

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 10 ACCESIONES DE RHODES GRASS (*Chloris  
gayana*) EN EL MUNICIPIO DE EL TAMBO CAUCA**



Universidad  
del Cauca

**AMILMER ALDUAR LAME OROZCO  
WILMER MELÉNDEZ OBANDO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2019**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 10 ACCESIONES DE RHODES GRASS (*Chloris  
gayana*) EN EL MUNICIPIO DE EL TAMBO CAUCA**

**AMILMER ALDUAR LAME OROZCO  
WILMER MELÉNDEZ OBANDO**

**Trabajo de Grado en la modalidad de Investigación para optar al título de  
Ingeniero Agropecuario**

**Directores  
Ph. D. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA  
cMg. MIKE HOLMES BASTIDAS CHITÁN**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2019**

## **Nota de aceptación**

Los Directores y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

---

**Ph. D. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA**  
Director

---

**cMg. MIKE HOLMES BASTIDAS CHITÁN**  
Director

---

**M. Sc. JHON FREDDY GUTIÉRREZ SOLÍS**  
Presidente del Jurado

---

**M. Sc. NOÉ ALBÁN LÓPEZ**  
Jurado

Popayán, 22 de octubre de 2019

## **DEDICATORIA**

A Dios, por su infinita bondad y amor.

A mis padres Reinaldo Lame y Emerencia Orozco, a quienes amo, admiro y respeto, quienes con su esfuerzo y sacrificio han permitido que alcance un éxito más en mi vida, para ustedes cada uno de mis logros.

A Rocío Fernández y mis hermanos Emir, Emilsen y Norvi, por su apoyo incondicional y compañía en esta etapa, muchas gracias por la confianza depositada en mí.

A Paula, Jhojan, Eilyn y Kevin, ustedes son mi mayor tesoro y fuente de inspiración para cumplir todas mis metas.

Amilmer Alduar Lame Orozco

A mi madre, Betza Oliva Obando Ojeda, a quien amo, admiro y respeto; quien gracias a su esfuerzo y sacrificio contribuyó a alcanzar este objetivo, para ella cada uno de mis logros.

A mi tío Arnulfo Obando Ojeda, quien aprecio y quiero mucho; es la persona que de una manera u otra me alienta a alcanzar mis éxitos.

A la familia Obando, especialmente a mis tías Blanca y Elia Obando Ojeda, que en momentos difíciles estuvieron presentes para ayudarme; y a mi prima-hermana, Lizeth Adriana Fernández O., quien es un ejemplo a seguir.

Wilmer Meléndez Obando

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirnos culminar esta etapa de nuestras vidas.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional y por siempre creer en nosotros.

A la familia Lame Orozco, por facilitarnos su unidad productiva y por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, por ser la institución que nos acogió en nuestro proceso formativo.

Al Grupo de Investigación y Semillero de Investigación de Nutrición Agropecuaria de la Universidad del Cauca, por suministrarnos los recursos técnicos y financieros para la ejecución de este proyecto.

A nuestros directores Ph. D. Nelson José Vivas Quila y cMg. Mike Holmes Bastidas Chitán, por compartir sus conocimientos con nosotros, por orientarnos y brindarnos su amistad.

A todos nuestros amigos, que fueron acompañantes y familia adoptiva, que estuvieron presentes en esta etapa de vida Universitaria que ya culmina.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1 LOCALIZACIÓN	16
1.2 MARCO TEÓRICO	16
1.2.1 Descripción general del Municipio de El Tambo	16
1.2.2 Ganadería en el mundo	17
1.2.3 Ganadería en Colombia	17
1.2.4 Ganadería en el Cauca	18
1.2.5 Ganadería en El Tambo	18
1.2.6 Investigación de forrajes tropicales	18
1.2.7 Gramíneas	18
1.2.8 Generalidades <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Toledo	19
1.2.9 Generalidades <i>Brachiaria decumbens</i>	21
1.2.10 Generalidades de <i>Chloris gayana</i>	22
1.2.11 Generalidades <i>Cynodon nlemfuensis</i>	23
1.2.12 Generalidades <i>Melinis minutiflora</i>	25
1.3 ANTECEDENTES	26
2. METODOLOGÍA	28
2.1 ANÁLISIS DE SUELO	28
2.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	28
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	28

	pág.
2.4 ACTIVIDADES AGRONÓMICAS	29
2.4.1 Preparación del terreno	29
2.4.2 Siembra	29
2.4.3 Resiembra	31
2.4.4 Manejo en el establecimiento	31
2.4.5 Análisis Estadístico	31
2.4.6 Variables evaluadas	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1 ANÁLISIS DE SUELOS	36
3.2 VARIABLES AGRONÓMICAS	37
3.2.1 Época de lluvias	37
3.2.1.1 Vigor	37
3.2.1.2 Cobertura	38
3.2.1.3 Altura	39
3.2.1.4 Malezas	40
3.2.1.5 Floración	40
3.2.1.6 Plagas	41
3.2.1.7 Enfermedades	41
3.2.1.8 Producción de forraje verde	42
3.2.1.9 Producción de materia seca	43
3.2.2 Época seca	44
3.2.2.1 Vigor	44
3.2.2.2 Cobertura	44

	pág.
3.2.2.3 Altura	45
3.2.2.4 Malezas	46
3.2.2.5 Floración	47
3.2.2.6 Plagas	48
3.2.2.7 Enfermedades	48
3.2.2.8 Producción de forraje verde	48
3.2.2.9 Producción de materia seca	49
3.2.2.10 Capacidad de carga animal	50
3.2.2.11 Calidad nutricional	51
3.2.2.12 Prueba exploratoria de cafetería	53
4. CONCLUSIONES	56
5. RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	62



## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Características de <i>B. brizantha</i> cv. Toledo	20
Cuadro 2. Nombres científicos y comunes	20
Cuadro 3. Características de <i>B. decumbens</i>	21
Cuadro 4. Nombres científicos y comunes	22
Cuadro 5. Características de <i>Chloris gayana</i>	23
Cuadro 6. Nombres científicos y comunes	23
Cuadro 7. Características de <i>Cynodon nlemfluensis</i>	24
Cuadro 8. Nombres científicos y comunes	24
Cuadro 9. Características <i>Melinis minutiflora</i>	25
Cuadro 10. Nombres científicos y comunes	25
Cuadro 11. Material experimental de ensayo	28
12. Clasificación del consumo del forraje	34
Cuadro 13. Precipitación y temperatura en 2018	34
Cuadro 14. Resultado del Análisis de suelo	36
Cuadro 15. Análisis bromatológico de las especies evaluadas	52

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación del lugar de estudio	16
Figura 2. Diseño Experimental del ensayo	29
Figura 3. Aplicación de herbicida	30
Figura 4. Arado del terreno	30
Figura 5. Trazado del terreno	30
Figura 6. Siembra de <i>Brachiaria brizantha</i>	31
Figura 7. Siembra de <i>Chloris gayana</i>	31
Figura 8. Medición de altura de plantas	32
Figura 9. Comportamiento de las variables climáticas (Precipitación y Temperatura)	35
Figura 10. Comportamiento de vigor	38
Figura 11. Comportamiento de cobertura	38
Figura 12. Comportamiento de Altura	39
Figura 13. Comportamiento de Malezas	40
Figura 14. Comportamiento de floración	41
Figura 15. Comportamiento de enfermedades	42
Figura 16. Comportamiento de Producción de forraje verde	42
Figura 17. Comportamiento de Producción de Materia Seca	43
Figura 18. Comportamiento de vigor	44
Figura 19. Comportamiento de Cobertura	45
Figura 20. Comportamiento de Altura	46
Figura 21. Comportamiento de Malezas	47
Figura 22. Comportamiento de Floración	47

	pág.
Figura 23. Comportamiento de Producción de forraje verde	49
Figura 24. Producción de Materia seca en época seca	49
Figura 25. Capacidad de Carga Animal en Época de Lluvia	50
Figura 26. Capacidad de Carga Animal en Época Seca	50
Figura 27. Capacidad de Carga Animal Anual	51
Figura 28. Reconocimiento de las especies forrajeras	53
Figura 29. Prueba Exploratoria de cafetería	54
Figura 30. Mayor consumo. A) <i>C. nlemfuensis</i> ; B) <i>C. gayana</i> Accesoión ILRI 10097	55
Figura 31. Menor consumo. A) <i>C. gayana</i> Accesoión ILRI 6633; B) <i>B. brizantha</i> cv Toledo	55

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Resultado de Análisis de Suelo	62
Anexo B. Análisis de Varianza entre Tratamientos	63
Anexo C. Prueba de Duncan entre Tratamientos	65
Anexo D. Análisis Bromatológico por tratamiento	74

## RESUMEN

Debido a que la investigación en forrajes tropicales de clima medio (1600 a 2000 msnm.) es escasa, es necesario encontrar nuevas alternativas u opciones forrajeras que se adapten a condiciones agroclimáticas adversas y que produzcan suficiente biomasa en épocas críticas, permitiendo contribuir al desarrollo y optimización de una ganadería eco-eficiente en la región.

El trabajo de investigación se desarrolló en el corregimiento de Fondas, municipio de El Tambo, departamento del Cauca, con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico y el desempeño de producción de 10 accesiones de Rhodes grass (*Chloris gayana*), bajo condiciones edafoclimáticas de clima medio. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar, con 14 tratamientos (10 accesiones de Rhodes grass y 4 testigos) y cuatro repeticiones en un área total de 2000 m<sup>2</sup>; así, se delimitaron 56 parcelas de 9 m<sup>2</sup> cada una. El factor a tener en cuenta para el bloqueo fue la pendiente del terreno, en razón a la heterogeneidad del suelo por la topografía.

Las variables evaluadas fueron: vigor, altura, cobertura, malezas, incidencia de plagas, enfermedades, biomasa producida, calidad nutricional de los forrajes y prueba exploratoria de cafetería. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva, se realizó análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de rangos medios de Duncan ( $P < 0,05$ ). Las evaluaciones agronómicas fueron en épocas de máxima y mínima precipitación, sobresaliendo los materiales: *B. decumbens*, *B. brizantha* cv. Toledo y *C. gayana* accesiones ILRI 10097, ILRI 7757 y ILRI 981 en términos de producción de materia seca, calidad nutricional y prueba exploratoria de cafetería.

