5.3.2.2 Capacidad de Intercambio Catiónico	33
5.3.2.3 Fosforo disponible	33
5.3.2.4 Materia orgánica	33
5.3.2.5 Potasio, Mg, Ca	33
5.3.2.6 Azufre	33
5.3.2.7 Boro	33
5.3.2.8 Hierro y Zinc	33
5.3.3 Variables físicas del suelo	33
5.3.3.1 Textura	33
5.3.3.2 Densidad aparente	33
5.3.3.3 Densidad real	34
5.3.3.4 Capacidad de campo.	34
5.3.3.5 Velocidad de infiltración	34
5.3.3.6 Porosidad total	34
5.3.3.7 Penetrabilidad	34
5.3.4 Variables biológicas del suelo	34
5.3.5 Composición química del pasto	34
5.3.6 Variables climáticas de la zona de estudio	34
5.4 DISEÑO ESTADÍSTICO	35
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	36
6.1 VARIABLES AGRONÓMICAS DEL PASTO	36
6.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO	37
6.2.1 Proteína cruda	37
6.2.2 Carbohidratos estructurales	38
6.2.3 Nutrientes digestibles totales	38
6.3. VARIABLES EDÁFICAS DEL SUELO	40
6.3.1 Variables químicas del suelo	40

6.3.2 Variables físicas del suelo	41
6.4 FACTORES BIOLÓGICOS	42
6.5 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES (ACM)	48
6.6 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)	51
6.7 PLAN DE MANEJO DEL PASTO KIKUYO EN LA ZONA DE LA FLORIDA EN UN RANGO DE ALTURA DE 2000 A 2399 msnm.	60
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
7.1 Conclusiones	61
7.2 Recomendaciones	61
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición química del kikuyo	21
Tabla 2. Biomasa y periodo de recuperación en tres localidades de La Florida	37
Tabla 3. Análisis bromatológico, (%BS)	39
Tabla 4. Propiedades química y física de tres localidades de La Florida.	41
Tabla 5. Densidad de organismos de suelo (ind/m ²).	43
Tabla 6. Medidas de tendencia central y de dispersion.	47
Tabla 7. Analisis de correspondencias multiples (ACM), Histograma de frecuencias para variables categorizadas.	49
Tabla 8. Peso de las variables biológicas con respecto al tipo de suelo.	50
Tabla 9. Histograma de los valores propios, que explican la variabilidad de la correlación	51
Tabla 10. Peso de los tres primeros componentes principales	52
Tabla 11. Peso de las variables de los tres clúster.	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Participación relativa de los organismos del suelo de La Florida.	44
Figura 2. Participación relativa de los organismos del suelo de Cacique bajo.	45
Figura 3. Participación relativa de los organismos del suelo de El Barranco.	46
Figura 4. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas alta producción y calidad del pasto.	53
Figura 5. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas, alto porcentaje de NDT	55
Figura 6. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas, baja producción y calidad del pasto.	57

GLOSARIO

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

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

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC): es la capacidad que tiene el suelo de retener e intercambiar cationes. La fuerza de la carga positiva varia dependiendo del catión permitiendo que un catión remplace a otro en una partícula de suelo cargada negativamente.

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

INFILTRACION: proceso por el cual el agua penetra en el suelo.

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

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN: la resistencia de un suelo a la penetración de un instrumento de sondeo, es índice integrado de la compactación del suelo, contenido de humedad, textura y tipo de mineral de arcilla. Es índice de resistencia del suelo en las condiciones de la medición.

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

INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria en el departamento de Nariño constituye un sector importante dentro de las actividades agrarias, específicamente en los sistemas de alimentación, lo cual ha llevado a incrementar la productividad de las praderas, a través de la implementación de paquetes tecnológicos foráneos con resultados no tan benéficos a largo plazo, ya que ocasionan un deterioro de las condiciones naturales de los suelos del altiplano nariñense y conceptos errados sobre recursos forrajeros locales.

Según censo ganadero Sagan 2012, el Municipio de La Florida cuenta con 461 planteles destinados a la ganadería, representando aproximadamente el 1,12 % de los planteles encontrados en el Departamento de Nariño; un gran porcentaje de dichos productores utiliza forrajes como principal fuente de alimentación en los diversos sistemas pecuarios, pero, debido a la necesidad de incrementar la productividad, se ven obligados a utilizar forrajes foráneos que no están adaptados a las condiciones ambientales que presenta la zona, exigen la utilización de fertilización y labranza más tecnificada, lo cual ocasiona el incremento en los costos de producción y un deterioro del recurso suelo.

Con el objetivo de reducir cultivos transitorios propios de climas templados con modelos productivos foráneos, exigentes en la utilización de insumos químicos que afectan el estado natural del medio ambiente, se pretende utilizar nuevamente pastos naturalizados como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el cual constituye una alternativa, por adaptabilidad y características agronómicas se perfila como un buen recurso alimenticio en los diversos sistemas de producción pecuaria, por tal razón, es necesario rescatar dicho forraje nuevamente como un cultivo promisorio.

De esta forma, es necesario enfocar la investigación en los forrajes naturalizados como el caso del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), se busca determinar los factores físicos, químicos, biológicos y climáticos que intervienen en el desarrollo natural de dicho forraje, con el propósito de establecer factores específicos que orienten a mejorar la calidad nutritiva y producción de biomasa de esta gramínea.

1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

El kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es uno de los forrajes que mayor adaptación presenta a las condiciones edafoclimáticas del Departamento de Nariño, convirtiéndose, de esta forma, en una opción de cultivo, ya que no necesita de gran intervención con agroquímicos para su producción, pero debido a la implementación de paquetes tecnológicos foráneos que incluye la introducción de variedades mejoradas con exigencias en la utilización de insumos, se ha perdido la concepción de que los pastos nativos también tienen grandes bondades productivas.

Cabe resaltar la importancia de buscar la forma de recuperar el daño causado al medio ambiente por el uso de productos químicos, en especial al suelo, que presenta gran deterioro, que a mediano plazo trae consecuencias negativas para los diferentes sistemas agrarios y para la comunidad en general.

De esta forma, la investigación planteada se enfoca hacia la determinación de los factores edáficos y climáticos que intervienen en el desarrollo y productividad de un pasto como el kikuyo, además se pretende rescatar las prácticas ancestrales utilizadas para la producción de forrajes nativos, con el fin de contribuir con la formulación de un paquete tecnológico propio de nuestra región que permita implementarse de manera fácil y económica.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

La disminución de cultivos naturalizados lleva como consecuencia la utilización de pastos y forrajes foráneos, con exigentes sistemas de fertilización y preparación de suelo, que produce un incremento de los insumos agrícolas para su crecimiento, lo cual ocasiona un desequilibrio en el medio ambiente; por esta razón, es evidente la necesidad de recuperar los pastos naturalizados, para llegar a esto es preciso realizar estudios donde se determine los factores que están implicados en la productividad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Lo anterior lleva a formularse la siguiente pregunta.

¿Cuáles son los factores edafoclimáticos que influyen en la productividad del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en un clima de transición en alturas entre 2000 a 2399 msnm en condiciones de no intervención?

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 GENERAL

Determinar los factores climáticos y edáficos que intervienen en la producción y calidad nutritiva del pasto kikuyo, en alturas comprendidas entre 2000 y los 2399 msnm en el Municipio de La Florida (N), en suelos no intervenidos.

3.2 ESPECÍFICOS

Determinar el efecto de condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa, precipitación y luminosidad) sobre la productividad y composición bromatológica del pasto kikuyo, en tres zonas del Municipio de La Florida.

Identificar las características químicas del suelo (pH, CIC, MO, N, P, K, Mg, Ca, Fe) que afectan el crecimiento y calidad del pasto Kikuyo, en tres zonas del Municipio de La Florida (N).

Establecer los factores físicos del suelo (Textura, estructura, topografía, porosidad y densidad) que condicionan el rendimiento y calidad del pasto kikuyo en tres zonas del Municipio de La Florida.

Identificar algunos indicadores biológicos del suelo (macro y meso fauna) que intervienen en la producción y calidad del pasto kikuyo.

Ofrecer un paquete tecnológico sobre el manejo del pasto kikuyo, adecuado en altura comprendida entre 2000 y 2399 msnm, en condiciones de no intervención.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 KIKUYO (*Pennisetum clandestinum*)

4.1.1. Origen. Según Navarrete, “el pasto kikuyo es una gramínea originaria de África Central y Oriental, territorio de la tribu kikuyu, de la cual derivó su nombre”¹.

Piñeros citado por León y Zambrano y menciona que:

Esta gramínea fue introducida en el año 1928 a la Sabana de Bogotá, donde su siembra inicial dio excelentes resultados y en octubre de 1931 se llevó por primera vez al departamento de Boyacá, más precisamente al municipio de Duitama, en el cual se diseminó rápidamente debido a su buena adaptación a diferentes suelos, temperaturas y a su alta producción de forraje².

4.1.2. Clasificación botánica. Evangelista y Porto clasifican botánicamente el Kikuyo de la siguiente forma:

Reino	:	Vegetal
Sub reino	:	Fanerógamas
División	:	Angiospermas
Clase	:	Monocotyledóneas
Orden	:	Gramiales
Familia	:	Gramineae
Género	:	<i>Pennisetum</i>
Especie	:	<i>Clandestinum</i> Hochst ³ .

¹ NAVARRETE, Eduardo. Respuesta del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) a la aplicación de diferentes fuentes y dosis de Nitrógeno. Bogotá, Colombia. 1996, 3p. Trabajo de grado, Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.

² LEON, J y ZAMBRANO, D. Determinación de factores edafoclimáticos que intervienen en la producción y calidad nutritiva del pasto kikuyo (*Pennisetum Clandestinum Hochst*) en condiciones de no intervención en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, 2008, p, 25. Tesis de grado (Zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuaria.

³ EVANGELISTA, Ricardo Y PORTO, Gudesteu. Forragicultura. Lavras, Brasil: Universidad Federal de Lavras (UFLA) 1997. 63p.

4.1.3. Descripción. Para Gispert, “el kikuyo es una especie subtropical perenne que mide de 30 a 40 cm de altura, con hojas estrechas de color verde, suave pilosidad y tallos erectos. Las raíces forman rizomas, son fuertes y están muy desarrolladas, lo que permite la permanencia de las plantas y favorece su extensión”⁴.

Por otra parte, Ospina sostiene que “esta planta tiene crecimiento rastrero mediante rizomas gruesos y suculentos que alcanzan hasta un metro de longitud; sus raíces son profundas, de los nudos de los rizomas se forman pequeñas raíces, que retoñan para ramificarse y formar un césped denso”⁵.

4.1.4. Adaptación. En cuanto a adaptación, Sierra⁶ explica que: El kikuyo es una especie naturalizada, tolerante a sequías cortas pero susceptible a las heladas cuando se trabaja por encima de 2500 msnm, sus requerimientos en cuanto a precipitación anual es de 1800 a 2000 mm, necesita suelos francos bien drenados y de buena fertilidad, su producción de forraje es alta cuando se maneja bien y cuando se utiliza en el punto de cosecha (42 a 49 días de edad).

Dávila y Chaverra manifiestan que “el kikuyo es una de las gramíneas más comunes y más bien adaptadas a la zona de clima frío. En desacuerdo con la creencia popular, no prospera bien en suelos pobres; las producciones óptimas se obtienen en suelos más bien fértiles, tolerante a la sequía, pero susceptible a las heladas. Es de duración perenne”⁷.

Los mismos autores⁸ aseguran que dentro de las limitaciones serias de este pasto figuran su acolchonamiento y la susceptibilidad a las heladas; sin embargo, todo el problema del kikuyo radica en que con él no se aplican prácticas de manejo como escarificación, rotación de potreros, riego.

⁴GISPERT, Carlos et al. Enciclopedia Práctica de Agricultura y Ganadería: fundamentos de la agricultura. Barcelona, España: Océano, s.f. 488 p.

⁵ OSPINA, Julio et al. Enciclopedia agropecuaria: Producción Agrícola 2. Santafé de Bogotá, Colombia: Terranova, 1995. 369 p.

⁶ SIERRA, José . Principales especies de clima frío. Facultad de ciencias agrarias. Universidad de Antioquia. 5.p

⁷ DAVILA , Vicente y CHAVERRA , Hernán. Kikuyo. En: _____.Temas de Orientación Agropecuaria. 3ª ed. Bogotá, Colombia, 1985. 146, p

⁸ Ibíd., p.146

Por su parte, Silva⁹ afirma que esta gramínea tiene características de rusticidad, resistencia al sobrepastoreo, hábito de crecimiento rastrero y estolonífero, con tendencia a formar césped denso que controla la erosión, dichas características han hecho del kikuyo el pasto de mayor cobertura y utilización en los climas fríos.