**Palabras clave:** Alternativas forrajeras, Clima medio, ganadería eco-eficiente.

## ABSTRACT

Tropical forages investigations of average climate (1600 to 2000 m.s.n.m) is scarce, that's why is necessary to find new alternatives on forage options that adapt to adverse agroclimatic conditions and for producing enough biomass at critical times, besides contribute the development and optimization of an eco-efficient livestock in the region.

Investigation was developed in the Fondas, El Tambo, Cauca department, the purpose was agronomic and production evaluating of behavior in 10 accessions of *Rhodes grass* (*Chloris gayana*), under edaphoclimatic conditions on medium climate. The experimental design used was randomized complete blocks, with 14 treatments (10 accessions of *Rhodes grass* and 4 witnesses) and four repetitions in a total area of 2000 m<sup>2</sup>, thus, 56 plots of 9 m<sup>2</sup> each were delimited. The factor to be taken into account for the blockade was the slope of the land due to the heterogeneity of the soil by the topography.

The variables evaluated were: vigor, height, cover, weeds, incidence of pests, diseases, biomass produced, nutritional quality of the forages and exploratory cafeteria test. The results were analyzed by descriptive statistics, analysis of variance (ANOVA) and a mid-range test of DUNCAN (P = 0.05). The research work was developed in Fondas country, El Tambo, Cauca, objective was evaluating the agronomic and production behavior of 10 accessions of *Rhodes grass* (*Chloris gayana*), under edaphoclimatic conditions of average climate. The agronomic evaluations were in times of maximum and minimum precipitation, excelling the materials: *B. decumbens* and *C. gayana* accessions CIAT 10097, CIAT 7757 y CIAT 981 in terms of dry matter production, nutritional quality and exploratory cafeteria test.

**Keywords:** Forage alternatives, Average climate, eco-efficient livestock.

## INTRODUCCIÓN

La ganadería colombiana se ha caracterizado por ser un sector de importancia dentro de la economía del país, el cual contribuye al 1,4% del PIB nacional (FEDEGAN, 2017a); a esta actividad se destinan 34,4 millones de hectáreas, que representan el 77% del suelo en uso del país y del cual el 79% corresponde a pastos naturales, mejorados y sabana y el 21% restante, a malezas y rastrojos utilizados para la ganadería tradicional (DANE-CNA, 2014).

En el departamento del Cauca, la ganadería bovina se basa en una producción doble propósito, con una base genética en proceso de mejoramiento y adaptado a las ecoregiones (Morales, Vivas y Gómez, 2015). Se estima que el 70% de las praderas disponibles para producción bovina en el departamento son de baja calidad (Polanía y Rendón, 2009), lo que sumado a la mínima implementación tecnológica por parte de los productores, genera una oferta forrajera inestable que no supe los requerimientos nutricionales de los animales, por lo cual la ganadería regional es fluctuante en términos de producción y productividad, situación que afecta los índices productivos y los aspectos reproductivos. También el desconocimiento del potencial productivo y la calidad nutricional, tanto de los forrajes naturalizados como de las especies introducidas, exacerba el estancamiento de la empresa ganadera en términos de utilización de la tierra y recursos forrajeros (Vivas, 2005).

El municipio de El Tambo se encuentra ubicado en la zona central del Departamento del Cauca, es uno de los municipios de mayor extensión territorial. Posee tres pisos térmicos: frío, medio y cálido, que favorecen su gran diversidad de cultivos (IGAC, 2009). Según MADR (2013), el 25% del municipio está ocupado por bosques fragmentados y un 38,3% está dedicado a áreas agrícolas, conformadas por un mosaico de cultivos permanentes con pastos, mosaico de pastos y matorrales y un 11,6% está cubierto por cultivos permanentes. A los sistemas deficientes de producción bovina no es ajeno el municipio de El Tambo, en donde existen unas 81.200 hectáreas sembradas con pastos, de las cuales el 92,36% son praderas tradicionales, un 3,7% son pastos mejorados y el porcentaje restante (3,94%) es pasto de corte (Alcaldía de El Tambo, 2017)

En razón a lo anterior, surge la necesidad de identificar nuevas alternativas para la zona, que generen productividad y sostenibilidad, al tiempo que mejoren las condiciones de vida de los pequeños y medianos ganaderos. Sobre esta base, la presente investigación se hace con el objeto de evaluar el comportamiento agronómico, productivo y calidad nutricional de 10 accesiones de pasto Rhodes grass (*Chloris gayana*) y cuatro forrajes de conocida adaptación al medio (Toledo, yaraguá, estrella y pasto amargo), en el corregimiento de Fondas en el municipio de El Tambo, Cauca. Con el fin de seleccionar material promisorio que, por sus características, no solo se adapte a las condiciones de la región, sino que sea más productivo y eficiente en el uso de nutrientes y agua. De esta forma se busca avanzar en alternativas que permitan afianzar esta actividad, hacia una ganadería eco-eficiente y sustentable.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se desarrolló en la unidad productiva “El Sauce”, propiedad del señor Reinaldo Lame Perafán, ubicada en el corregimiento de Fondas, municipio de El Tambo, departamento del Cauca, a una altitud de 1900 msnm, con una precipitación anual de 2105 mm, distribuida en dos épocas del año, temperatura promedio de 19,4°C y humedad relativa del 80%. Este lugar se caracteriza porque es influenciado por los vientos cálidos del valle del Patía y la cuenca del Río Cauca.

El lugar del ensayo se encuentra localizado en las coordenadas 2°27'55" latitud norte y 76°48'39" longitud oeste (IGAC, 2009), a 45 kilómetros de la ciudad de Popayán (Figura 1).

Figura 1. Ubicación del lugar de estudio



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2013).

### 1.2 MARCO TEÓRICO

**1.2.1 Descripción general del municipio de El Tambo.** El municipio de El Tambo se encuentra ubicado en la zona central del Departamento del Cauca, es uno de los municipios de mayor extensión territorial. Se ubica a 1750 msnm de altitud y tiene temperatura promedio de 18°C. Posee tres pisos térmicos: frío, medio y cálido, que favorecen su gran diversidad de cultivos (IGAC, 2009). Según MADR (2013), el 25% del municipio está ocupado por bosques fragmentados y un 38,3% está dedicado a áreas agrícolas,



conformadas por un mosaico de cultivos permanentes con pastos, mosaico de pastos y matorrales y un 11,6% está cubierto por cultivos permanentes. Por el contrario, de acuerdo con IGAC (2008), la vocación forestal del municipio de El Tambo, abarca el 87% del municipio, donde la de protección abarca un 42% y la de protección-producción un 45%.

**1.2.2 Ganadería en el mundo.** La ganadería es la actividad humana que ocupa la mayor superficie de tierra; el área total dedicada a la producción ganadera es el 70% del área agrícola del planeta y el 30% de toda la superficie terrestre del mismo. Esta actividad pecuaria aporta un 40% del valor de la producción agrícola mundial, provee aproximadamente el 30% de la proteína para consumo humano en el mundo y sostiene los medios de vida y la seguridad alimentaria de casi 1300 millones de personas, pero al mismo tiempo impacta negativamente en todas las esferas del medioambiente: aire, suelo, agua y biodiversidad, influyendo en el cambio climático (Buitrago, Ospina y Narváez, 2018).

El sector ganadero es uno de los de mayor crecimiento en la economía agropecuaria; al igual que su transformación, ofrece oportunidades para el desarrollo agrícola, la reducción de la pobreza y la mejora de la seguridad alimentaria (FAO, 2014). Por este motivo resulta pertinente investigar e implementar nuevas tecnologías más eficientes, rentables y amigables con el medio ambiente, logrando desarrollar un sistema de alimentos más productivos y resistentes y climáticamente inteligente; se prevé un aumento del 70% para alimentar a una población que se estima alcance 9.600 millones de personas en 2050 (FAO, 2019).

**1.2.3 Ganadería en Colombia.** La ganadería colombiana se ha caracterizado por ser un sector de importancia dentro de la economía del país, que contribuye al 1,4% del PIB nacional, aporta el 21,8% del PIB agropecuario y el 48,7% del PIB pecuario; generando 810 mil empleos directos que representan el 6% del empleo nacional y el 19% del empleo agropecuario (FEDEGAN, 2017b). El área dedicada a la actividad pecuaria es de 34,4 millones ha, de las cuales el 60,4% corresponde a pastos y forrajes y el 21,7% a malezas y rastrojos, utilizados para la ganadería tradicional (DANE-CNA, 2014).

Actualmente Colombia cuenta con un inventario bovino 27.234.027 animales, en 623.794 predios (ICA, 2019). Esta actividad se desarrolla en todas las regiones y climas presentes en el país, en todas las escalas de producción, desde el minifundio lechero hasta la ganadería empresarial y también en diversas especialidades: cría, levante, ceba, lechería especializada y un gran componente de doble propósito. Desde el punto de vista de la orientación ganadera, la cría es la actividad que absorbe el mayor porcentaje del hato nacional con un 39%, mientras que un 35% se dedica a doble propósito, el 20% a la ceba y el 6% a lechería especializada (FEDEGAN, 2017b).

En los últimos años se ha tenido una disminución en la producción, fuertemente influenciada por las problemáticas ambientales. Entre 2009 y 2016 se han registrado tres fenómenos de “El Niño” y dos fenómenos de “La Niña” (FEDEGAN, 2017a) limitando la oferta forrajera; sumado a esto, la utilización de pasturas nativas de baja calidad nutricional y mal manejo,

han agravado esta situación llevando a tener cargas menores de 1 UGG por hectárea y el detrimento acelerado de los recursos naturales.

**1.2.4 Ganadería en el Cauca.** En el Departamento del Cauca la ganadería se basa en una producción doble propósito, con una base genética en proceso de mejoramiento y adaptada a las ecoregiones y pastos potencialmente mejorables, donde hay infraestructura ganadera adecuada para el manejo en finca (Morales, Vivas y Gómez, 2015). Si bien muy pocos de los suelos del departamento tienen vocación hacia la ganadería, la mayoría de municipios tienen terrenos dedicados a pasturas. Sólo el 2% del departamento tiene vocación hacia el pastoreo extensivo; sin embargo, a esta actividad son dedicadas 825.000 hectáreas (FEDEGAN, 2014), en las cuales se albergan 315.597 bovinos en 21.452 predios (ICA, 2019).

**1.2.5 Ganadería en El Tambo.** En los sistemas de producción del municipio de El Tambo, la ganadería ocupa una gran extensión territorial, basada en una producción doble propósito, bajo un sistema extensivo con animales de bajo porte genético y pastos naturales. Existen unas 81.200 hectáreas sembradas con pastos, de las cuales el 92,36% son praderas tradicionales, un 3,7% son pastos mejorados y el porcentaje restante (3,94%) es pasto de corte (Alcaldía de El Tambo, 2017), lo que genera bajos rendimientos de producción tanto en carne como en leche y se constituye en un renglón productivo de baja rentabilidad para la economía familiar y municipal. Actualmente el municipio de El Tambo cuenta con un inventario bovino de 15.441 animales, en 1.343 predios (ICA, 2019).

**1.2.6 Investigación de forrajes tropicales.** La Universidad del Cauca, el CIAT y algunas asociaciones de ganaderos del departamento, han venido generando estrategias a través de la investigación para el desarrollo de alternativas forrajeras novedosas, con especies tolerantes a las condiciones de sequía y baja calidad de suelos reinantes en la región; sin embargo, los estudios se han enfocado principalmente en la investigación de forrajes de clima cálido y medio. No obstante, es insuficiente la investigación hacia la optimización de la ganadería de clima medio, en el que es necesaria la optimización de la producción dado su potencial productivo ganadero alto, que no cuenta con las tecnologías forrajeras adecuadas para incrementar los indicadores productivos.

**1.2.7 Gramíneas.** Las gramíneas forman, sin lugar a dudas, uno de los grupos vegetales más importantes desde el punto de vista económico, debido a que el valor nutritivo de los forrajes está determinado por la presencia de altos porcentajes de sustancias nutritivas, como proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos que son necesarios para la salud, crecimiento y productividad de los animales, y por las adaptaciones biológicas que permiten su fácil y rápida reproducción vegetativa (Dávila y Sánchez, 1996).

Las gramíneas son plantas pertenecientes al grupo de las monocotiledóneas, que representan uno de los grupos vegetales más diversos en el mundo, pues ocupan el tercer lugar en cuanto al número de géneros y el quinto a nivel específico. En el mundo, la familia Poaceae o Gramineae incluye 702 géneros y 9675 especies (Clayton y Renvoize, 1986).

Los recursos forrajeros juegan un papel fundamental en la nutrición de rumiantes y proveen más del 90% de la energía consumida por estos en todo el mundo (Ochoa, 2011).

Las 10 accesiones de Rhodes grass (*Chloris gayana*) se evaluaron frente a cuatro testigos, que son forrajes de conocida adaptación al medio, estos son: Toledo (*Brachiaria brizantha*), Yaraguá (*Melinis minutiflora*), Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y Decumbens (*Brachiaria decumbens*).

**1.2.8 Generalidades *Brachiaria brizantha* cv. Toledo.** El cultivar Toledo se derivó directamente de la accesión brizantha CIAT 26110, recolectada el 15 de mayo de 1988 por G. Keller-Grein, investigador del CIAT, con colaboración de técnicos del Instituto Nacional de Investigación de Burundi (ISABU). El sitio de recolección está situado en el km 36 entre Bubanza y Bukinanyama en el Estado de Cibitoke, a 2° 53' de latitud sur y 26° 20' de longitud oeste, a 1510 msnm, con precipitación anual de 1710 mm (Lascano *et al.*, 2002).

**Morfología:** el *B. brizantha* cv Toledo es una gramínea perenne, semi-erecta a erecta que crece formando macollas y puede alcanzar hasta 1,60 m de altura. Produce tallos vigorosos capaces de enraizar a partir de los entrenudos, cuando entran en estrecho contacto con el suelo. Las hojas son lanceoladas con poca pubescencia y alcanzan hasta 60 cm de altura y 2,5 cm de ancho. La inflorescencia es una panícula de 40 a 50 cm de longitud, generalmente con cuatro racimos de 8 a 12 cm y una sola hilera de espiguillas sobre ellos. Cada tallo produce una o más inflorescencias provenientes de nudos diferentes, aunque la de mayor tamaño es la terminal (Lascano *et al.*, 2002).

El alto vigor de las plantas y el crecimiento agresivo de este cultivar, le permite competir adecuadamente con las malezas durante esta fase, siendo posible un primer pastoreo controlado entre 3 y 4 meses después de la siembra.

**Establecimiento:** se establece por medio de semilla gámica, aunque también se puede propagar por material vegetativo, caso en el que es necesario seleccionar cepas con raíces para tener un mayor éxito en el establecimiento. La siembra se hace al voleo o en surcos separados 0,5 m sobre el terreno preparado convencionalmente con arado y rastrillo, después de controlar la vegetación con herbicidas no-selectivos. La cantidad de semilla a utilizar depende de porcentaje de pureza, germinación (valor cultural) y método de siembra. Así, se utiliza entre 3 y 4 kg/ha para una semilla con un valor cultural 60% (Lascano *et al.*, 2002).

**Adaptación:** en Colombia tiene amplio rango de adaptación a climas y suelos, tolera sequías prolongadas y sombra. Crece bien en condiciones de trópico subhúmedo con periodos secos entre 5 y 6 meses, con promedios de lluvia anual de 1600 mm y en localidades de trópico muy húmedo con precipitaciones anuales superiores a 3500 mm. Aunque se desarrolla bien en suelos ácidos de baja fertilidad, su mejor desempeño se ha observado en suelos de mediana a buena fertilidad. Tolerancia a suelos arenosos y persiste en aquellos mal

drenados, aunque su crecimiento se ve afectado si se mantiene un nivel freático próximo a la superficie del suelo por más de 30 días (Lascano *et al.*, 2002).

Productividad y valor nutritivo: presenta alta producción de forraje en un rango amplio de ecosistemas y suelos, con rendimientos anuales de forraje cercanos a las 30 toneladas de materia seca por hectárea (Lascano *et al.*, 2002). En valor nutritivo, los contenidos de proteína en praderas bien manejadas están entre 7 a 14% y la digestibilidad entre 55 a 70% (Peters, Franco e Hincapié, 2011).

Plagas y enfermedades: el cultivar Toledo no tiene resistencia de tipo antibiosis al ataque de cercópodos (Homoptera), conocidos comúnmente como salivazo de los pastos, aunque el daño causado por el insecto es bajo, el pasto fue clasificado como susceptible a la plaga, ya que el nivel de supervivencia de ninfas es muy alto. Se ha observado también que esta gramínea tolera ataques de *Rhizoctania* sp. y otros hongos presentes en el suelo como *Pythium* sp. y *Fusarium* sp. La mayor tolerancia de este cultivar al ataque de hongos foliares, podría estar asociada a la presencia de endófitos del género *Hyalodendron* en el tejido foliar. Durante la época de floración es posible observar la presencia de carbón (*Tilletia ayresii*) en las espiguillas; aunque su ataque es moderado, es necesario utilizar prácticas culturales de manejo para su control (Lascano *et al.*, 2002).

Usos: el cultivar Toledo ha sido utilizado bajo pastoreo con bovinos. Por su hábito de crecimiento en forma de macollas, se asocia bien con leguminosas forrajeras estoloníferas como *Arachis pintoii* y *Centrosema molle*, resultando una mejor cobertura del suelo y calidad forrajera. Aunque es una gramínea adecuada para pastoreo, podría ser utilizada en sistemas de corte y acarreo por su alto vigor de crecimiento (Lascano *et al.*, 2002).

Cuadro 1. Características de *B. brizantha* cv. Toledo

Familia	Gramínea
Ciclo vegetativo	perenne, persistente
Adaptación pH	4.0 - 8.0
Fertilidad del suelo	Media, alta
Altitud (msnm)	0 – 1800
Precipitación	1000 - 3500 mm
Valor nutritivo	Proteína 7 -14%; digestibilidad 50 - 70%
Utilización	Pastoreo, corte, acarreo y barreras vivas.

Fuente: Peters *et al.*, 2011

Cuadro 2. Nombres científicos y comunes

Género/Especie	Español	Inglés	Portugués
<i>Brachiaria Griseb.</i> <i>B. brizantha</i> (Hochst. Ex A. Rich) Stapf ( <i>Panicum brizanthum</i> Hochst.)	brachiaria de Abisinia, estrella de África, pasto alambre, pasto señal, señal zacate señal, zacate signal	bread grass, Ceylon sheep grass, palisadegrass, palisade grass, signal grass	brizantha, capim braquiária, capim Marandú, capim ocinde, Marandú

Fuente: Mejía, 1984.

**1.2.9 Generalidades *Brachiaria decumbens*.** Es nativo de Uganda y otros países tropicales del África Oriental, de hábito decumbente y alto potencial de adaptación a un amplio rango de suelos y climas (Contreras, 2006).

**Morfología:** esta especie se caracteriza por ser una planta herbácea, perenne, semierecta a postrada, de 30 a 100 cm de altura. Sus raíces son fuertes y duras, con presencia de pequeños rizomas. Las hojas son lanceoladas, miden entre 20 y 40 cm de largo y de 10 a 20 mm de ancho y están cubiertas por tricomas. La inflorescencia es en forma de panícula racimosa, de 25 a 47 cm de longitud, formada por dos a cinco racimos de 4 a 10 cm de largo (Olivera, Machado y Del Pozo, 2006).