4.1.5. Siembra. Para Ospina *et al*, “su propagación es vegetativa por medio de la siembra de estolones, cuyo conjunto soportado por el suelo se conoce como cespedón, por el crecimiento rastrero y denso del césped, las malezas no son un problema serio”¹⁰.

Davila y Chaverra¹¹ afirman que la siembra mediante semilla se propaga a través del aparato digestivo de los animales, los que comen un buen número de semillas. Se ha logrado encontrar en un montón de abono orgánico hasta mil plántulas de kikuyo. Las semillas permanecen viables en el suelo por muchos años.

4.1.6. Valor nutritivo. Bernal expresa que “El valor nutritivo de un pasto está determinado por una gran cantidad de factores que interactúan y confluyen para dar como resultado un pasto con determinadas características (tabla 1), entre estos factores se encuentra la genética, manejo y factores externos como el suelo y el clima”¹².

Tabla 1. Composición química del kikuyo como % de materia seca

Edad (días)	Proteína %	DIVM S %	FDN %	FDA %	Hemiacelulosa %	Celulosa %	Lignina %	ED Mcal/Kg
40	11.89	41.59	63.84	36.64	27.20	25.42	7.50	2.10
50	14.63	53.42	65.56	31.78	33.88	24.38	4.90	2.66
60	16.62	79.18	57.48	32.7	24.78	26.76	4.20	3.25

Fuente (Bernal, Javier 1994).

DIVMS: Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca

FDN: Fibra Detergente Neutro

FDA: Fibra Detergente ácido ED: Energía Digestible

⁹ SILVA, José. Manual de pastos y forrajes. Instituto Colombiano Agropecuario. San Juan de Pasto. 2001. 75 p.

¹⁰ OSPINA *et al*. Op. cit., 369 p.

¹¹ DÁVILA Y CHAVERRA. Op. Cit., p. 147.

¹² BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. 3ª ed. Bogotá, Colombia: Buda, 1994. 89 p.

4.1.7. Manejo. Para Dávila y Chaverra, “el kikuyo resiste el pastoreo continuo, debido a su habito de crecimiento, ya que las reservas de alimento, para formar una nueva área foliar, son almacenados en estolones y en los rizomas a los cuales no tiene acceso el ganado”¹³.

Torres menciona que aunque “el kikuyo tolera el pastoreo continuo, se recomienda manejarlo en forma rotacional, especialmente en asocio con tréboles, con periodos de descanso de entre seis (6) y ocho (8) semanas y una altura de de 10 a 12 cm. Con aplicación de riego y fertilización adecuada se han obtenido cargas de 4 animales / ha”¹⁴.

Bernal¹⁵ afirma que si al kikuyo no se le brinda un manejo adecuado en cuanto a pastoreo, puede existir una invasión de arvenses especialmente “lengua de vaca”. Un adecuado manejo de las praderas disminuye la población de plantas no deseadas.

4.1.8. Fertilización. Dávila, Villamizar y Bernal afirman que:

La fertilización del Kikuyo en cultivo puro, sin leguminosas asociadas, responde bien a la aplicación de N y en algunos casos se ha logrado duplicar la producción con la aplicación de 50 Kg/Ha (aproximadamente dos bultos de Urea por hectárea). Cuando se encuentra sembrado en mezcla con tréboles y éstos constituyen más del 30 por ciento de la mezcla, no se justifica la aplicación de N. En suelos bajos en P y K se han obtenido buenas respuestas al aplicar anualmente entre 50 y 75 Kg/Ha de P₂O₅ (300 a 500 Kg/Ha de K₂O) y (80 a 90 Kg/Ha de cloruro de potasio).¹⁶

Los mismos autores agregan que:

Cuando el pasto se establece después de un cultivo que ha sido abonado adecuadamente, se puede aumentar una buena producción durante dos o tres años sin fertilizar, siempre que se cuente con humedad adecuada. Con la aplicación de agua adicional, es posible mantener una producción alta en las épocas secas, especialmente cuando se fertiliza. Cuando se aplica riego, el riego debe aplicarse cada 10 días aproximadamente.¹⁷

¹³ DÁVILA Y CHAVERRA. Op. Cit.,p. 147

¹⁴TORRES, Clara. Manual Agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. V1. Biblioteca del Campo. Santafé de Bogotá. 2002. 863 p.

¹⁵ BERNAL. Op cit., p.

¹⁶ Davila, F. Villamizar y J. Bernal. El Cultivo de los Pastos en la Sabana de Bogota. ICA... Cursillo Sobre Manejo de Praderas y Cultivos de Pastos en Clima Frío. Sociedad de Agricultores de Colombia, SAC. Colombia: 1967. 23 p.

¹⁷ Ibid., p. 32.

4.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD Y NUTRICIÓN DEL KIKUYO (*Pennisetum Clandestinum*)

Bernal, Villamizar y Lotero¹⁸ manifiestan que en el caso del 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 bióticos.

4.2.1 Factores climáticos.

4.2.1.1 Temperatura. Bernal, Villamizar y Lotero afirman que “Las reacciones bioquímicas que ocurren en la planta y de las cuales depende la producción de materia seca están afectadas como cualquier otra reacción química, por la temperatura ambiental. Se ha demostrado que la temperatura afecta los procesos de fotosíntesis, respiración, transpiración absorción de agua y nutrientes, actividad de las enzimas, coagulación de las proteínas, etc”¹⁹.

Para Mila:

La temperatura óptima es diferente para las distintas especies y las partes de la planta, por ejemplo se requiere una mayor temperatura para la fase de floración y producción de semilla, el crecimiento radicular y desarrollo vegetativo es normal a temperaturas más bajas. Las temperaturas altas ocasionan lignificación o envejecimiento prematuro de los pastos ya que aumenta la concentración de carbohidratos insolubles (celulosa) y disminuye el contenido de azúcares solubles (polímeros de la glucosa). Y las temperaturas bajas se han relacionado últimamente con las heladas, es decir, formación de cristales de hielo dentro de los tejidos y posterior deshidratación celular ocasionando un daño mecánico del protoplasma; por otra parte, la proteína se coagula y se precipita²⁰.

4.2.1.2 Luminosidad. Según Mila, “la luz tiene tres factores a considerar: Intensidad, calidad y duración. En general, las especies forrajeras crecen bien cuando la luz incidente es la totalidad del espectro solar; bajo condiciones de luz infrarroja crecen continuamente, en cambio las especies que reciben solamente luz ultravioleta detienen su crecimiento y pueden

¹⁸ BERNAL E; VILLAMIZAR R Y LOTERO C. Factores ecológicos en la producción de forrajes. En: CAMACHO RUIZ, Rubén et al. Establecimiento y manejo de pastos y forrajes. 3ª ed. Bogotá, Colombia : temas de orientación agropecuaria, 1985. 23 P.

¹⁹ Ibíd., p 23.

²⁰ MILA, Alberto. Suelos, pastos y forrajes: Relación suelo – planta. Bogota, Colombia: UNAD, 2002. 89 p

morir, la duración de luz tiene que ver con el desarrollo vegetativo y la floración”²¹.

4.2.1.3 Precipitación. Gispert afirma que “el agua en las plantas, como en todo ser vivo, forma parte de la estructura química de complejas moléculas de proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales”²².

Bernal argumenta que:

El agua es uno de los factores más importantes dentro del desarrollo de los forrajes debido a que constituye el solvente del protoplasma, participa en muchas reacciones bioquímicas (fotosíntesis), actúa en la planta como elemento estructural para formar el armazón estructural, participa en la absorción y en el transporte de nutrimentos dentro de la planta y por último las plantas contienen un 80 % de agua²³.

Ospina Machado *et al* mencionan que “la precipitación constituye una medida indirecta de la cantidad de agua disponible para las plantas. Su cantidad y distribución a través del año, sobre todo en la época de mayor evaporación, es fundamental para lograr altos rendimientos”²⁴.

4.2.1.4 Humedad. Mila manifiesta que “el régimen de humedad es un factor que interviene directamente en la distribución de las especies vegetales sobre el ecosistema, en regiones de alta lluviosidad la variedad de especies botánicas es inmensa y la riqueza de flora permite identificar miles de especies de distintos géneros y familias”²⁵.

El mismo autor complementa que:

Un exceso de humedad en el suelo puede afectar las raíces por falta de oxígeno y marchitar las plantas, 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 humedad el intercambio gaseoso es adverso y la planta se amarilla y puede eventualmente morir. En una atmósfera seca o con déficit de agua hay exceso de transpiración, detención de la fotosíntesis y cierre de estomas, en caso de deshidratación la proteína se hidroliza presentándose una alta

²¹ Ibid. p. 88.

²² GISPERT. Op. Cit., p. 41.

²³ BERNAL. Op cit., 83

²⁴ OSPINA MACHADO, Julio et al. . Op cit., 369 p.

²⁵ MILA, P. Op. Cit., p. 89.

concentración de aminoácidos perjudicial para el desarrollo fisiológico de las plantas²⁶.

Para Leon y Zambrano²⁷ Una humedad relativa entre 85 a 90 % genera un periodo de recuperación corto, ya que el agua es determinante en la actividad fotosintética, su presencia disminuye el periodo de recuperación por el mayor crecimiento y desarrollo de la planta.

4.3 FACTORES FÍSICOS DEL SUELO

Según Ospina Machado *et al* “el suelo es un cuerpo poroso, que mezcla partículas orgánicas e inorgánicas, en mayor o menor grado de desintegración, agua y aire en proporciones variables. La interacción de estos componentes le dan características de textura, estructura, consistencia, porosidad, drenaje y profundidad efectiva”²⁸.

4.3.1 Textura. Para Gispert, “la textura es un concepto que expresa la composición granulométrica (disposición de los componentes minerales según el tamaño de partículas) del suelo. Es una propiedad física muy importante para la agricultura ya que condiciona el comportamiento del suelo en cuanto a aireación, drenaje, capacidad de retención de agua y facilidad de laboreo”²⁹.

Mila expresa que:

Los suelos livianos son aquellos que por su contenido relativamente alto de arena presentan facilidad al laboreo, pero susceptibles a la erosión. Los suelos medianos generalmente son de textura franca o sea poseen proporciones iguales de arena, limo y arcilla, son desde el punto de vista productivo, los mejores suelos para la mayoría de cultivos. Los pesados son aquellos con alto contenido de arcilla, son plásticos y de consistencia pegajosa cuando están húmedos y duros, difícil de laborear y preparar cuando están secos. Son suelos más resistentes a la erosión y generalmente tienen mayor fertilidad que los suelos livianos³⁰.

²⁶ MILA, P. Op. Cit., p. 89.

²⁷ LEON. J Y ZAMBRANO. D. Op. Cit., p 71.

²⁸ OSPINA. Op cit., p 96.

²⁹ GISPERT, Op. Cit., p. 56.

³⁰ MILA. Op. Cit., p. 14.

4.3.2 Estructura. De acuerdo con Mila, “la estructura más deseable es la granular y blocosa que se forma en suelos con alto contenido de materia orgánica”³¹.

Bernal, Villamizar y Lotero³² manifiestan que la estructura es importante ya que tiene influencia directa con la erosión, la aireación, en la capacidad de retención del aire y del agua, y en la facilidad de laboreo.

4.3.3 Porosidad. Mila³³ afirma que la porosidad ayuda en la retención y el movimiento del agua en el perfil del suelo; la aireación y el transporte de oxígeno al sistema radicular de las plantas garantizan la facilidad con que las raíces pueden anclar y sostenerse en el suelo y permitir así la rápida absorción de los nutrientes de la fase solución del suelo.

Legarda afirma que: “En los suelos de Nariño existe una correlación positiva entre el porcentaje de porosidad y el contenido de materia orgánica. Este resultado está en concordancia con la teoría expuesta por varios investigadores por cuanto al aumentar la materia orgánica, se incrementa la porosidad, como consecuencia de la densidad aparente”³⁴.

4.3.4 Densidad Aparente y real. Mila define a la densidad aparente como “la cantidad de suelo seco en estado natural en un volumen determinado del mismo. Y la densidad real está definida como el peso de un volumen dado de partículas sólidas”³⁵.

Rosas indica que: “la densidad aparente es la relación existente entre el peso y el volumen de un suelo, se prefiere una densidad aparente cercana a 1.2 ó 1.3 gr/cc, ya que un valor alto es un índice del grado de compactación del suelo, y por lo tanto de la dificultad para la penetración y desarrollo del sistema radicular”³⁶.