**Establecimiento:** se establece por semilla, utilizando de 3 a 4 kg/ha de semilla escarificada, o de forma vegetativa utilizando estolones o cepas; se requiere de aproximadamente 60 bultos de material vegetativo por hectárea. Cubre rápidamente el suelo, tiene buena persistencia y productividad; los estolones enraizan bien. En el establecimiento, dependiendo del análisis del suelo, es necesario hacer una aplicación de 20 kg/ha de fósforo (P) y 25 kg/ha de potasio (K). Si el pasto está en monocultivo, es necesario aplicar 20 kg/ha de nitrógeno (N) cuando alcance una altura de 20 a 30 cm (Arango *et al.*, 2016).

**Adaptación:** se adapta a un rango amplio de ecosistemas, desde el nivel del mar hasta 1800 m, con precipitaciones entre 1000 y 3500 mm al año y temperaturas por encima de los 19°C. Crece muy bien en regiones de baja fertilidad y pH de 3.5 a 7; tolera saturaciones altas de aluminio, sequías moderadas, sombra intermedia y quema. Se recupera rápidamente después de los pastoreos, compite bien con las malezas, no soporta encharcamientos prolongados (Peters *et al.*, 2011).

**Plagas y enfermedades:** susceptibilidad al mión de los pastos, conocido también como salivazo (Contreras, 2006).

**Usos:** se utiliza para pastoreo; no se debe usar para ovejas, cabras y bovinos jóvenes por problemas ligados a fotosensibilización, cuando los animales pastorean solamente en esta especie (Contreras, 2006).

**Cuadro 3. Características de *B. decumbens***

Familia	Gramínea
Ciclo vegetativo	Perenne, persistente
Adaptación pH	3.8- 7,5
Fertilidad del suelo	Baja
Altitud	0 – 1800 msnm
Precipitación	1000-3500 mm
Valor nutritivo	Proteína 8-10%, digestibilidad 50-60%
Utilización	Pastoreo

Fuente: Peters *et al.*, 2011.

Cuadro 4. Nombres científicos y comunes

Género/Especie	Español	Inglés	Portugués
Brachiaria Griseb. <i>B. decumbens</i> Stapf	braquiaria, decumbens, pasto alambre, pasto braquiaria, pasto chontalpo, pasto de la palizada, pasto de las orillas, pasto peludo, pasto prodigio, zacate prodigio	Kenya sheep rass, sheep grass, signal-grass, signal grass, Surinam grass	braquiária, braquiária comun, braquiária de alho, capim braquiária, decumbens

Fuente: Mejía, 1984.

**1.2.10 Generalidades de *Chloris gayana*.** De acuerdo con Bogdan (1969) “es originaria de África tropical y subtropical” (Ruolo, 2017).

**Morfología:** es una gramínea perenne, estolonífera y macolladora de hasta 1,7 m de alto. El tallo es glabro, algunas veces ramificado, con nudos comprimidos. Las hojas presentan vainas de 4,5 a 14 cm de longitud, láminas aplanadas, hasta de 55 cm de longitud por 5 a 10 mm de ancho. La inflorescencia es de 12 a 30 cm de longitud con espigas en número de 7 a 22 y de 7,5 a 10,5 cm de longitud, con una a varias espigas adicionales arriba o abajo. Flor fértil en el callo (Metzler, Papa y Tuesca, 2014). Sus raíces robustas y profundas le confieren un apreciable grado de resistencia a la sequía, es moderadamente resistente a las heladas (Pérez, 2005).

Esta especie presenta formas diploides y tetraploides, que pueden diferir en hábitos de crecimiento, momento de floración, producción de semillas, producción de materia seca, calidad y tolerancia a la sequía, heladas y salinidad (Pérez, 2005). Según Quero (2013), los tipos tetraploides son generalmente de mayor tamaño y vigor, con hojas de mayor porte. De acuerdo a Loch y Ferguson (1999) citados por Quero (2013), “los tetraploides son originarios de latitudes cercanas al Ecuador (<20 °C) y los diploides de regiones más lejanas a éste”.

**Establecimiento:** se propaga a través de semilla, con una densidad de 1 kg/ha y a 1 cm de profundidad; la siembra a veces se dificulta porque la semilla tiene pelusa y tiende a apelmazarse, por lo que se recomienda mezclarla con aserrín. Germina en los primeros siete días y crece rápido (Peters *et al.*, 2011). El establecimiento en forma vegetativa utiliza cepas o estolones; el material de siembra puede obtenerse rompiendo grupos más grandes en trozos, o usando pequeñas plantas a lo largo de los estolones que se establece fácilmente (Gutiérrez, 2018).

La raíz de Rhodes ha sido reportada con crecimiento destacado al establecimiento, en comparación con otros pastos resistentes a sequía, alcanzando hasta 45 cm a los 60 días, 156 cm a los 90 días y 340 cm a los 150 días después de la siembra en suelos profundos (Quero, 2013).

Adaptación: es un pasto que crece bien desde 0 – 2000 msnm, con una precipitación de 500 a 1500mm. En el campo generalmente se planta en áreas con precipitaciones de 700 a 1200 mm, pero ha tenido éxito con promedios anuales más bajos. Aunque no crece con más de 1800 mm de lluvia (Gutiérrez, 2018), puede soportar de 4 a 6 meses de sequía; no crece en zonas húmedas, tolera frío y quema y altos niveles de sodio (Na) en el suelo. Se adapta a suelos con pH de 5.5 a 7.5, no crece bien en suelos muy ácidos y arcillosos, es susceptible a toxicidad de manganeso (Mn) y tiene poca tolerancia a la sombra. Se puede comportar como anual con ciertas condiciones climáticas (Peters *et al.*, 2011).

Productividad y valor nutritivo: produce entre 10 y 25 t de MS/ha/año, es palatable, con un contenido de proteína que varía según la edad, porque pierde calidad rápidamente; contenido de proteína entre 5 y 9%; tiene digestibilidad de 40 y 80% (Peters *et al.*, 2011).

Plagas y enfermedades: es un pasto que se adapta a diferentes climas, severamente atacado por mión y Blissus (Peters *et al.*, 2011).

Usos: por su hábito de crecimiento, tiene fácil recuperación y resistencia al pisoteo, condiciones que lo hacen un material excelente para pastoreo y heno (Peters *et al.*, 2011).

Cuadro 5. Características de *Chloris gayana*

Familia	Gramínea
Ciclo vegetativo	Perenne
Adaptación pH	5,5 – 7,5
Fertilidad del suelo	Baja a media
Altitud	0 - 2000 msnm
Precipitación	500 - 1500 mm
Valor nutritivo	Proteína 5 – 9%, digestibilidad 40 – 80%
Utilización	Pastoreo y heno

Fuente: Peters *et al.*, 2011.

Cuadro 6. Nombres científicos y comunes

Género/Especie	Español	Inglés	Portugués
<i>Chloris sw.</i>	grama Rhodes, grama de Rhodes, pasto Rhodes, pastorodes, Rhodes, rodes, zacte	Rhodes grass, Rhodesgrass	capim de Rhodes, campim Rhodes, Rhodes
<i>C. gayana kunth.</i>	pata de gallo, zacate Rhodes		

Fuente: Mejía, 1984.

**1.2.11 Generalidades *Cynodon nlemfuensis*.** Es nativo del este de África y se encuentra distribuido a través de las regiones tropicales del mundo. Fue introducido a nuestro país entre los años 1962-1967, causando furor en la Costa del Golfo; este pasto se denomina comúnmente como Estrella Africana o pasto Estrella de África (Velásquez, 2010).

Morfología: es una gramínea perenne de vida larga, frondosa y rastrera; produce estolones de rápido crecimiento con largos entrenudos y sus tallos pueden alcanzar hasta 3m de longitud; es una especie no rizomatosa que alcanza una altura de 80 cm a 1 m. Posee hojas exuberantes con vellos en forma de lanza; la inflorescencia presenta de 2 a 5 espiguillas solitarias de 2 a 3 mm (Velásquez, 2010).

Adaptación: tolera bien el calor, la sequía y los suelos de baja calidad; resiste también los suelos ácidos y los salinos, prospera en una amplia gama de suelos que se encuentran en el Trópico Mexicano, así como a los diversos climas tropicales y subtropicales. Su desarrollo óptimo se logra en suelos con textura franca de alta fertilidad y buen drenaje. Crece desde el nivel del mar hasta 1,300 m y en áreas desde 900 a 2.200 mm de precipitación pluvial (Velásquez, 2010).

Productividad y valor nutritivo: en suelos fértiles o con niveles altos de fertilización produce de 20 a 30 t de MS/ha/año, su valor nutritivo es alto con contenidos de PC entre 10 y 15% y una digestibilidad de 60 a 70% (Peters *et al.*, 2011).

Plagas y enfermedades: aunque no son muy comunes, la acumulación de forraje en el pasto Estrella permite que aparezcan insectos como falso medidor y mosca pinta, entre otros, que deben controlarse con insecticidas como el Sevín granulado en 2 a 3 aspersiones por ciclo, dependiendo del grado de ataque (Velásquez, 2010).

Usos: el pasto estrella es utilizado en pastoreo, control de erosión, corte, acarreo, heno y ensilaje (Velásquez, 2010).

Cuadro 7. Características de *Cynodon nlemfluensis*

Familia	Gramínea
Ciclo vegetativo	perenne, persistente
Adaptación pH	4.5 - 8.0
Fertilidad del suelo	Media, alta
Altitud (msnm)	0 – 2000
Precipitación	800 - 3500 mm
Valor nutritivo	Proteína 10 – 15%, digestibilidad 60 – 70%
Utilización	Pastoreo, control de erosión, corte, acarreo, heno y ensilaje

Fuente: Peters *et al.*, 2011.

Cuadro 8. Nombres científicos y comunes

Género/Especie	Español	Inglés	Portugués
<i>Cynodon L.C. Rich.</i>	estrella, estrella mejorado, pasto couch,	star grass	capim estrella
<i>C. nlemfuensis</i>	pasto estrella	bermuda grass	
Vanderyst.	bermuda		

Fuente: Mejía, 1984.



**1.2.12 Generalidades *Melinis minutiflora*.** Es originaria del Oeste de África tropical, Angola y Camerún (Meri, 2011).

Morfología: planta perenne de crecimiento en macollas poco compactas, semi-erecta, puede alcanzar 1.5 m de altura y las hojas están cubiertas de pelos blancos que segregan un aceite aromático y viscoso que repele las garrapatas y otros insectos. Presenta inflorescencia terminal en panícula compuesta, plumosa de 10 a 25 cm de largo, de color rojo, las semillas son livianas y presentan aristas (Peters *et al.*, 2011).

Establecimiento: se propaga a través de semilla, aunque su germinación es baja, con una densidad de 2.5 a 4.5 kg/ha, regada al voleo y tapada superficialmente; en propagación vegetativa crece rápido, compite con las malezas y se asocia bien con leguminosas (Peters *et al.*, 2011).

Adaptación: crece bien desde 0–2200 msnm con una precipitación de 800 – 3000 mm; no es resistente a la quema. Se adapta bien a un alto rango de condiciones de suelos, tanto físicos como químicos; crece muy bien en ecosistemas de sabanas, pero no tolera sequía ni encharcamiento prolongado (Peters *et al.*, 2011).

Plagas y enfermedades. Es atacado por *Rhizoctonia solani* y salivazo (Arce, Quiñones y Rocha, 2013).

Usos: al ser una especie altamente invasiva, en algunos países es considerada como maleza, pero en el trópico se utiliza para pastoreo (Peters *et al.*, 2011).

Cuadro 9. Características *Melinis minutiflora*

Familia	Gramínea
Ciclo vegetativo	perenne, persistente
Adaptación pH	4,0 - 7,5
Fertilidad del suelo	Baja a media
Altitud (msnm)	0 – 2200
Precipitación	800 - 3000 mm
Valor nutritivo	Proteína 6 – 10%, digestibilidad 50 – 55%
Utilización	Pastoreo

Fuente: Peters *et al.*, 2011.

Cuadro 10. Nombres científicos y comunes

Género/Especie	Español	Inglés	Portugués
<i>Melinis</i> Breauv.	calingeiro, calingero, catingero, cebo de Flandes, chopin,	bentgrass, Brazilian stink grass, fett grass, honey grass,	capim cabelo de negro, capim calingero, capim
<i>M. Minutiflora</i> Breav.	gordura, hierba de melano, hierba del	melassesgrass, molass grass,	catingeiro meloso, capim-catingeito

Cuadro 10. (Continuación)

Género/Especie	Español	Inglés	Portugués
<i>Melinis</i> Breauv. <i>M. Minutiflora</i> Breav.	Brasil, hierva gordura, hierva melao, melano, melaza, pasto caliguero, pasto chopin, pasto gordura, pasto melado, pasto melaza, pasto melinida, pasto molasses, sebo de Flandes, yaraguá, yaraguá de Colombia, yaraguá falso, yaraguá peludo, yerba gordura, yerba melado, yerba yaraguá, zacate gorura, zacate melado, meloso	molassaes grass, molassesgrass, stink grass, whyne grass, winne grass	meloso, capim gordo, capim gordura, capim-gordura, capim melado, capim meloso, capim-roxo, catingueiro, gordura roxo, yaraguá

Fuente: Mejía, 1984.

### 1.3 ANTECEDENTES

Pesqueira, Otondo y García (2017), realizaron un trabajo de “Producción de biomasa, cobertura y calidad forrajera de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* en un suelo alcalino sódico de la Depresión del Salado”, en la que evaluaron el comportamiento de *Panicum coloratum* cv. Klein Verde y *Chloris gayana* cv. Finecut durante cuatro ciclos de crecimiento en la Cuenca del Salado, comparando los resultados con el pastizal natural y con *Agropyron elongatum*.

Los parámetros de evaluación se realizaron en cada ciclo de crecimiento, realizando dos cortes. De cada corte se determinó proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Concluyeron que *P. coloratum* cv. Klein Verde y *C. gayana* cv. Finecut, mantuvieron su perennidad y siguieron produciendo biomasa con calidad forrajera aceptable. *P. coloratum*, en promedio de los ciclos evaluados, superó en productividad al *Agropyron elongatum* y al pastizal, y no se diferenció de *C. gayana*. La calidad forrajera en términos de digestibilidad y contenido de fibra, no mostró diferencias.

Mangieri (2013) evaluó la producción de biomasa de *Chloris gayana* (cv. Topcut), *Panicum coloratum* (cv. Klein) y grama natural en el oeste de la provincia de Buenos Aires, durante la estación estival, en un suelo clase Illws3. Utilizó un diseño de bloques al azar con dos tratamientos y dos repeticiones. El rendimiento de las especies difirió significativamente ( $p$  valor < 0.05). Los datos obtenidos del primer año de producción para la grama Rhodes fueron de 7503,5 kg MS/ha, mientras para el mijo perenne 6454 kg MS/ha y para la grama natural fue de 2980 kg MS/ha. Los resultados obtenidos confirman la elevada capacidad productiva de estas especies cuando se las compara con un pastizal natural, la adecuada aceptación por parte de los animales y cierto efecto recuperador del suelo.

Gutiérrez (2018) realizó la evaluación de germoplasma forrajero con uso potencial en el enclave subxerofítico del Patía, Cauca, Colombia. Las especies seleccionadas fueron *Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana* y leguminosas arbustivas. Se evaluaron 20 accesiones de *Chloris gayana* provenientes del este del África del banco de recursos genéticos del International Livestock Research Institute en cuatro localidades contrastantes, dentro de una misma zona agroecológica del valle geográfico del río Patía. En las evaluaciones agronómicas se midieron variables como: vigor, cobertura, altura, malezas, plagas y enfermedades, floración y producción de forraje en términos de materia seca y calidad nutricional. Al finalizar la investigación, en el caso de *Chloris gayana* las mejores accesiones teniendo en cuenta la interacción genotipo ambiente y las épocas contrastantes fueron ILRI 13330, ILRI 10097, ILRI 10225, ILRI 1053, ILRI 6633 y ILRI 6631.

Llanos y Salazar (2018), realizaron la evaluación agronómica de 12 gramíneas forrajeras bajo sombrero en el municipio de Popayán - Cauca. Los materiales evaluados bajo diferentes intensidades de sombra (0%, 23%, 37% y 48%) fueron: *B. brizantha* cv. (26124, Marandú, Piatá y Toledo), *B. híbrido* cv. (Caymán, Cobra, Mulato II), *B. decumbens*, *B. mutica*, *C. gayana* Kunth, *C. nlemfuensis* y *Megathyrsus máximo* cv. Mombasa, siendo la *B. brizantha* cv. Toledo y el *M. máximo* cv. Mombasa los que presentaron el mejor rendimiento, con una producción de materia seca de 35.8 ton/ha/año y 31.6 ton/ha/año respectivamente; *C. gayana* kunth, *B. decumbens* y *C. nlemfuensis* presentaron producciones de materia seca inferiores a estos materiales con valores de 25,4 ton/ha/año, 27.9 ton/ha/año y 6.6 ton/ha/año, respectivamente.

Urriecariet (2013) realizó la evaluación de la producción de biomasa de dos cultivares de *Chloris gayana* Kunth (cv. Finecut y cv. topcut), en la zona agroclimática de la Cuenca del Salado, en Buenos Aires, Argentina. La evaluación de producción de estos cultivares se realizó durante tres años consecutivos, obteniendo producciones para Finecut de 6292, 8839 y 3998 (kg MS/ha) y para el cultivar Topcut de 4602, 4136 y 5942 (kg MS/ha) respectivamente. En conclusión, se puede decir que las producciones de biomasa obtenidas, indican que esta especie podría ser interesante para incrementar la producción forrajera estival en estos ambientes.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 ANÁLISIS DE SUELO

Se tomaron sub-muestras de suelo en un recorrido en zig-zag, la profundidad fue entre 0-20 cm en diferentes puntos del área de investigación; se mezclaron homogéneamente y se enviaron 1000 g de muestra para su análisis químico completo, en el laboratorio de servicios analíticos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Los resultados se presentan en el Anexo A.

### 2.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

En el cuadro 11 se relacionan las 10 accesiones de Rhodess, material vegetativo suministrado por el CIAT, proveniente de una colección mayor evaluada en los municipios de Patía y Bolívar, Cauca, por el grupo de investigación Nutrición Agropecuaria NUTRIFACA. Se seleccionó por referentes de investigación de la colección mayor que dispone dicho banco de germoplasma; en el caso de los testigos, se utilizó material vegetativo recolectado de los cultivos comerciales establecidos en la finca “El Sauce”.

Cuadro 11. Material experimental de ensayo

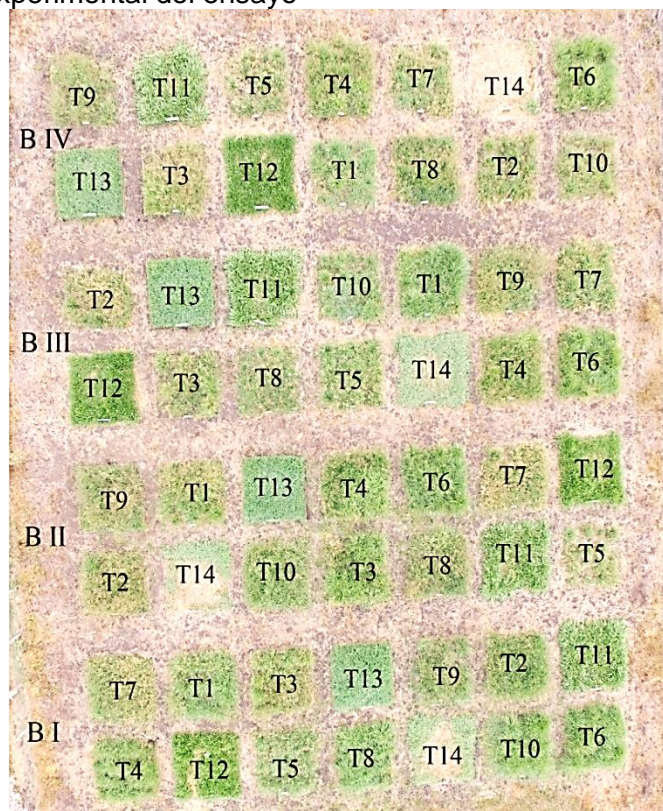
Tratamiento	Especie
T 1	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 645
T 2	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 981
T 3	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 6631
T 4	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 6633
T 5	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 7384
T 6	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 7757
T 7	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 10097
T 8	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 13072
T 9	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 13329
T 10	<i>C. gayana</i> accesión ILRI 15573
T 11	<i>B. brizantha</i> cv. Toledo
T 12	<i>B. decumbens</i>
T 13	<i>C. nlemfuensis</i>
T 14	<i>M. minutiflora</i>

### 2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se trabajó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con 14 tratamientos (10 accesiones Rhodess grass y cuatro testigos), con cuatro repeticiones que corresponden a los bloques trazados de forma perpendicular a la pendiente del lote. Se delimitó un área total de 2000 m<sup>2</sup>, donde cada tratamiento se dispuso en un área de 9 m<sup>2</sup> (3m x 3m), con 1m entre tratamientos y 2m entre bloques, como se muestra en la Figura 2. El factor bloqueado

fue la pendiente del terreno en razón a la heterogeneidad del suelo por la topografía. La distribución de los tratamientos fue aleatorizada dentro de los bloques.