4.4 FACTORES QUÍMICOS DEL SUELO

4.4.1 pH. Para Mila “el pH afecta la solubilidad de los elementos nutrientes, esto ha hecho que en el diagnóstico de la fertilidad de un suelo, el pH sea

³¹ Ibit., p 14.

³² BERNAL, VILLAMIZAR Y LOTERO. Op. Cit., p. 30.

³³ MILA, J Op. Cit., p. 16.

³⁴ LEGARDA, Lucio. Propiedades físicas y la productividad del suelo. En: Diagnostico, fertilidad e interpretación de análisis de suelos. Pasto: Monómeros Colombo-Venezolanos S.A., 1988. p. 86.

³⁵ MILA, J. Op Cit P 16.

³⁶ ROSAS, Antonio. Agricultura orgánica práctica: alternativas tecnológicas para la agricultura del futuro. Bogotá: Arístides Gómez, 2002. p. 57.

una determinación importante; en términos generales un pH de 5 a 7 es el óptimo para la mayoría de cultivos”³⁷.

Viveros afirma que: “el estudio de la relación del suelo tiene importancia debido a que incide directamente en la solubilidad y asequibilidad de los elementos esenciales para la planta”³⁸.

4.4.2 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Bernal, Villamizar y Lotero manifiestan que “a mayor capacidad de intercambio, mayor potencial de fertilidad del suelo”³⁹.

Mila expresa que “el primer fenómeno biológico importante es la fotosíntesis, el segundo vital para el desarrollo vegetal es el Intercambio Catiónico y su importancia nace de que la CIC del suelo constituye para la planta, reserva inmediata de nutrientes; la producción vegetal depende de los nutrimentos cambiables que pasan a la solución del suelo y alimentan la planta; la CIC controla pérdidas de nutrientes por lavado debido a la fuerza de retención de las arcillas”⁴⁰.

4.4.3 Materia orgánica. Torres⁴¹ afirma que la materia orgánica tiene gran influencia sobre algunas propiedades del suelo tales como: estructura, porosidad, retención del agua, retención de cationes intercambiables, población de microorganismos y fijación de fósforo, además es una fuente de nutrientes disponibles para el suelo; por lo tanto, posee una fracción indispensable para la fertilidad.

4.4.4 Nitrógeno (N). Para Torres “El nitrógeno es fundamental para formar los órganos vegetativos y reproducción de las plantas, fomenta el crecimiento rápido y aumenta el contenido de proteínas; sin el nitrógeno no se puede concebir la vida vegetal”⁴².

Lascano y Spain afirman: “La estructura y el contenido de humedad del suelo parece ser las características físicas fundamentales de éste en su relación con los procesos de germinación, emergencia, penetración y crecimiento radicular”⁴³.

³⁷ *Ibíd.*, P. 32.

³⁸ VIVEROS, Miguel. Fertilidad de suelos. En: *Diagnostico, fertilidad e interpretación de análisis de suelos*. Pasto: Monómeros Colombo-Venezolanos S.A., 1988. p. 115.

³⁹ BERNAL, VILLAMIZAR Y LOTERO. *Op. Cit.*, p. 32.

⁴⁰ MILA. *Op. Cit.*, p.31.

⁴¹ TORRES. *Op. Cit.*, P. 29.

⁴² *Ibid*, p 38

⁴³ LASCANO, Carlos y SPAIN, James. *Establecimiento y Renovación de Pasturas*. Cali: CIAT, 1997. 212p.

Según Gispert⁴⁴, El nitrógeno presente en el suelo permite evaluar la fertilidad del suelo en este nutriente y, por otra, para estimar las características biológicas del suelo a través de la relación carbono: nitrógeno.

4.4.5 Fósforo (P). Torres⁴⁵ aporta diciendo que el fósforo disponible es utilizado por las plantas para la producción de energía, el buen crecimiento de las mismas favorece la formación de raíces fuertes y abundantes; contribuye a la formación y maduración de las frutas, y es indispensable en la formación de semilla.

Según Jojoa y Silva “el fósforo actúa con un efecto favorable sobre la producción de biomasa. Posiblemente esto se debió a que este elemento promovió el desarrollo del sistema radicular en la planta y desempeñó un papel importante en la respiración, almacenamiento y transferencia de energía”⁴⁶.

4.4.6 Potasio (K). Mila “expresa que el potasio otorga resistencia mecánica a las plantas, forma tejidos consistentes que toleran mejor el ataque de patógenos o insectos, plagas, participa en la absorción y concentración de algunos nutrientes como N, P, Mg, S, Si, Fe”⁴⁷.

Con respecto al potasio, Torres dice que “el potasio ayuda a la planta a regular su contenido de agua y la hace más resistente a la sequía”⁴⁸.

4.4.7 Calcio (Ca). Para Torres, “el calcio es un nutriente escaso en los suelos ácidos. Ayuda al crecimiento de la raíz y del tallo y permite que la planta tome del suelo todos los nutrientes de una manera fácil”⁴⁹.

Acerca del calcio, Mila manifiesta que:

Forma parte de la pared celular, participa en la reducción de los nitratos y en el metabolismo y traslocación de aminoácidos y carbohidratos, actúa en la formación de las membranas y de las mitocondrias y estabiliza la actividad de los cromosomas. La carencia de calcio en las plantas se manifiesta por

⁴⁴ GISPERT. Op. Cit., p 67.

⁴⁵ TORRES. Op. Cit., p 40.

⁴⁶ JOJOA, L y SILVA, J. Determinación de factores edafoclimáticos que afectan la productividad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* H) en condiciones naturales en la zona rural del municipio de Ipiales y el municipio de Aldana, Departamento de Nariño. Pasto, 2009, p, 58. Tesis de grado (Zootecnista) universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

⁴⁷ MILA. Op. Cit., p. 22.

⁴⁸ TORRES. C. Op. Cit., 41 p.

⁴⁹ Ibid, 42 p.

obscurecimiento de las márgenes de las hojas más jóvenes y la detención del crecimiento. Se reduce el desarrollo radicular y bajo la formación de semillas y frutos⁵⁰.

En cuanto al calcio León y Zambrano⁵¹ aseguran que afecta directamente a la producción de biomasa fresca ya que permite que la planta tome con más facilidad los nutrientes del suelo; además, es un constituyente de la pared celular, fortaleciendo la estructura de la planta, y de este modo aumenta su calidad y producción de biomasa.

4.4.8 Azufre (S). Bernal expresa que “El azufre es constituyente de los aminoácidos azufrados, está involucrado en la síntesis de vitaminas, biotina, tiamina y coenzima A. Si existen deficiencias de azufre, las hojas más jóvenes se tornan amarillo verdosas o cloróticas de manera uniforme, el crecimiento de los tallos se restringe y se vuelven ásperos, leñosos y delgados”⁵².

Leon y Zambrano afirman que “el azufre disponible fue el nutriente de gran importancia en la producción, este elemento tiene una influencia directa en la producción de biomasa fresca, es decir, que a medida que aumenta su disponibilidad en el suelo, habrá mayor crecimiento de la planta, porque probablemente favorece a la síntesis de proteínas⁵³”.

4.4.9 Magnesio (Mg). Para Torres⁵⁴, es el principal elemento que conforma la clorofila, el aporte de magnesio en las plantas es fundamental para la fotosíntesis y para el color verde a las hojas.

Mila afirma que “el magnesio activa varios sistemas enzimáticos en las rutas metabólicas de la planta involucrando la respiración, fotosíntesis, transformación de lípidos. La deficiencia de este nutriente se manifiesta en las hojas viejas, en general se inicia una clorosis y posterior necrosis de los tejidos vegetales”⁵⁵.

4.4.10 Hierro. Bernal⁵⁶ manifiesta que el hierro es necesario para la síntesis y mantenimiento de la clorofila en las plantas; cuando hay deficiencia en las hojas jóvenes, se observa que la punta y las márgenes de las hojas

⁵⁰ MILA, P. A. Op. Cit., p. 23.

⁵¹ LEON Y ZAMBRANO. Op. Cit., p. 68.

⁵² BERNAL, J. Op. Cit., p. 82.

⁵³ LEON J y ZAMBRANO D. Op. Cit., p.66.

⁵⁴ TORRES. C. Op. Cit., 43 p.

⁵⁵ MILA, P. A. Op. Cit., p. 23.

⁵⁶ BERNAL, J. Op. Cit., p. 83.

conservan su color verde por más tiempo, en casos severos, la hoja entera se puede tornar blanca.

4.4.11 Boro (B). Ortega menciona que “el boro es indispensable para las plantas, actúa principalmente como catalizador en la síntesis de elementos que intervienen en la formación de la pared celular; además actúa en la germinación del polen, formación de raíces, flores y frutos”⁵⁷.

4.4.12 Zinc (Zn). Para Lascano y Spain “El Zn se considera el más limitante para el establecimiento de gramíneas y leguminosas forrajeras tolerantes a la acidez. Sus deficiencias son particularmente agudas en suelos arenosos cuyo contenido de materia orgánica es bajo”⁵⁸.

4.5. FACTORES BIOLÓGICOS

4.5.1 Macro fauna. De acuerdo con Velarde⁵⁹, la macrofauna está formada por pequeños insectos y animales superiores, sobre todo por gusanos de pequeño tamaño (1cm como máximo), y las lombrices de tierra propiamente dicha. Estos últimos animales se alimentan de residuos vegetales, sobre todo restos de raíces más o menos descompuestas, lo cual permite que la materia orgánica sea descompuesta con mayor facilidad.

4.5.2 Micro fauna. Para Velarde⁶⁰, comprende esencialmente protozoarios (amebas) y organismos mayores (nematodos, ácaros, colémbolos), que intervienen en la transformación de la materia orgánica ya atacada por los organismos mayores.

4.5.3. Plagas y enfermedades.

4.5.3.1 Collaria scenica. La chinche de los pastos (*Collaria scenica* Stal) es una plaga del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) que causa alrededor de un 25% de pérdidas en el ingreso de los ganaderos en la Sabana de Bogotá.

El manejo integrado de la plaga requiere un cambio en los esquemas de uso de las praderas según las recomendaciones de los investigadores (Roncancio 1997, Martínez *et al*, 1998). El nivel de aceptación y adopción aún no se ha evaluado. La aplicación de productos químicos es una alternativa que, aunque ayuda a reducir la población de la plaga, deja residuos en el pasto del cual se alimenta el ganado. Se

⁵⁷ORTEGA, J. Apuntes generales sobre clasificación, ph, enclamiento, dinámica de elementos nutritivos y fertilización de suelos. Pasto: Universidad de Nariño.1979.p.119.

⁵⁸ LASCANO, y SPAIN. Op cit., 212p

⁵⁹ VELARDE, Aubert. Suelo y fertilización o fruticultura. 2ª edición. Madrid: Mundi-prensa, 1974. p. 131.

⁶⁰ VELARDE, A. Op. Cit., p. 131.

ha demostrado que la leche que se produce bajo tales condiciones contiene residuos de productos químicos tóxicos por encima de los niveles permitidos para el consumo humano (Santacruz y Torrado, 1996). Se requiere que los lotes tratados químicamente tengan, por tanto, un tiempo de descanso suficiente para su recuperación, lo cual queda a conciencia de los productores.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en el municipio de La Florida (Nariño), ubicado a 24 km de la ciudad de Pasto, con temperatura promedio de 17°C, altitud promedio de 2077 msnm, precipitación de 1250 mm. En tres localidades del Municipio de La Florida ubicados en: El Barranco, Casco Urbano y Cacique Bajo.

5.2 MATERIALES Y EQUIPOS

Para la obtención de los datos de factores ambientales se utilizaron los siguientes equipos:

Termómetro
Luxómetro Extech modelo EA30
Penetrógrafo de pistón marca Eijkelkamp
Juego de anillos infiltrómetros
Altimetro
Palas
Bolsas plásticas
Picas
Balanzas
Cuadrante para aforo de 1 x 1 m

5.3 EVALUACIONES GENERALES

Para las variables productivas se procedió a identificar áreas homogéneas, caracterizadas por tener una excelente producción de forraje y no haber sido intervenidas, en cada una de estas se tomaron 9 muestras, para lo cual se tuvo en cuenta su altura, color y productividad, con el fin de realizar los diferentes análisis que se nombran a continuación:

5.3.1 Variables agronómicas

5.3.1.1 Producción de forraje verde (biomasa): para la cantidad de forraje verde por hectárea y periodo de recuperación, se determinó tomando muestras de pasto con un corte de 10 – 15 cm del suelo al inicio del ensayo.