Figura 2. Diseño Experimental del ensayo



## 2.4 ACTIVIDADES AGRONÓMICAS

**2.4.1 Preparación del terreno.** Se seleccionó un terreno de 2000 m<sup>2</sup>, el cual se delimitó y luego se realizó la aplicación de herbicida (Figura 3), para controlar especies no deseadas que compitan por nutrientes durante el establecimiento de la colección. Posteriormente se realizó preparación del terreno mediante tracción animal (Figura 4), seguido de la aplicación de enmiendas (calfos) a razón de 0,5 ton/ha, como correctivo de pH y para mejorar la disponibilidad de fósforo y bases en el terreno, teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelos.

**2.4.2 Siembra.** Se realizó el 16 de diciembre del 2017, iniciando con el trazado de los bloques y tratamientos, como se observa en la figura 5. Para el establecimiento de los 14 materiales experimentales se utilizó material vegetativo. La distancia entre siembra del *C. nlemfuensis* fue de 50 cm entre surco, para *B. brizantha* cv. Toledo (Figura 6), *B. decumbens* y *M. minutiflora* las distancias de siembra fueron de 50 cm entre plantas, obteniendo una densidad de siembra de 49 plantas en cada tratamiento.



Figura 3. Aplicación de herbicida



Figura 4. Arado del terreno



En la siembra de *Chloris gayana* (Figura 7) las distancias fueron de 60 cm entre plantas, obteniendo una densidad de siembra de 20 a 25 plantas por parcela, debido a que la disposición del material fue limitada. En los primeros 15 días de establecido el ensayo se registró una precipitación acumulada de 130 mm, según registros de Cenicafé (2018).

Figura 5. Trazado del terreno



Figura 6. Siembra de *Brachiaria brizantha*



Figura 7. Siembra de *Chloris gayana*



**2.4.3 Resiembra.** Solo se llevó a cabo en la colección de *C. gayana*, tomando estolones y macollas de las parcelas con mayor cobertura y llevándolas a las áreas más despobladas, garantizando que no hubiera mezcla entre accesiones de la colección.

**2.4.4 Manejo en el establecimiento.** El control de arvenses al interior de las parcelas fue manual, la limpieza de las calles con métodos mecánicos (guadaña) y el control químico mediante la aplicación de glifosato.

Luego de 16 semanas de establecido el material experimental en campo, se realizó el corte de estandarización a 20 cm del suelo, con el fin de garantizar que los diferentes genotipos presentaran igualdad de condiciones, para dar inicio a las evaluaciones agronómicas.

**2.4.5 Análisis Estadístico.** Los datos recopilados en campo de la fase de la evaluación agronómica y componente nutricional, se analizaron mediante herramientas de estadística descriptiva y una representación gráfica en diagramas de barras. Con el fin de determinar



la existencia de diferencias estadísticas entre bloques y tratamientos, se realizó un análisis de varianza ANOVA ( $p < 0,05$ ) (Anexo B); al encontrar diferencias, se hizo la prueba de rangos múltiples de Duncan (Anexo C), la cual determina el mejor tratamiento. Para el análisis de la información se utilizó el programa estadístico SPSS Versión 20.0.

**2.4.6 Variables evaluadas.** El desempeño y adaptación de los materiales, fue evaluado bajo la metodología de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIET). Se hizo énfasis en la evaluación de la producción de cada genotipo, como respuesta de su adaptación al medio (Toledo, 1982); estas mediciones se efectuaron bajo periodos contrastantes de precipitación. Durante el proceso de evaluación se tuvieron en cuenta las siguientes variables.

Cobertura de acuerdo con la proporción de área cubierta de la superficie del suelo por las especies, se le asignaron valores dentro del rango de 0 a 100% (Toledo, 1982).

Vigor expresado por el estado de la planta, color, crecimiento y sanidad en una escala de 1 a 5, siendo 1 el peor y 5 el mejor, teniendo como patrón de comparación todo el ensayo (Vivas, 2005).

Altura de plantas: se mide en centímetros desde el suelo hasta la última hoja formada en el punto más alto de la planta, sin estirarla y sin contar las inflorescencias (Toledo, 1982) (Figura 8).

Figura 8. Medición de altura de plantas



**Malezas:** porcentaje del área cubierta por especies no deseadas.

**Floración:** porcentaje de plantas que se encuentran en el proceso de producción de semilla.



**Presencia de plagas:** en cada tratamiento se evaluó el daño causado por plagas al cultivo, calificado de la siguiente manera: 1 = Presencia del insecto (daño inferior al 1%); 2 = Daño leve (1-10%); 3 = Daño moderado (11-20%); y, 4 = Daño grave (más del 30%) (Toledo, 1982).

**Presencia de enfermedades:** para cada parcela se debe evaluar la presencia de enfermedades según la escala de 1 a 4, donde 1 se considera como presencia de la enfermedad y 4 un daño severo o grave, calificado de la siguiente manera 1 = Presencia de la enfermedad (5% de plantas afectadas); 2 = Daño leve (5-20% de plantas afectadas); 3 = Daño moderado (20-40% de plantas afectadas); y, 4 = Daño severo o grave (más del 50% de las plantas afectadas) (Toledo, 1982).

**Producción de forraje verde:** se evaluó a las 6 semanas de rebrote, con el objetivo de identificar la cantidad de biomasa que genera cada una de las accesiones evaluadas. El aforo se realizó con un marco de 0,5 x 0,5 metros, el cual fue lanzado al azar en cada tratamiento; se cortó el forraje dentro del marco a 20 cm de altura, simulando el consumo por parte del animal. Se realizaron cuatro evaluaciones de producción: dos en época seca y dos en época de lluvias.

**Producción de materia seca:** de la materia verde total recolectada (MVT), se pesaron submuestras de 200g de cada bloque experimental, las cuales se llevaron a un proceso de secado en horno con temperaturas entre 60°C y 70°C y ventilación controlada durante 48 horas. Con el peso final, se estimó la producción de materia mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$MS/m^2 = \frac{PF * ps}{pf} \quad (\text{Ec. 1})$$

En donde:

PF = Peso fresco de la muestra.  
pf = Peso fresco de la submuestra  
ps = Peso seco de la submuestra

**Calidad Nutricional:** la valoración nutricional de los forrajes utilizados en esta investigación, se realizó sobre muestras de la cuarta evaluación agronómica, en la cual se realizó un aforo de cada tratamiento en cada repetición. Posteriormente se hizo una mezcla homogénea del material y se sacó una sub-muestra de 200 gramos, que fue enviada al laboratorio de calidad de forrajes y nutrición animal del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, donde se evaluó la composición nutricional en términos de Materia Seca (MS), Proteína cruda (PC), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida (FDA) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

**Prueba Exploratoria de Cafetería:** de acuerdo con Pinto (2009), “se define la prueba de cafetería como el método de evaluación por el cual se determina la palatabilidad o preferencia de un alimento (como forrajes) por parte de un animal. Para ello, se ofrecen simultáneamente diferentes especies en un determinado periodo de tiempo, generando competencia entre ellas y haciendo de este un método eficiente para evaluar la palatabilidad” (Borrego y Collazos, 2014).

La prueba de cafetería permite identificar en medio de un coctel de forrajes (*Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria decumbens*, *Chloris gayana*, *Cynodon nlemfuensis* y *Melinis minutiflora*) las especies más palatables para los animales; de esta manera se crea un abanico de opciones forrajeras, teniendo en cuenta además del comportamiento agronómico y la calidad nutricional; la preferencia o consumo por los animales. Esta prueba se realizó en la época de lluvia, con la entrada de 10 bovinos mestizos de aproximadamente 400 kg al lugar del ensayo, que permanecieron en el área durante 48 horas.

La disponibilidad de forraje verde se determinó mediante aforo, con un marco de 0,50 m x 0,50 m colocado al azar en cada parcela y cortando con tijeras todo el forraje que se disponía dentro del marco; la muestra se almacenó en bolsas de papel kraft rotuladas e inmediatamente pesadas. Este procedimiento se realizó en dos tiempos: el día anterior a la entrada de los animales y el día posterior que salieron del lote. De esta forma se obtuvo el peso de forraje verde disponible y el remanente después del pastoreo, para obtener el forraje consumido por diferencia, que se clasificó según el cuadro siguiente:

## 12. Clasificación del consumo del forraje

Categoría	Descripción	Calificación
1	Consumo menor al 60%	Bajo
2	Consumo entre 60 y 69%	Regular
3	Consumo entre el 70 y 79%	Bueno
4	Consumo entre el 80 y 89%	Muy bueno
5	Consumo mayor o igual 90%	Excelente

**Condiciones climáticas:** se tuvieron en cuenta los promedios de temperatura y precipitación del año 2018 (Cuadro 13), tomados de la estación meteorológica de CENICAFÉ Manuel Mejía en El Tambo, Cauca.