5.3.1.2 Índice de área foliar. El porcentaje de cobertura foliar del pasto kikuyo se determinó tras la medición de las hojas que cubren el cuadrante de 1 metro cuadrado de superficie.

5.3.1.3 Periodo de recuperación. Se encontró en las tres localidades periodos de recuperación promedio de 39,33 días en la Florida, 36 días en Cacique bajo y 38,33 días para el Barranco, realizando las tomas de las muestras o cortes después de observar el crecimiento y una altura entre 60 a 70 cm del suelo.

5.3.1.4 Área de corte. Se determinó un área de un cuadrante de 1 metro de ancho por 1 metro de largo para la toma de todas las muestras en todas las localidades estudiadas.

5.3.2 Variables químicas del suelo

5.3.2.1 pH: determinación por método potenciométrico, relación suelo: agua, 1:1

5.3.2.2 Capacidad de Intercambio Catiónico: determinación por acetato de amonio 1Normal a pH neutro.

5.3.2.3 Fosforo disponible: determinación por método de Bray y Kurtz, #2, extracción con NH₃, F y HCL y determinación calorimétrica.

5.3.2.4 Materia orgánica: determinación por método de Walkey y Black. Oxidación con dicromato de potasio y determinación calorimétrica.

5.3.2.5 Potasio, Mg, Ca: determinación por método de extracción de acetato de aluminio 1Normal, a pH 7 y determinación por absorción atómica.

5.3.2.6 Azufre: extracción con fosfato de Ca, monobásico y determinación por turbidimétrica.

5.3.2.7 Boro: determinación por método de agua caliente y determinación calorimétrica.

5.3.2.8 Hierro y Zinc: extracción con DTPA (dietilen- triamino- pentaacético sódico) solución de Lind Sayd y Norvell y determinación por absorción atómica.

5.3.3 Variables físicas del suelo:

5.3.3.1 Textura: determinación por el método del hidrómetro de Boyoucos.

5.3.3.2 Densidad aparente: se determino por el método de la probeta

5.3.3.3 Densidad real: picnómetro.

5.3.3.4 Capacidad de campo: Método de columna de Chapingo.

5.3.3.5 Velocidad de infiltración: anillos infiltrómetros.

5.3.3.6 Porosidad total: esta característica se determino con base en las densidades real y aparente. $P (\%) = 100(1 - D_a/D_r)$

5.3.3.7 Penetrabilidad se midió con el penetrógrafo.

5.3.4 Variables biológicas del suelo. Para la caracterización biológica se siguió la metodología propuesta por UNIGARRO, A, Estimación de la población de macro invertebrados en el suelo (distribución vertical), (2006) en lo referente a meso y macro fauna de los suelos

5.3.5 Composición química del pasto. Materia seca, humedad, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno se determinó por el análisis proximal o Wendee.

Nitrógeno total, proteína verdadera, por Kjeldahl.

La fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), Hemicelulosa, Celulosa y Lignina por Van Soest.

Minerales: Ca, P, Mg y S, de acuerdo a los procedimientos descritos por AOAC (Asociation Official Chemists) 1995.

El porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT) se determinó aplicando la siguiente formula:

$$\%NDT = \frac{(0.0504(\%PC) + 0.077(\%EE) + 0.02(\%FC) + 0.011(\%ENN) + 0.000377(ENN)^2 - 0.152)}{4.38} * 100$$

5.3.6 Variables climáticas de la zona de estudio. Temperatura, humedad relativa y precipitación: se tomó de los reportados por el IDEAM en un periodo comprendido entre los años de 2002 – 2008, La altitud y luminosidad: se tomaron a través de la medición con el luxómetro y altímetro.

5.4 DISEÑO ESTADISTICO

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 (ACP), tiene como objetivo principal hacer un seguimiento a las medidas numéricas de diferentes variables en un espacio de pocas dimensiones donde los sentidos puedan percibir relaciones que de otra manera permanecerían ocultas en dimensiones superiores; dicha representación debe ser tal que al desechar dimensiones superiores la pérdida de información sea mínima⁶¹.

Para dicho análisis se tomaron las variables que tengan un Coeficiente de Variación (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.

Las variables cuantitativas eliminadas antes del análisis por su baja variabilidad y por estar altamente correlacionadas fueron: periodo de recuperación, materia seca, ceniza, extracto etéreo, FDA, fibra cruda, proteína cruda, ENN, FDN, lignina, celulosa, hemicelulosa, calcio, fósforo, magnesio, nitrógeno total del pasto, porosidad, precipitación, densidad real y aparente, carbono orgánico, hierro, calcio, boro, nitrógeno total, aluminio del suelo.

Posteriormente, se construyeron clúster o grupos; en los grupos que presentaron los mayores valores de biomasa, se observó cuáles variables se encontraban incluidas como a portantes y con ellas se efectuó el análisis que permitió explicar de manera satisfactoria la respuesta.

⁶¹ CLAVIJO, José. Estudio Bio-ecológico de los vectores de la enfermedad de Chagas en el municipio de Coyaima – Tolima. Tesis de grado en Biología. Universidad del Tolima, Ibagué. 1999.

6. PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

6.1 VARIABLES AGRONOMICAS DEL PASTO

La producción de biomasa fresca en cada localidad no presentó diferencias estadísticas significativas ($p \pm 0.33$) dando como resultado valores de 3.89, 3.35, 3.27 kg/m² en La Florida (casco urbano), Cacique Bajo, El Barranco, respectivamente como se indica en la Tabla 2.

Lo que significa que en general la producción fue similar en cada localidad, mostrando una producción satisfactoria para cualquier programa pecuario, pero tal vez el clima ni el suelo le están brindando las condiciones propicias para que el pasto exprese todo su potencial forrajero ya que en climas fríos su producción es mas alta, como afirman León y Zambrano⁶² donde la producción forrajera en el municipio de Pasto fue de 6,81 ton MS/ha a una temperatura que oscila entre el 8 y 12°C, del mismo modo Jojoa y Silva⁶³ determinaron que una temperatura de 10°C propicia una adecuada producción de biomasa (de 8.5 a 9.3 ton MS/ha).

Por otra parte, el periodo de recuperación no presentó diferencias estadísticas significativas ($P \pm 1.7$) en las diferentes localidades, cuyos resultados fueron de 39.33, 36, 38.33 días en La Florida (casco urbano), Cacique Bajo, El Barranco, respectivamente (ver Tabla 2).

Este resultado se considera adecuado para el kikuyo teniendo en cuenta que al pasto no se le realizó ninguna intervención, y obtuvo un periodo de recuperación similar a suelos con aplicación de riego, como lo afirman Mera y Ruales citado por Jojoa y Silva⁶⁴, donde el kikuyo tiene un tiempo de recuperación de 35 a 40 días con aplicación de riego, mientras que durante el verano varía entre 60 y 75 días. Además, en trabajos realizados por la universidad de Nariño en el departamento se encontró que periodos de recuperación que oscilan entre 40 a 50 días en invierno, representan una buena disponibilidad de nutrientes del suelo aprovechado por la planta.

⁶² LEON, J y ZAMBRANO, D. Op cit, p, 25.

⁶³ JOJOA, L y SILVA, J.Op. Cit, p, 47.

⁶⁴ Ibid.

Tabla 2. Biomasa y periodo de recuperación en tres localidades de La Florida en (Kg / m²)

LUGARES		PROM. PR (días)	PROM. BIO (kg/m ²)
FLORIDA (F)	F1	36	3,4
	F2	38	3,76
	F3	43	4,2
		39,33	3,89
CACIQUE BAJO (CB)	CB1	38	3,26
	CB2	36,3	3,6
	CB3	34,6	3,2
EL BARRANCO (B)		36	3,35
	B1	35,3	3,16
	B2	41,33	3,43
	B3	40,66	3,16
	38,33	3,27	

PR: Periodo de recuperación (días)
BIO: Producción de biomasa (kg/m²)

6.2. COMPOSICION QUIMICA DEL PASTO

6.2.1 Proteína cruda. Como se muestra en la Tabla 3 esta variable no presentó diferencias significativas (± 1.07) entre las tres zonas de estudio, donde se obtuvo 22.32, 20.85 y 20.23 % en La Florida (casco urbano), Cacique Bajo, El Barranco, respectivamente; en este punto cabe resaltar que existió una diferencia de 6.37 % entre la proteína cruda y la verdadera, es decir que el animal aprovechará en gran parte la proteína aportada por el pasto kikuyo.

Los resultados encontrados se consideran altos, como producto de un corte a una edad temprana, donde se supone que el pasto presenta el mayor contenido de proteína; en este sentido Pirela, sostiene que: "el contenido proteico en gramíneas tropicales es relativamente alto en los estadios iniciales de crecimiento, para luego caer marcadamente hasta antes de la floración".

Además en investigaciones similares realizadas por Zambrano y León⁶⁵ con el pasto kikuyo en la zona lechera de Nariño, se reportaron valores superiores al 21.77% de proteína cruda y 16,66% de proteína verdadera, como se encontró en esta investigación, llegando a la conclusión que este pasto es rico en proteína.

6.2.2 Carbohidratos estructurales. Los niveles de carbohidratos estructurales fueron altos (± 3.05) como es el caso de la fibra detergente neutro (FDN) donde se obtuvo valores de 64.80% para casco urbano 62.69% cacique bajo y 58.78% para barranco, (ver Tabla 2).

Los altos contenidos de carbohidratos estructurales se deben posiblemente a los niveles elevados de precipitación pluvial, a la fertilidad del suelo y a la temperatura del lugar, lo que corrobora lo afirmado por Bernal⁶⁶ según el cual sostiene que estos porcentajes pueden variar significativamente de acuerdo a la época del corte, estación del año, fertilización y fertilidad de los suelos.

Comparando con investigaciones similares realizadas por Jojoa y Silva , se encontraron valores muy semejantes a este trabajo donde en promedio existió 62,79% de FDN, llegando a la conclusión que estos resultados obedecieron a la edad del pasto, la influencia directa de fertilidad del suelo, distribución uniforme de la precipitación pluvial, estado de crecimiento del pasto y condiciones ambientales

6.2.3 Nutrientes digestibles totales. En la Tabla 3, el pasto obtuvo un valor de NDT de 66.22, 64.48 y 65.07 % sin diferencias significativas (+ 0.88) para el casco urbano, Cacique Bajo, El Barranco, respectivamente. Estos resultados se consideran altos de acuerdo a lo reportado por el ICA⁶⁷.

Este nivel de energía se debe primero por que el pasto se caracteriza por ser fuente energética, además por tener un alto contenido de reservas de nitrógeno en el suelo que sean aprovechadas en su totalidad por el pasto; en

⁶⁵ LEON, J y ZAMBRANO, D. Op cit, p, 49.

⁶⁶ BERNAL, J, 3ª edición. Op. Cit., p.174

⁶⁷ INSTITUTO AGROPECUARIO DE COLOMBIA (ICA). Programa de pastos y forrajes. 1994, p. 3.

⁶⁸ JOJOA, L y SILVA, J.Op. Cit, p, 47.

Tabla 3. Análisis bromatológico, (%BS)

	LA FLORIDA X	CACIQUE BAJO X	EL BARRANCO X
MS	12,28	13,74	14,30
CENIZA	12,73	13,66	13,54
EE	2,42	1,94	2,58
FC	29,49	29,32	28,28
PROT	22,32	20,85	20,23
ENN	33,04	34,23	35,38
FDN	64,80	62,69	58,78
FDA	31,56	37,11	37,28
LIGNINA	6,36	11,10	10,49
CELULOSA	25,20	26,01	26,79
HEMICEL	33,23	25,58	21,50
CALCIO	0,29	0,22	0,25
FOSFORO	0,45	0,29	0,38
MAGNESIO	0,25	0,22	0,27
AZUFRE	0,21	0,21	0,26
N TOTAL	3,57	3,34	3,24
PROT			
VERD	16,30	13,56	14,42
NDT	66,22	64,48	65,07

En este sentido, Benítez, afirma que: "El nitrógeno presente en el suelo puede mejorar sustancialmente los niveles energéticos del mismo por el incremento en los extractos libres de nitrógeno, que se constituyen como reservas potenciales de energía para la planta"⁶⁸.

Además, este porcentaje de NDT es muy similar a la investigación realizada por Jojoa y Silva quienes encontraron un promedio de NDT de 66%, lo que para ellos concluyo que pudo deberse a una buena reserva de nutrientes, principalmente altos contenidos de nitrógeno en los suelos, que le permitió a la planta tener mejor reservas de carbohidratos solubles⁶⁹.

⁶⁸ BENITEZ, C. Los pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 1983. p. 676.

⁶⁹ JOJOA, Luis y SILVA, Alvaro. Op. Cit., p:54.

6.3 VARIABLES EDAFICAS

6.3.1 variables químicas del suelo. Se encontró un pH de 6.37, 4.53 y 5.33 en promedio para La Florida, Cacique bajo y El Barranco, respectivamente, como se indica en la Tabla 4, es decir que el pH para una buena producción de biomasa y calidad del pasto se encuentra en la localidad de La Florida con un pH de 6.37, de este modo la variable sugiere suelos ligeramente ácidos condición que propicia el desarrollo del pasto kikuyo, además, los suelos del municipio de La Florida se identifican por ser suelos ácidos debido a su derivación de cenizas volcánicas.

Para León y Zambrano, un suelo ligeramente ácido complementado con las condiciones edafoclimáticas propicias tienen como producto un excelente crecimiento y desarrollo del pasto kikuyo⁷⁰.

En cuanto a la materia orgánica se obtuvo valores de 11.47%, 13.93% y 12.53% en La Florida (casco urbano), Cacique Bajo, El Barranco, respectivamente (ver Tabla 4); lo que representa un contenido alto de materia orgánica presente en el suelo sin diferencias estadísticas (± 1.2) entre los lugares de estudio.

Además, existe una relación de Carbono-Nitrógeno del 15%, este resultado permite determinar que el suelo tiene una fácil descomposición, como lo afirma Garavito, donde explica que la relación obtenida habla de “plantas mejorantes” que generalmente se encuentran en suelos con descomposición rápida⁷¹. De esta forma Charry⁷², menciona que la relación C/N puede referirse a que la descomposición ocurre en forma muy rápida cuando la relación es menor de 17.

Por otra parte, los minerales se encuentran en niveles medios, siendo el potasio el mineral encontrado en mayor proporción, condición que se debe también a suelos derivados de cenizas volcánicas.

⁷⁰ LEÓN, Johana y ZAMBRANO, Diana. Op Cit., p: 51.

⁷¹ GARAVITO, Fabio. Op. cit., p. 145.

⁷² CHARRY, Jairo. Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Palmira: Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1987. p. 233.

Tabla 4. Propiedades química y física de las tres localidades estudiadas.

	LA FLORIDA X	CACIQUE BAJO X	EL BARRANCO X
pH	6,37	4,53	5,33
MO	11,47	13,93	12,53
DR	2,38	2,32	2,18
DA	0,78	0,77	0,80
CC	48,63	57,50	62,27
Penetrabilidad	0,70	0,70	0,83
Infiltración	10,60	9,23	14,80
Porosidad	67,14	66,99	63,05
CIC	43,20	46,33	32,67
Fosforo	19,53	20,77	8,87
Ca	22,70	3,24	9,47
Mg	2,88	1,64	3,76
K	1,75	3,61	1,90
Al	0,00	1,10	0,10
Fe	112,00	313,33	354,67
Mn	6,77	20,80	13,68
Cu	3,25	4,37	3,44
Zinc	11,87	4,53	10,33
Boro	0,08	0,24	0,13
N total	0,45	0,52	0,48
C orgánico	6,66	8,09	7,26
S disponible	13,00	28,81	17,35

6.3.2 variables físicas del suelo: En general, para todos los suelos estudiados se encontró propiedades físicas excelentes que le confirieron al suelo aireación y buena retención de agua, condiciones primordiales en donde el pasto tenga un crecimiento óptimo.

Entre las variables mas importantes como se indica en la Tabla 4, se destacaron los porcentajes de porosidad con un rango de 63 a 67% clasificada como óptima, de acuerdo con Baver, quien afirma que: "Porosidades mayores o iguales al 50% son consideradas óptimas, mientras

que las menores al 10% dificultan la dinámica de intercambio de gases y agua, como también el crecimiento y profundización de las raíces”⁷³.

León y Zambrano, en investigaciones similares encontraron, que el pasto kikuyo se desarrolla satisfactoriamente en suelos con una porosidad en promedio de 65%, valor que también se encontró en este estudio.

Además a una porosidad del 60% hace que el suelo este bien aireado y drenado para poder brindarle al pasto los nutrientes necesarios para su óptimo crecimiento; lo mismo afirma Salamanca, quien dice que “lo deseable es tener macro y microporos, en un porcentaje aproximado del 50%, para que así el agua sea retenida en los microporos, y el aire ocupe el espacio de los macroporos. Lo anterior se presenta en aquellos suelos con alta granulación, que son los más adecuados para la agricultura”⁷⁴.

Por otra parte en la penetrabilidad se obtuvo valores desde 0.7 a 0.83 MPa en la que el suelo no ejerce resistencia a la penetración y una velocidad de infiltración rápida de 11.5 cm/h, de acuerdo a los grados y la calificación de Malangón**, es rápida, y para la penetrabilidad, el valor obtenido corresponde a una clasificación leve. Estos datos posiblemente son influenciados por las demás propiedades físicas y químicas del suelo que en grupo proveen las condiciones favorables para que el pasto crezca satisfactoriamente.

6.4 FACTORES BIOLÓGICOS

Como se indica en la Tabla 5, el valor más alto del número de individuos se encuentra en El barranco con 1072 ind/m², seguido por Cacique Bajo con 880 ind/m² y en último lugar La Florida con 864 ind/m².

⁷³ LEON, J y ZAMBRANO, D, Op. Cit., p 53.

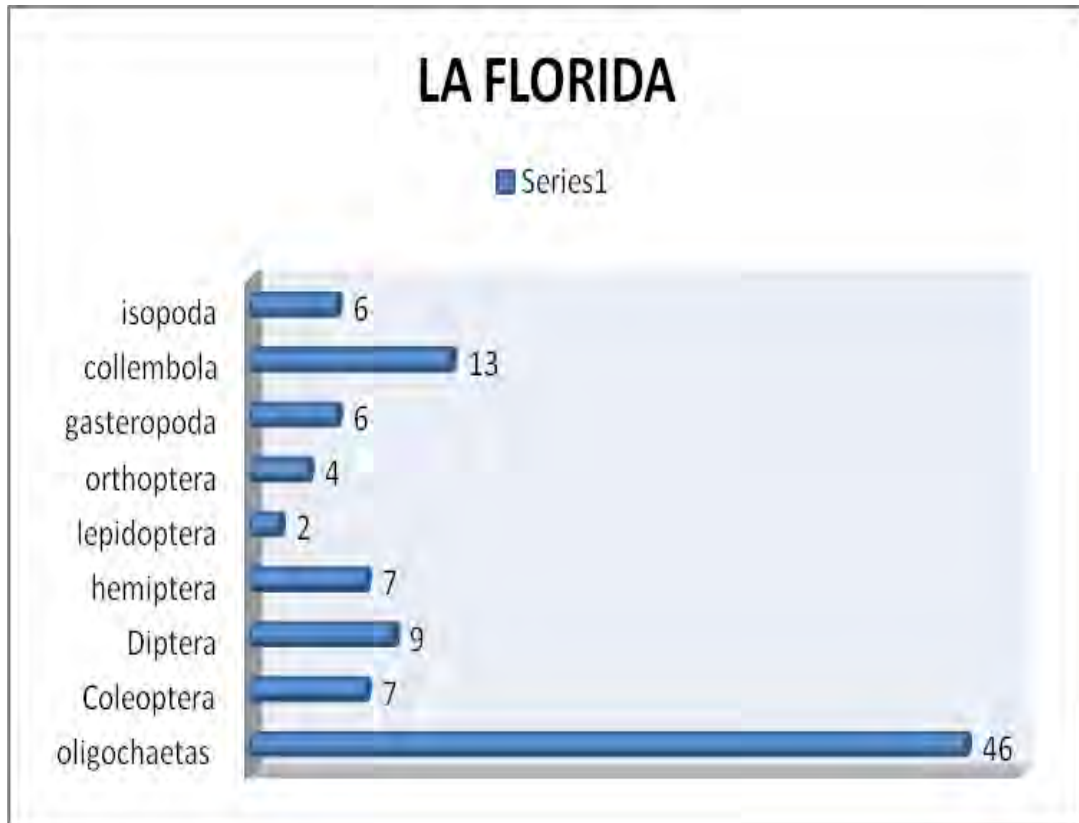
⁷⁴ SALAMANCA, Rafael. Op Cit., p.88.

Tabla 5. Densidad de organismos ind/m² de suelo.

	<u>La Florida</u>				<u>Cacique bajo</u>				<u>El Barranco</u>			
	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ
oligochaetas	112	192	96	400	128	64	256	448	256	160	208	624
coleoptera	16	32	16	64	16	16	48	80	48	32	32	112
diptera	48	16	16	80	16	16	0	32	32	16	0	48
hemíptera	32	0	32	64	32	32	48	112	32	0	16	48
lepidóptera	0	16	0	16	16	0	32	48	16	32	16	64
orthoptera	16	0	16	32	16	16	0	32	16	32	16	64
gasterópoda	16	0	32	48	0	16	0	16	0	0	0	0
collembola	48	32	32	112	16	16	32	64	16	16	16	48
isópoda	16	16	16	48	16	16	16	48	16	16	32	64
TOTAL				864				880				1072

En La Florida la mayor cantidad de individuos son del orden oligochaetas (lombrices de tierra) con el 42%, le siguen las collembolas con el 13%, las dípteras (moscas) con el 9% y los órdenes que están por debajo del 8 % son isopodas (tijeretas), gasteropodas (babosas), orthopteras (saltamontes), lepidopteras (mariposas), hemipteras (chinches) y coleopteras (cucarrones) como se indica en la Figura 1.

Figura 1. Participación relativa de los organismos del suelo de La Florida.



En la Figura 2, zona de Caci que bajo la participación mas sobresaliente es la del orden oligochaeta (lombrices de tierra) con 51%, le siguen las hemipteras (chinchas) con el 13%, con el 9% las coleopteras (escarabajos) y los porcentajes mas bajos están entre el 7 y 2 % que corresponden a los ordenes isopoda (tijeretas), collembola, gasteropoda (babosas), orthoptera (saltamontes), lepidoptera (mariposas) y dípteras (moscas).

Figura 2. Participación relativa de los organismos del suelo de Cacique bajo.



Como se indica en la Figura 3, en El Barranco la mayor cantidad de individuos es del orden oligochaetas (lombrices de tierra) con el 58%, le sigue con el 10 % el orden coleopteras (escarabajos), las isópodas (tijeretas), ortópteras (saltamontes) y lepidópteras (mariposas) con el 6% y los ordenes mas bajos son los que se encuentran por debajo del 4% como son las collembolas, hemípteras (chinchas), dipteras (moscas).

Figura 3. Participación relativa de los organismos del suelo de El Barranco.



En general el orden oligochaeta fue el de mayor participación en todos los lugares porque siempre se encontraba en un porcentaje alto en cada uno de estos, además esta especie puede ser un indicativo de la existencia de un mayor contenido de materia orgánica y de alta mineralización, estos individuos presentaban el mayor número, a este orden se le atribuye que son las encargadas de aflojar el suelo favoreciendo la penetración de las raíces para captar la cantidad suficiente de nutrientes para su óptimo desarrollo, además las lombrices de tierra tienen la función más importante en el suelo cambiar la materia orgánica en humus para finalmente ser aprovechado por el pasto

Al respecto, Bernal, Villamizar y Lotero⁷⁵ afirman que las lombrices ayudan a mejorar las condiciones de aireación e infiltración del suelo y transportan material de un sitio a otro, mejorando la descomposición de la materia orgánica.

⁷⁵ BERNAL, E.; VILLAMIZAR, R, LOTERO, C. Op cit. p.29.

Charry⁷⁶, afirma que las lombrices de tierra excavan infinidad de galerías, que sirven para airear y drenar el suelo, ingieren la materia orgánica que les sirve como alimento, junto con una gran cantidad de tierra fina, que posteriormente expulsan, lo cual da lugar a una importante remoción y mullimiento del terreno, provocando la transformación de sustancias en mas simples y asimilables las cuales quedan a disposición de las plantas.

Por otra parte, como se indica en la Tabla 6, se debe tener en cuenta que el pH tiene una relación indirecta con el número de individuos por metro cuadrado presentes en el suelo, ya que a un pH de 6.3 se obtuvo 864 ind/m² y para un pH de 5.5 existió 1072 ind/m.