Cuadro 13. Precipitación y temperatura en 2018

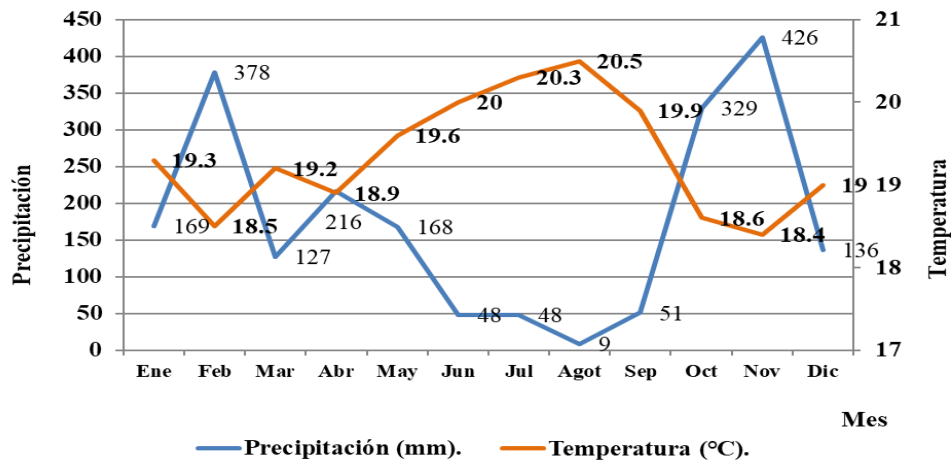
Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	169	19.3
Febrero	378	18.5
Marzo	127	19.2
Abril	216	18.9
Mayo	168	19.6
Junio	48	20
Julio	48	20.3

Cuadro 13. (Continuación)

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Agosto	9	20.5
Septiembre	51	19.9
Octubre	329	18.6
Noviembre	426	18.4
Diciembre	136	19
	$\sum 2105$	$\bar{x} 19.4$

Fuente: Estación meteorológica Manuel Mejía, El Tambo, Cauca.

Figura 9. Comportamiento de las variables climáticas (Precipitación y Temperatura)



Fuente: Estación meteorológica Manuel Mejía, El Tambo, Cauca

Como se observa en la figura 9, la distribución de lluvia es bimodal con dos periodos lluviosos que van de febrero a mayo y de octubre a diciembre, siendo noviembre el mes más lluvioso del año con una precipitación de 426 mm. El periodo o estación seca corresponde a los meses de junio a septiembre, siendo agosto el mes menos lluvioso con una precipitación de 9mm. Para el año 2018 se presentó una temperatura media de 19.4°C y una precipitación acumulada de 2105 mm. Estas condiciones son normales y corresponden al comportamiento presentado en la zona en los últimos años.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 ANÁLISIS DE SUELOS

En el cuadro 14, se presentan los resultados del análisis de suelo del área experimental en que se desarrolló la investigación. Para la interpretación se tuvo en cuenta la metodología propuesta por la SCCS (2013).

Cuadro 14. Resultado del Análisis de suelo

Ítem	Resultado
pH (Un)	5.09
C Oxid (g/kg)	110
MO (g/kg)	252
P- Brayll (mg/kg)	2,59
Ca (cmol/kg)	4,12
Mg (cmol/kg)	1,79
K (cmol/kg)	0,47
Al (cmol/kg)	1,25
Na (cmol/kg)	NA
ClCe (cmol/kg)	7,63
CIC (cmol/kg)	NA
Fe (mg/kg)	3.05
Mn (mg/kg)	17,01
Cu (mg/kg)	0,184
Zn (mg/kg)	3,88
B (mg/kg)	0,356
S (mg/kg)	45,2

Fuente: Laboratorio de servicios analíticos, CIAT, 2019

El pH (5,09) se cataloga como fuertemente ácido, condición que se encuentran por debajo del pH óptimo para Rhodes grass, que según Peters et al. (2011), es de 5,5-7,5. El contenido de materia orgánica (252 g/kg) es muy alto, característica de aquellos suelos con horizontes profundos (112 cm) con vocación agrícola (Gómez, 2011).

El contenido de fósforo (2,59 mg/kg) es muy bajo, se encuentra por debajo del requerimiento mínimo para las gramíneas (10 mg/kg), condición por la cual se aplicó enmiendas a base de roca fosfórica (calfos) a razón de 0,5 ton/ha. Las relaciones catiónicas: Ca/Mg (2,29) es una relación ideal; Ca/K (8,75) es adecuada, Mg/K (3,81); es aceptable; Ca + Mg/K (12,56) es adecuada para el potasio y la relación (Ca + Mg + k)/Al (5,1), es adecuada; razón por la cual no se requiere aplicar cal.

En contexto las condiciones químicas del suelo en el área experimental, excepto el fósforo, se encuentran dentro del rango de los requerimientos nutricionales para la siembra de los

materiales experimentales, debido a que la cantidad de elementos presentes en el suelo, no representan una limitante para el buen desarrollo de los forrajes (Gómez, 2011).

Los resultados evaluados se presentan a partir del análisis del comportamiento de las variables agronómicas y edafoclimáticas de la zona de estudio (temperatura, precipitación y análisis de suelo), de la composición nutricional de los tratamientos y la prueba exploratoria de cafetería, con el fin de seleccionar materiales promisorios que puedan ser incluidos como alternativas forrajeras para la alimentación del ganado, bajo las condiciones agroclimáticas del municipio de El Tambo.

## 3.2 VARIABLES AGRONÓMICAS

Al realizar el análisis de varianza ANOVA para la época de lluvias, se determinó que las variables que presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) fueron: vigor, porcentaje de cobertura, altura, porcentaje de maleza, enfermedades y floración. Para la época de seca, se evidenció que las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) fueron vigor, porcentaje de cobertura, floración, porcentaje de malezas y altura.

Esto permitió definir cuáles de las 14 gramíneas establecidas en campo sobresalieron de las demás; después de hacer la prueba de rangos múltiples de Duncan, se encontraron los siguientes resultados:

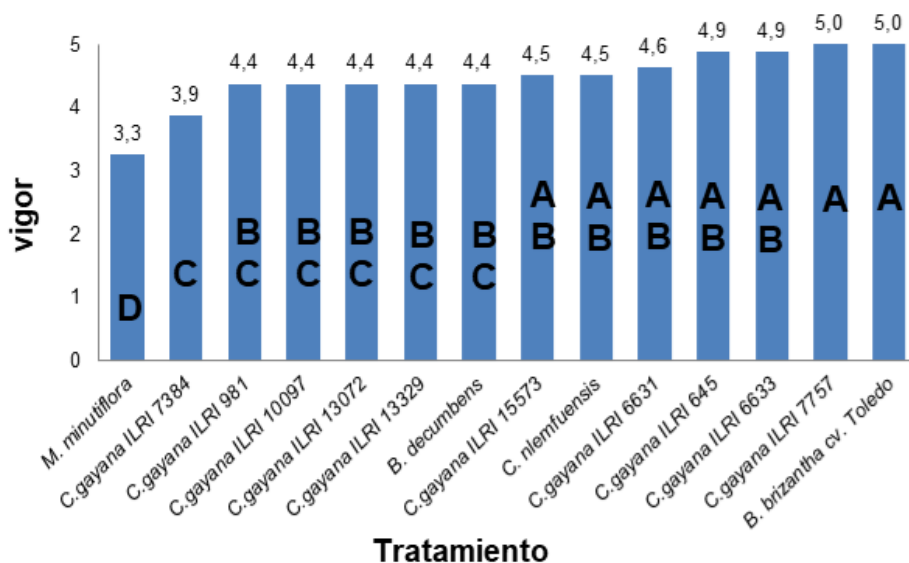
### 3.2.1 Época de lluvias.

**3.2.1.1 Vigor.** Al realizar la prueba de rangos múltiples, se evidenció la conformación de cuatro grupos heterogéneos (Figura 10), donde siete materiales presentaron valores iguales o superiores a 4.5, destacándose la *B. brizantha* cv. Toledo y *C. gayana* accesión ILRI 7757 con un vigor calificado en 5; se puede afirmar la buena adaptación de estas especies a las condiciones agroclimáticas de la zona de estudio. Solo dos materiales presentaron valores menores a 4, siendo la accesión ILRI 7384 y *M. minutiflora* las que presentaron un vigor de 3.88 y 3.25, respectivamente.

El vigor que presentó *B. brizantha* cv. Toledo y la accesión ILRI 7757, pueden compararse con los datos reportados por Gutiérrez (2018) en el municipio del Patía, los cuales indican que estos materiales presentaron valores superiores a 4,7. Betancur y Valencia (2011) en la vereda el Tablón, municipio de Popayán, Cauca, reportaron un vigor de 4.7 para *B. brizantha* cv. Toledo.

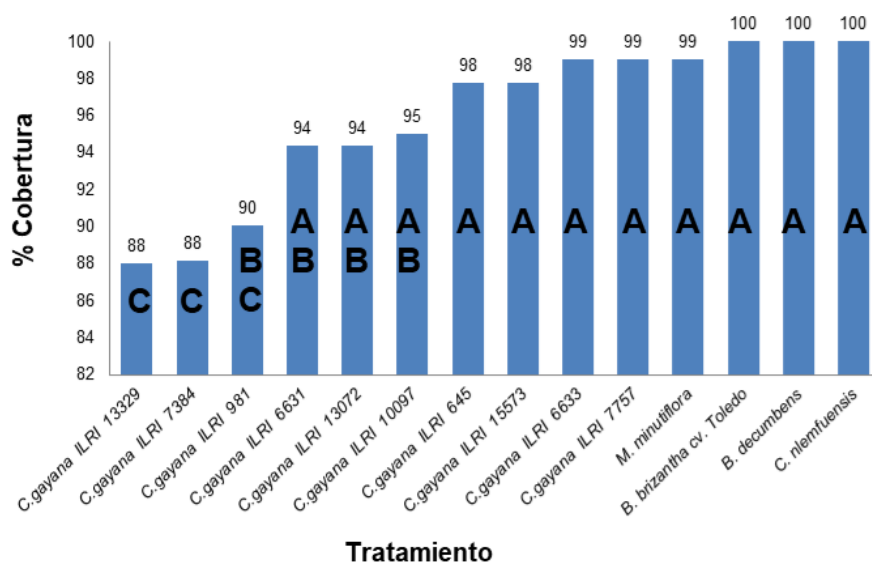
En cuanto a la colección de *C. gayana*, nueve materiales presentaron valores de vigor superiores a 4, debido a que esta especie de forraje, no presentó alteraciones en su sanidad que limitaran su desarrollo y crecimiento.