Tabla 6. Medidas de tendencia central y de dispersion.

	LA FLORIDA			CACIQUE BAJO			EL BARRANCO		
	MEDIA	DESVEST	CV	MEDIA	DESVEST	CV	MEDIA	DESVEST	CV
Ph	6,37	0,15	2,39	4,53	0,25	5,55	5,33	0,2	3,9
Materia orgánica	11,47	0,709	6,18	13,93	2,13	15,34	12,53	1,92	15,33
Nitrógeno total	0,45	0,02	4,59	0,52	0,05	10,86	0,48	0,05	11,59
Carbono orgánico	6,66	0,43	6,58	8,09	1,21	15	7,26	1,11	15,31
ORGANISMOS	864	27,71	3,2	880	124,27	14,12	1072	66,6	6,21

La relación C/N fue de 15% este resultado muestra que existe una alta mineralización, por tal razón la materia presente, en su gran mayoría es aprovechada por el pasto para su óptimo desarrollo y crecimiento, y esto se relaciona con la cantidad de lombrices de tierra existentes lo cual demuestra que ellas son las encargadas de la humificación.

Al respecto, Bornesmisza sostiene que: “la rapidez con que la macro y micro fauna descomponen la materia orgánica depende de la proporción de Carbono /nitrógeno, cuando está alrededor de 20% se produce la descomposición de la materia orgánica con bastante rapidez y mayor aún si ésta dicha relación se encuentra comprendida entre 15% y 20%, pero cuando la relación baja alrededor de 10%, la descomposición de la materia orgánica se hace lentamente”⁷⁷.

⁷⁶ CHARRY, Jairo. Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Palmira: Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1987. p. 35.

⁷⁷ BORNESMISZA, Elemer. Introducción a la química de suelos. Washington: OEA, p. 22.

6.5 ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS MULTIPLES (ACM)

Este análisis tiene dos resultados para explicar, la primera es el suelo Franco y la segunda el tipo Franco-arcilloso, dada esta circunstancia los resultados obtenidos son tan solo un indicativo, por lo cual no se pueden tomar estos datos como una base real para próximos estudios, sino ampliar el estudio con los diferentes tipos de suelos.

De acuerdo con los dos tipos de textura encontrados en los suelos estudiados, se afirma que tienen buen drenaje, buena retención de agua y de nutrientes disponibles para que el pasto kikuyo tenga un óptimo crecimiento y un alto rendimiento en la productividad del pasto.

En este punto, cabe mencionar que la textura es importante como un criterio usado para determinar la permeabilidad del suelo, retención de agua, aireación, capacidad de campo y fertilidad del suelo, además, es la propiedad más estable y permanece constante a través de los años, tornándose como el principal indicador para identificar y clasificar un suelo, y por último, gobierna el comportamiento físico y químico de los suelos, dándole a este mayor o menor capacidad productiva⁷⁸.

En cuanto al análisis, se encontró para el tipo de suelo Franco un porcentaje del 36.2% de Oligochaetas, le sigue las hemípteras y collembola con el 12.8% y los más bajos se encuentran diptera, coleoptera, lepidóptorthoptera, isópoda y gasterópoda con 7%, como se indica en la Tabla 7.

⁷⁸ LEGARDA, Lucio. Propiedades físicas de la productividad del suelo. En: Diagnostico, fertilidad e interpretación de análisis de suelos. Pasto, Colombia: MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS. S.A. 1988. p. 99.

Tabla 7. Analisis de correspondencias multiples (ACM), Histograma de frecuencias para variables categorizadas.

Perfiles de fila

TEXTURA	INDIVIDUOS									Margen activo
	OLIGOCH AETAS	COLEOP TERA	DIPTERA	HEMIPTERA	LEPIDOP TERA	ORTHOP TERA	GSTERO PODA	COLLEM BOLA	ISOPODA	
FRANCO	,362	,064	,106	,128	,000	,064	,085	,128	,064	1,000
FRANCO-ARCILLOSO	,581	,101	,039	,062	,062	,039	,000	,062	,054	1,000
Masa	,523	,091	,057	,080	,045	,045	,023	,080	,057	

Perfiles de columna

TEXTURA	INDIVIDUOS									Masa
	OLIGOCH AETAS	COLEOP TERA	DIPTERA	HEMIPTERA	LEPIDOP TERA	ORTHOP TERA	GSTERO PODA	COLLEM BOLA	ISOPODA	
FRANCO	,185	,188	,500	,429	,000	,375	1,000	,429	,300	,267
FRANCO-ARCILLOSO	,815	,813	,500	,571	1,000	,625	,000	,571	,700	,733
Margen activo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Para el suelo Franco-arcilloso se encontró un 58.1%, del total de individuos en este tipo de suelo son oligochaetas, le siguen las coleópteras con el 10,1% y los porcentajes mas bajos lo obtuvieron las dipteras, hemipteras, lepidopteras, orthoptera, gasterópoda, isopoda y collembola con 6.2% (ver Tabla 7).

Los resultados obtenidos en este análisis confirman lo mencionado en el acápite anterior, donde las oligochaetas fueron encontradas en una mayor proporción, pero entre los dos tipos de suelo, el franco-arcilloso le confirió condiciones físico-químicas óptimas para su desarrollo, ya que en este tipo de suelo se encontraron una mayor población de oligochaetas (lombrices de tierra).

Ademas de acuerdo con la Tabla 8, se observó que el tipo de suelo Franco, le confiere las condiciones óptimas para que se desarrollen los individuos del suelo pertenecientes al orden gasteropoda, y para el tipo de suelo Franco-arcilloso es el medio adecuado para el orden oligochaetas y coleopteras; por tal razón si se encuentran estos individuos en el suelo de la pradera se puede hablar de un indicativo para definir, en cierto modo el tipo de suelo al que pertenecen.

Tabla 8. Peso de las variables biológicas con respecto al tipo de suelo.

Confianza para Puntos de columna

	Desviación típica en la dimensión
INDIVIDUOS	1
OLIGOCHAETAS	,040
COLEOPTERA	,040
DIPTERA	,109
HEMIPTERA	,087
LEPIDOPTERA	,078
ORTHOPTERA	,072
GSTEROPODA	,273
COLLEMBOLA	,087
ISOPODA	,053

6.6 ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Lo esencial del ACP es agrupar los datos en variables sintéticas con características propias que las hacen diferentes de las demás, de acuerdo a esto el análisis arrojó 7 factores o variables sintéticas, permitiendo establecer que los tres primeros factores explicaron el 71.86% de la variabilidad existente en la información que se introdujo al análisis, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Histograma de los valores propios, que explican la variabilidad (%) de la correlación (variables cuantitativas)

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	7.85	1.26	0.36	0.6
2	6.59	1.7	0.23	0.59
3	4.89	1.12	0.12	0.71
4	3.77	0.93	0.09	0.808
5	2.84	0.97	0.07	0.87
6	1.87	0.78	0.048	0.92
7	1.09	0.36	0.039	0.96
8	0.73	0.73	0.035	1.000
9	0.00	0.00	0.000	1.000

Se debe tener en cuenta cada factor que identifica por una característica específica, y cada característica tiene unos valores propios que la hacen diferente, se logró así saber que variables influyeron en dicha característica que permiten concluir cuales son las condiciones óptimas para desarrollar el pasto kikuyo, estos valores propios se indican en la Tabla 10 quienes permitieron explicar cada componente de la siguiente manera:

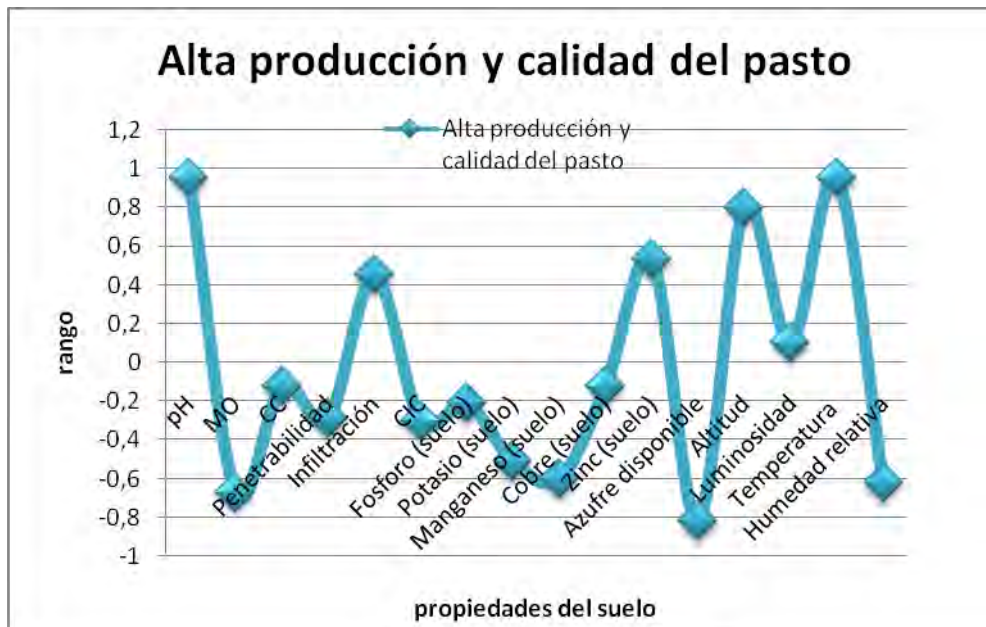
Tabla 10. Peso de los tres primeros componentes principales

	Alta producción y calidad del pasto	Alto porcentaje de NDT	Baja producción y calidad del pasto
pH	0.95	0.11	0.12
MO	-0.67	0.27	0.28
CC	-0.12	-0.8	0.55
Penetrabilidad	-0.29	0.15	-0.92
Infiltración	0.45	-0.76	0.14
CIC	-0.3	0.82	0.2
Fosforo (suelo)	-0.21	0.47	-0.06
Potasio (suelo)	-0.51	0.19	0.54
Manganeso (suelo)	-0.6	0.03	-0.6
Cobre (suelo)	-0.12	-0.44	0.2
Zinc (suelo)	0.53	-0.32	-0.21
Azufre disponible	-0.82	0.07	0.42
Altitud	0.8	-0.35	-0.24
Luminosidad	0.1	0.2	0.2
Temperatura	0.95	0.06	-0.16
Humedad relativa	-0.62	-0.66	-0.05

El primer componente representa a una alta producción y calidad nutritiva del pasto kikuyo, de acuerdo a este análisis, con la relación directa existente entre las variables y el pH (0.95), altitud (0.8) y temperatura (0.95); y de manera inversa con la materia orgánica (-0.67) y el azufre disponible (-0.82) (ver figura 4).

De acuerdo a esto es probable obtener un pasto de calidad y mayor producción, si se logra obtener un pH (6.5) cercano a la neutralidad por que es así como se obtendrá una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta y con ayuda de la microbiota habrá una mayor mineralización de la materia orgánica, esto significa que la planta se proveerá de la cantidad suficiente de nutrientes para tener un desarrollo y crecimiento apropiados del pasto.

Figura 4. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del primer factor que corresponde a una alta producción y calidad del pasto.



En este sentido, Figueredo afirma que “el pH influye en el suelo o sustrato en varios aspectos, pero el más relevante es la disponibilidad de nutrientes. Es decir, la influencia del pH está en la mayor o menor cantidad de nutrientes (fósforo, potasio, hierro, cobre, boro) que hay en el suelo para que lo puedan tomar las raíces de las plantas”⁷⁹.

Bernal, Villamizar y Lotero⁸⁰, aseguran que el rango óptimo de pH sobre el que crecen vigorosamente la mayor parte de las plantas cultivadas oscila entre 6 – 7. Por lo tanto se habla de suelos moderadamente ácidos o neutros. Este hecho es debido a que la mayor parte de las sustancias nutritivas para las plantas presentes en la solución del suelo son fácilmente asimilables o absorbidas por las raíces en el susodicho intervalo.

⁷⁹ FIGUEREDO, Edith. Prácticas agro ecológicas. Disponible en Internet: http://articulos.infojardin.com/articulos/ph_suelo_sustratos_agua.htm

⁸⁰ BERNAL, E; VILLAMIZAR, R; Y LOTERO, C. Op cit., .p 29.

Del mismo modo García y Gonzales⁸¹, afirman que el pH condiciona la disponibilidad de la gran mayoría de los nutrimentos esenciales para las plantas y, también la de otros que pueden llegar a ser tóxicos para ellas, como es el caso de los metales pesados.

La materia orgánica (-0.67) fue otro indicador representativo en la producción y calidad nutritiva, aunque su importancia radica en su alta mineralización y no en el porcentaje presente en el suelo, de esta manera la planta puede asimilar los nutrientes necesarios para su óptimo crecimiento, además porque es el sustento de la microbiota, corroborando su influencia en las propiedades físicas y químicas del suelo; para finalmente regular la nutrición de la planta.

Bernal asegura que la naturaleza química del suelo controla el suplemento y disponibilidad de los nutrimentos para el crecimiento de las plantas, las principales son el contenido de materia orgánica, pH y Capacidad de intercambio catiónico⁸².

Burbano⁸³, sostiene que los efectos de la materia orgánica humidificada sobre las características químicas del suelo se manifiestan directa o indirectamente en la disponibilidad de elementos minerales para los pastos.

El segundo componente se identifica por un kikuyo con alto porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT) dependiente de la capacidad de intercambio catiónico (0.82) (CIC), e indirectamente con la capacidad de campo (-0.8), infiltración (-0.76) y humedad relativa (-0.66). De acuerdo con lo anterior, para obtener un alto contenido energético en el pasto se debe tener un alto valor de CIC y un valor importante en la capacidad de campo, infiltración (cm/h) y humedad relativa (%) (Ver figura 5).

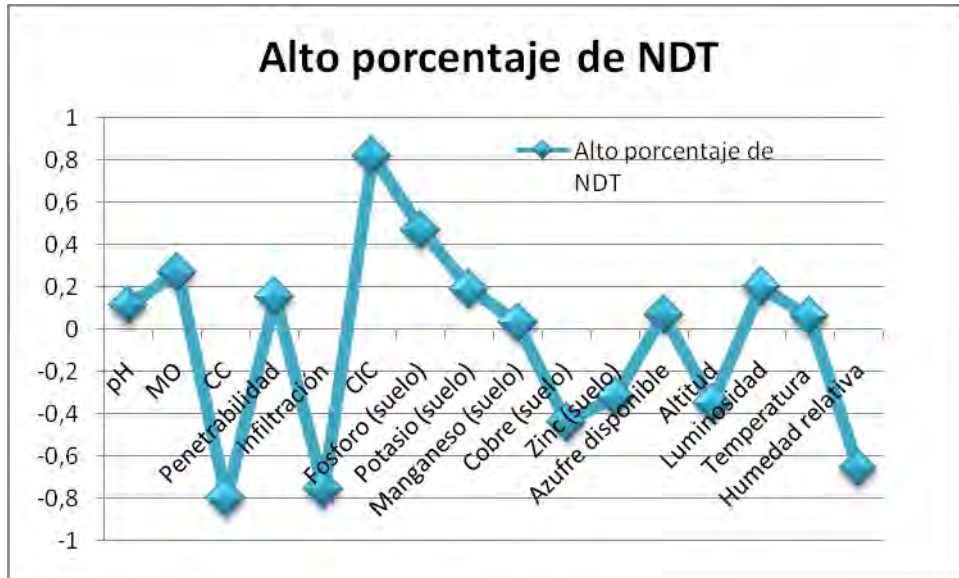
Al parecer la capacidad de intercambio catiónico (0.82) afecta la calidad energética del pasto, por que su importancia radica en aumentar el potencial de fertilidad del suelo, lo cual provoca que el pasto tome toda la cantidad de nutrientes asimilables suficientes de acuerdo a sus necesidades y llenar al límite sus requerimientos para generar un porcentaje elevado de nutrientes digestibles totales.

⁸¹ GARCIA, Álvaro.; y GONZALES, Alberto. Los elementos secundarios es suelos alcalinos. En: los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en agricultura. Bogotá, Colombia. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 2001. p.51.

⁸² BERNAL, Javier. Op cit., p.35.

⁸³ BURBANO, Hernán. Enmiendas orgánicas. En: Fertilización de cultivos de clima frío. 2 ed. Bogotá: Monómeros Colombo Venezolanos. 1988.

Figura 5. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del segundo factor que corresponde a un alto porcentaje de NDT.



Al respecto, Mila⁸⁴ dice que la fotosíntesis es el primer fenómeno biológico y el segundo fenómeno vital para el desarrollo vegetal es el intercambio catiónico y su importancia radica en que en el suelo la CIC constituye un a reserva inmediata de nutrientes.

Según Rosas, la CIC de los suelos es un buen indicador de la capacidad de los suelos de retener nutrientes para la plantas. La CIC de los suelos depende de su proporción de arcilla y del contenido de materia orgánica⁸⁵.

Cortes sostiene que el intercambio de cationes entre las partículas del suelo y de las raíces de las plantas es determinante en la nutrición vegetal ya que se ve involucrado directamente con el crecimiento de las plantas⁸⁶.

Respecto a los factores físicos del suelo, la capacidad de campo (-0.8) y la velocidad de infiltración (-0.76), generó una influencia con el valor energético,

⁸⁴ MILA, Alberto. Op cit. P. 25.

⁸⁵ ROSAS, Antonio. Manual de agro ecología. Disponible en internet: http://www.juntadeanadalucia.es/.../porta/.../ntricion_plantas_ae.pdf

⁸⁶ CORTES, Abdón. Suelos Colombianos, una mirada desde la academia. Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Facultad de recursos naturales. Bogotá. 2004. P.26.

básicamente por que el agua esta presente en el suelo, convirtiéndose en el medio esencial para las reacciones bioquímicas como la absorción de nutrientes, reacción importante para un optimo crecimiento y desarrollo.

En este sentido, Malagon⁸⁷ sostiene que el agua en el suelo tiene una importancia considerable, por una parte interviene en la nutrición de las plantas directa o indirectamente. Actúa como vehículo de los elementos nutritivos disueltos y, por otra parte, es uno de los principales papeles de la edafogenesis, que condicionan la mayoría de los procesos de formación del suelo.

Por otra parte, Guevara⁸⁸ asegura que un suelo con capacidad de campo es muy favorable para el desarrollo de los cultivos, que encuentra en el suelo agua abundante retenida con una energía que es fácilmente superada por la de succión de las raíces, al mismo tiempo que el suelo esta lo suficientemente aireado para permitir la respiración radicular.

Moneo⁸⁹, afirma que la capacidad de campo es un dato importante por que da una idea del grado de absorción que tiene el suelo, sus reservas de agua ante una previsible sequía o el momento de empezar a escurrir.

Adicionalmente, Grillo y Camero sostienen que la velocidad de infiltración es el proceso que define la entrada y el movimiento del agua a través de la superficie, por tal razón es considerada como indicador clave de la calidad del suelo⁹⁰.

El tercer componente determina una baja producción y calidad nutritiva del pasto kikuyo, la cual se vio afectada indirectamente por la resistencia del suelo a la penetrabilidad (0.92) (ver figura 6).

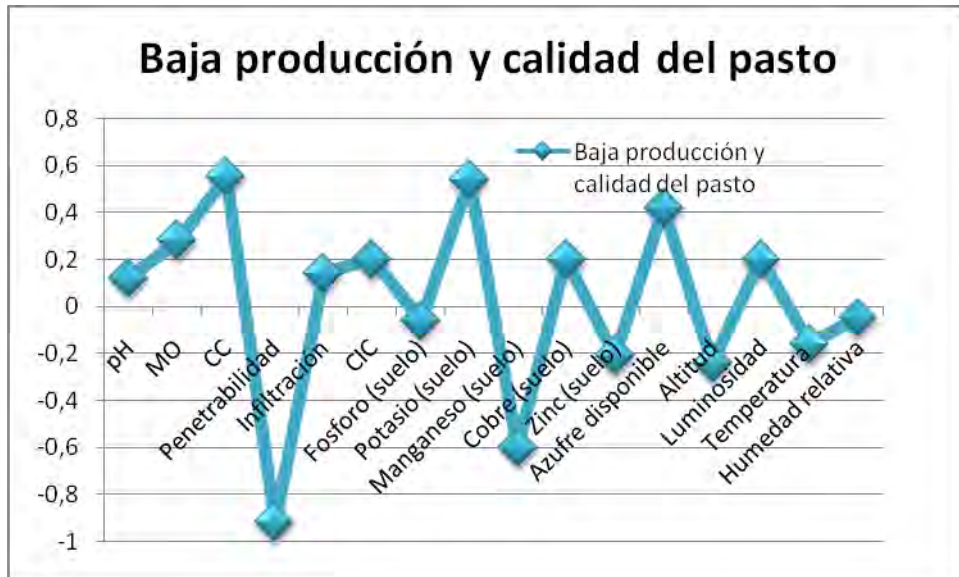
⁸⁷ MALAGON, Dimas. Propiedades físicas de los suelos. Bogota: IGAC. 1974. p. 200.

⁸⁸ GUEVARA, Dorkas. Propiedades físicas del suelo. Disponible en internet: k.o.://www.elriego.com/informa_te/abacos/humedad_en_el_suelo.htm

⁸⁹ MONEO, Marta. Las plantas y su medio. Última modificación: 26/01/04. Disponible en internet: http://www.atphosphere.mpg.de/enid/f808155f78d4ebf5e061321e5,0/1_lasplantasyelclima/-lasplantasysumedioambiente_1sk.html.

⁹⁰ GRILLO, Luis., y CAMERO, Mario. Efecto de tres sistemas de labranza sobre poblaciones de malezas y condiciones físicas de los suelos en cuatro hortalizas de trasplante. Bogota, Colombia. 1981, p. 87. Trabajo de grado (ingeniero agrónomo). Universidad Nacional. Facultad de agronomía.

Figura 6. Diagrama del aporte de las variables cuantitativas del tercer factor que corresponde a una baja producción y calidad del pasto.



La penetrabilidad (-0.92) es la única que obtuvo mayor significancia, dando claridad a la relación existente entre la calidad y cantidad del pasto con la penetrabilidad; entonces para obtener un pasto con una excelente productividad se requiere de un suelo con la mínima resistencia a la penetración en donde las raíces puedan explorar estratos más bajos del suelo, captando una mayor concentración de nutrientes asimilables por el pasto, y lograr finalmente una elevada producción de biomasa y calidad nutritiva. (Ver figura 6).

Graetz y Orozco mencionan que las plantas puedan absorber los nutrientes a través de las raíces, los tallos y las hojas. Sin embargo, la mayor parte de los nutrientes es captada por las raíces, al penetrar en las capas del suelo⁹¹.

Bernal⁹² sostiene que a medida que el suelo se compacta, sus propiedades físicas se van deteriorando, y obtener como consecuencia severos casos de encharcamientos, escorrentía, pérdida de agua y de nutrientes e impedir que las raíces de las plantas tengan un desarrollo normal por deficiencia de agua y oxígeno, resultado final una baja producción.

⁹¹ GRAETZ, F., y OROZCO, L. Manual para educación agropecuaria. Suelos y fertilización. México: Trillas S.A. 1983.

⁹² BERNAL, Javier. Op cit., p.42.

Charry sostiene que las propiedades mecánicas del suelo influyen mucho en el crecimiento de las plantas, siendo necesario referirse en forma extensa a la resistencia mecánica de suelo y su relación con este, la compactación del suelo restringe el crecimiento de las raíces y por lo tanto el desarrollo de las plantas⁹³.

El análisis de componentes principales también proporcionó como resultado unos clusters o grupos en los cuales se asocian lugares con características similares, pero que representan con datos reales las relaciones mencionadas en los componentes; para finalmente establecer cuales son las variables que tiene mayor influencia en la producción y calidad nutritiva del pasto kikuyo.

En este análisis se asociaron los sitios en 3 grupos, donde se analizó cada una de sus variables para dar como resultado, que el cluster numero 1 resultó con las características óptimas en las que se desarrolla el pasto, y así tomar estos datos como referencia para que el productor tenga en cuenta como rangos al establecer una pradera de pasto kikuyo (ver Tabla 10).

En el cluster 1 se agruparon los lugares de La Florida muestra 1, 2 y 3, los que se identifican con una producción de biomasa de 3.81 kg/m², proteína verdadera de 623.24g/m² y un NDT de 2.53 kg/m², relacionándolo con un pH cercano a la neutralidad (6.3, una materia orgánica de 11.4%, una capacidad de campo del 50%, una penetrabilidad de 0.76 MPa, una infiltración de 10.36 cm/h, y además de las condiciones climáticas una luminosidad de 84.93 lux y una humedad relativa de 41% (ver Tabla 10).

Para concluir este análisis, y consecutivamente el productor lo lleve a cabo se determinó las características que influyen en la producción y calidad nutritiva del pasto kikuyo son un pH neutro, como consecuencia de un bajo contenido de materia orgánica con alta mineralización, alta capacidad de intercambio catiónico, bajo contenido de azufre disponible, bajo porcentaje de capacidad de campo, infiltración y penetrabilidad, adicional a esto procurar establecer el pasto en una zona donde se presenta una humedad relativa baja y alta temperatura.

⁹³ CHARRY, Jairo. Op cit., p. 35.

Tabla 11. Peso de las variables de los tres clúster.

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3
Biomasa	3.81	3.28	3.43
Azufre (pasto)	8.14	7.46	9.26
Proteína verdadera	623.24	459.01	485
NDT	2.53	2.14	2.17
pH	6.36	4.82	5.5
MO	11.4	13.7	10.8
Capacidad de campo	50.6	56.14	78.2
Penetrabilidad	0.76	0.84	0.6
Infiltración	10.36	9.36	13.8
CIC	43.2	41.2	31
Fosforo (suelo)	19.53	16.26	7.6
Potasio (suelo)	1.74	2.76	2.72
Manganeso (suelo)	6.77	20.2	2.44
Cobre (suelo)	3.25	3.32	6.8
Zinc (suelo)	11.86	5.72	16
Azufre disponible	13	23.78	19.59
Altitud	2205	2197	2320
Luminosidad	84.93	82.7	75.77
Temperatura	20.3	16.2	18
Humedad relativa	71	69	75

Bernal⁹⁴ afirma que una cantidad de forraje producido lleva necesariamente a una mayor extracción o demanda de otros nutrientes, particularmente P, K, S, Mg, Ca. En consecuencia si el suelo no dispone de suficiente cantidad de estos elementos disminuirá el valor nutritivo del forraje, en consecuencia una buena disponibilidad de nutrientes solubles se ve reflejada sobretodo en los contenidos de proteína y minerales.

⁹⁴ BERNAL, Javier. Op cit., p.42.

6.7 PLAN DE MANEJO DEL PASTO KIKUYO EN LA ZONA DE LA FLORIDA EN UN RANGO DE ALTURA DE 2000 A 2399 msnm.

De acuerdo al análisis realizado, se puede con datos reales construir un plan de manejo para obtener una mayor productividad del pasto kikuyo en un rango de altura de 2000 a 2399 msnm.

En primera instancia el pasto kikuyo puede prosperar bien en una luminosidad de 80 a 90 lux, una temperatura de 18 a 22 °C y una humedad relativa alrededor de 60 a 70%. Cabe anotar que las condiciones climáticas no están sujetas a cambios, estas dependen o se determinan por el rango de altura, pero estas variables tienen una influencia relevante en la producción de un pasto; lo contrario ocurre con los factores edáficos, donde se requiere de las siguientes condiciones:

Tener un suelo bien drenado, permeable y poroso.

Una materia orgánica alrededor de 10 al 14%.

Un pH cercano a la neutralidad (alrededor de 6 a 7).

Teniendo en cuenta estas condiciones, es necesario:

Para un suelo con escasa porosidad se debe aumentar la actividad biológica, sobre todo el orden oligochaeta, para que sean ellas las encargadas de cavar túneles y ayudar a mejorar la ventilación, el drenaje y porosidad.

Para un suelo compactado se debe favorecer la acumulación de materia orgánica, realizar labranza mínima mejorando la velocidad de infiltración, la aireación y mejora la calidad del pasto kikuyo.

Con la adición de materia orgánica se buscaría aumentar la actividad biológica, mejorando las condiciones de mineralización y disponibilidad de elementos nutritivos para el pasto.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

Los componentes que explicaron el 71,86 % de la variabilidad fueron los parámetros químicos y físicos del suelo, pH, materia orgánica, penetrabilidad, altitud, humedad relativa y porosidad.

Para la mejor producción y calidad del pasto kikuyo las condiciones edafoclimáticas están conformadas por las características del cluster o grupo 1 de La Florida Casco Urbano, donde se muestran las mayores producción promedio de biomasa con 3,81 Kg/m², proteína verdadera 623.24 gr/m², NDT de 2,53 Kg/m², con un pH cercano a la neutralidad de 6,3 y materia orgánica de 11,4 %, capacidad de campo del 50,6 % y humedad relativa del 71%.

La cantidad de biomasa no presentó diferencias entre localidades, En La Florida se encontró la mayor cantidad de EE y de hemicelulosa.

Se encontró efecto del pH sobre la producción de biomasa, la mayor producción se obtuvo en la localidad de la Florida Casco Urbano con un pH de 6.3.

No se pudo establecer efecto del contenido de materia orgánica ni de la CIC sobre la biomasa debido a que estos fueron similares y altos. Tampoco se probó relación ni efecto de la infiltración ni de la resistencia del suelo a la penetración sobre la producción

Para obtener una mayor producción de biomasa es necesario que el suelo tenga contenidos de materia orgánica alrededor de 10 a 15% y una capacidad de intercambio catiónico de 43.2.

7.2. RECOMENDACIONES

El pasto kikuyo es una alternativa alimenticia que genera beneficios económicos y ecológicos, por ser una especie ya adaptada a la región con excelente producción y calidad nutritiva, motivo por el cual se recomienda su utilización.

Se recomienda que para posteriores investigaciones se tengan en cuenta realizar análisis comparativos de muestreos donde el pasto kikuyo

(*Pennisetum clandestinum*), presente características de alta y baja productividad y calidad nutritiva del pasto.

Es recomendable que en lo posible se mantenga en la pradera un pH neutro, con un contenido de materia orgánica del 10 al 14%, para favorecer la disponibilidad de nutrientes para la planta, una capacidad de campo del 50% y humedad relativa superior a un 70%; lo que posibilita generar un pasto de alta calidad nutritiva y producción de biomasa.

BIBLIOGRAFIA

BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. 3ª ed. Bogotá, Colombia: Buda, 1994. 81- 89 p.

BERNAL E; VILLAMIZAR R Y LOTERO C. Factores ecológicos en la producción de forrajes. En: CAMACHO RUIZ, Rubén *et al.* Establecimiento y manejo de pastos y forrajes. 3ª ed. Bogotá, Colombia : temas de orientación agropecuaria, 1985. 23 – 32, 83 P.

BORNESMISZA, Elemer. Introducción a la química de suelos. Washington: OEA, p. 22

BURBANO, Hernán. Enmiendas orgánicas. En: Fertilización de cultivos de clima frio. 2 ed. Bogota: Monómeros Colombo Venezolanos. 1988.

CLAVIJO, José. Estudio Bio-ecológico de los vectores de la enfermedad de Chagas en el municipio de Coyaima – Tolima. Tesis de grado en Biología. Universidad del Tolima, Ibagué. 1999.

CHARRY, Jairo. Naturaleza y propiedades físicas de los suelo. Palmira: Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1987. p. 35.

CORTES, Abdón. Suelos Colombianos, una mirada desde la academia. Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Facultad de recursos naturales. Bogota. 2004. P.26.

DAVILA S, Vicente y CHAVERRAN G, Hernán. Kikuyo. En: _____. 3ª ed. Bogotá, Colombia : temas de orientación agropecuaria, 1985. 146, p.

DÁVILA, S. VILLAMIZAR y BERNAL J. El Cultivo de los Pastos en la Sabana de Bogota. ICA. Cursillo Sobre Manejo de Praderas y Cultivos de Pastos en

Clima Frío. Sociedad de Agricultores de Colombia, SAC. Colombia: 1967. 23 p.

FIGUEREDO, Edith. Prácticas agro ecológicas. Disponible en Internet: http://articulos.infojardin.com/articulos/ph_suelo_sustratos_agua.htm

EVANGELISTA, Ricardo Y PORTO, Gudesteu. Forragicultura. Lavras, Brasil: Universidad Federal de Lavras (UFLA) 1997. 63p.

GISPERT, Carlos *et al.* Enciclopedia Práctica de Agricultura y Ganadería: fundamentos de la agricultura. Barcelona, España: Océano, s.f. 41-56, 488 – 489 p.

GARCIA, Álvaro.; y GONZALES, Alberto. Los elementos secundarios es suelos alcalinos. En: los elementos secundarios (Ca, Mg, S) y el silicio en agricultura. Bogotá, Colombia. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 2001. p.51.

GUEVARA, Dorkas. Propiedades físicas del suelo. Disponible en Internet:[k.o.//: www.elriego.com/informa_te/abacos/humedad_en_el_suelo.htm](http://www.elriego.com/informa_te/abacos/humedad_en_el_suelo.htm)

GRILLO, Luis., y CAMERO, Mario. Efecto de tres sistemas de labranza sobre poblaciones de malezas y condiciones físicas de los suelos en cuatro hortalizas de trasplante. Bogota, Colombia. 1981, p. 87. Trabajo de grado (ingeniero agrónomo). Universidad Nacional. Facultad de agronomía.

GRAETZ, F., y OROZCO, L. Manual para educación agropecuaria. Suelos y fertilización. México: Trillas S.A. 1983.

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

JOJOA, L y SILVA, J. Determinación de factores edafoclimaticos que afectan la productividad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum H*) en condiciones naturales en la zona rural del municipio de Ipiales y el municipio

de Aldana, Departamento de Nariño. Pasto, 2009, p, 58. Tesis de grado (Zootecnista) universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

LASCANO, Carlos y SPAIN, James. Establecimiento y Renovación de Pasturas. Cali: CIAT, 1997. 212p.

LEGARDA, Lucio. Propiedades físicas de la productividad del suelo. En: Diagnostico, fertilidad e interpretación de analisis de suelos. Pasto, Colombia: MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS. S.A. 1988. p. 99.

LEON, J y ZAMBRANO, D. Determinación de factores edafoclimáticos que intervienen en la producción y calidad nutritiva del pasto kikuyu (*Pennisetum Clandestinum Hoehchst*) en condiciones de no intervención en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, 2008, p, 25, 66, 68, 71. Tesis de grado (Zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

MILA PRIETO, Alberto. Suelos pastos y forrajes: Relación suelo – planta. Bogota, Colombia: UNAD, 2002. 13- 23, 88 – 90 p.

MALAGON, Dimas. Propiedades físicas de los suelos. Bogota: IGAC. 1974. p. 200.

MONEO, Marta. Las plantas y su medio. Última modificación: 26/01/04. Disponible en internet:
http://www.atphosphere.mpg.de/enid/f808155f78d4ebf5e061321e5,0/1_lasplantasyelclima/-lasplantasysumedioambiente_1sk.html.

NAVARRETE, Eduardo. Respuesta del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum Hoehchst*) a la aplicación de diferentes fuentes y dosis de Nitrógeno. Bogota, Colombia. 1996, 3p. trabajo de grado, Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.

OSPINA, Julio *et al.* Enciclopedia agropecuaria: Producción Agrícola 2. Santa fe de Bogota, Colombia: Terranova, 1995. 369 p.

ORTEGA, J. Apuntes generales sobre clasificación, ph, enclamiento, dinámica de elementos nutritivos y fertilización de suelos. Pasto: Universidad de Nariño, 1979. 119 p.

PRIMAVESI, Ana. Manejo ecológico del suelo. 5ed. Editorial El Atenea. Buenos Aires, Argentina. 1982. p.124.

RONCANCIO, D. Evaluación del efecto de la aplicación de productos naturales, urea y materia orgánica en el control del chinche de los pastos *Collaria columbiensis* en la Sabana de Bogotá. Tesis de grado. Universidad de la Salle, Bogotá. 1997

ROSAS, Antonio. Manual de agro ecología. Disponible en internet: http://www.juntadeandalucia.es/.../porta/.../ntricion_plantas_ae.pdf

SIERRA, José Oscar. Principales especies de clima frío. Facultad de ciencias agrarias. Universidad de Antioquia 1 p

SILVA P, José Vicente. Manual de pastos y forrajes. Instituto Colombiano Agropecuario. San Juan de Pasto. 2001. 75 p.

TORRES, Clara. Manual agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. V1. Biblioteca del Campo. Santa fe de Bogotá. 2002. 29, 37-43, 863 p.

VELARDE Aubert. Suelo y Fertilización u Fruticultura. 2 ed. Madrid: Mundi-prensa, 1974. p. 131,132

VIVEROS, Miguel. Fertilidad de suelos. En: Diagnostico, fertilidad e interpretación de análisis de suelos. Pasto: Monómeros Colombo-Venezolanos S.A., 1988. p. 115.

_____ Enciclopedia agropecuaria: Vida y Recursos Naturales. Santa fe de Bogotá, Colombia: Terranova, 1995. 64, 96 p.