Figura 10. Comportamiento de vigor



**3.2.1.2 Cobertura.** Una vez realizada la prueba de Duncan, se conformaron tres grupos (A, B y C). El grupo A presentó los mejores porcentajes de cobertura con valores entre 97,7% y 100%, destacándose *B. decumbens*, *B. brizantha* cv. Toledo y *C. nlemfuensis* con una cobertura del 100%, seguidas por las accesiones ILRI 7757, ILRI 6633 y ILRI 15573 con valores de 99.4%, 98.7% y 97.7% respectivamente. El grupo C presentó el menor porcentaje de cobertura, donde las accesiones ILRI 13329 y ILRI 7384 obtuvieron una cobertura del 88%, la cual está por debajo del promedio para esta variable (96%), como se observa en la Figura 11.

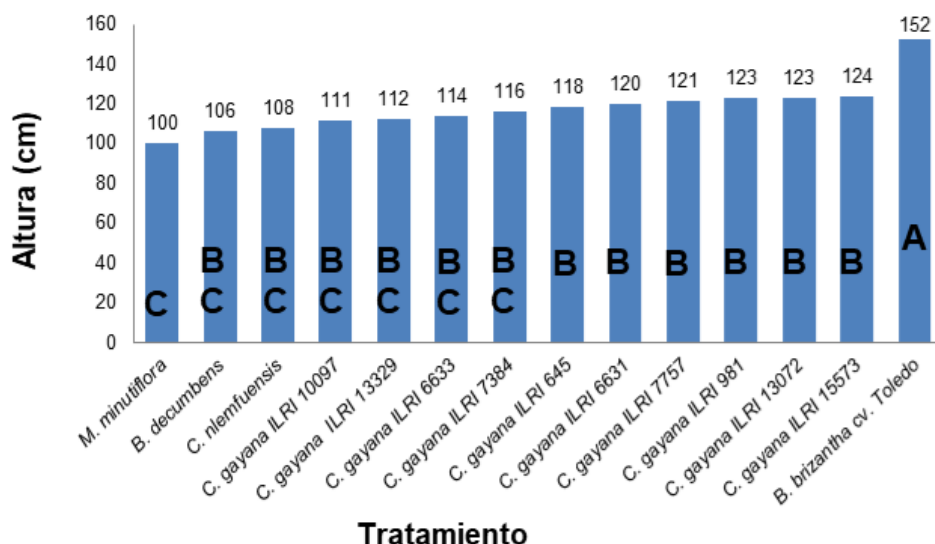
Figura 11. Comportamiento de cobertura



Los resultados demuestran que los materiales utilizados como testigo presentaron los mayores valores para esta variable, debido a que son especies que presentan hábitos de crecimiento que favorecen la cobertura de las parcelas. La *B. brizantha* cv. Toledo produce tallos vigorosos, capaces de enraizar a partir de los nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo, lo cual favorece el cubrimiento y el desplazamiento lateral de la gramínea; la *B. decumbens* es una planta de crecimiento decumbente, rizomatosa y estolonífera, que produce raíces entre los entrenudos, y el *C. nlemfuensis* tiene un hábito de crecimiento estolonífero, produce estolones de rápido crecimiento (Peters *et al.*, 2011). De la colección de *C. gayana*, los materiales que presentaron mayor porcentaje de cobertura fueron las accesiones ILRI 7757, ILRI 6633 y ILRI 15573 por las observaciones realizadas en campo, son más estoloníferas que otras y de fácil enraizamiento, permitiendo una mayor cobertura del terreno; además, este forraje es precoz en la producción de semilla cuando esta es viable; si las condiciones de humedad del suelo son buenas, la semilla presenta una alta germinación, lo cual contribuye a que se aumente la cobertura del terreno.

**3.2.1.3 Altura.** Por prueba de promedios de Duncan se conformaron tres grupos (Figura 12), indicando que el tratamiento con mejor resultado fue *B. brizantha* cv. Toledo con 152 cm de altura, seguido de *C. gayana* accesiones ILRI 15573, ILRI 13072, ILRI 981, ILRI 7757, ILRI 6631 y ILRI 645, que sobresalieron por presentar valores dentro de un rango de 118 cm a 124 cm de altura. El tratamiento que presentó la menor altura fue *M. minutiflora*, con 100 cm.

Figura 12. Comportamiento de Altura

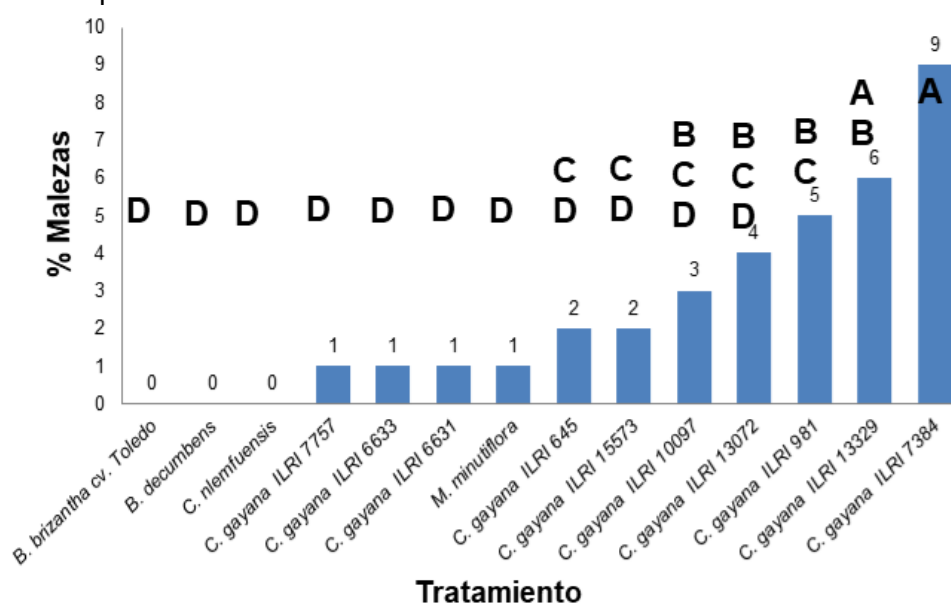


El resultado obtenido para *B. brizantha* cv. Toledo, coincide con lo que reporta Peters *et al.* (20119, donde la especie puede alcanzar hasta 160 cm de altura, siendo una gramínea se caracteriza principalmente por su alto rango de adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas. Estos resultados difieren con los obtenidos por Betancur y Valencia (2011), quienes reportan para Toledo una altura de 67,4 cm en esta variable.

Las alturas encontradas para *C. gayana*, corresponden a las reportadas por Peters *et al.* (2011), las cuales alcanzan hasta 120 cm, dado que presentan crecimiento erecto, formando macollas y estolones. Estos materiales demuestran una excelente adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio.

**3.2.1.4 Malezas.** La aplicación de la prueba de Duncan conformó cuatro grupos heterogéneos (Figura 13), donde se observó que no hubo incidencia de malezas en *B. brizantha* cv. Toledo, *B. decumbens* y *C. nlemfuensis*. En las accesiones de *Chloris gayana* la presencia de malezas fue baja en cada tratamiento y no superó el 10%.

Figura 13. Comportamiento de Malezas



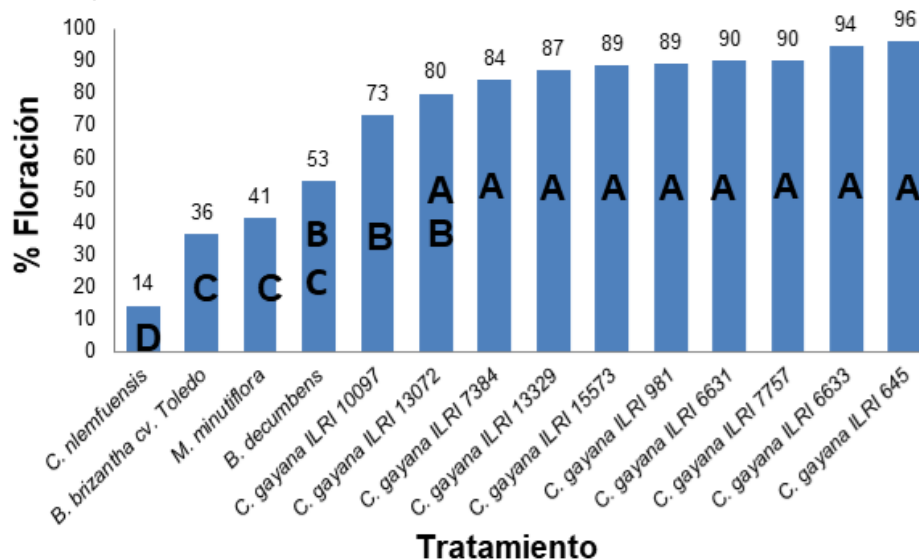
Los bajos porcentajes de malezas se relacionan con la alta cobertura que presentaron los materiales evaluados, que mostraron su capacidad para ocupar el espacio de suelo que pudiera ser colonizado. Esta característica es importante cuando se trata de difundir un material forrajero no conocido en la región, debido a que es un indicativo de la agresividad y poder invasor de la especie, factores determinantes en la producción forrajera. Teniendo en cuenta lo anterior, las accesiones con mayor presencia o invasión de malezas fueron *C. gayana* accesiones ILRI 7384 y ILRI 13329.

**3.2.1.5 Floración.** Al realizar la prueba de promedios de Duncan, se observó la conformación de cuatro grupos (Figura 14). El grupo A está conformado por la mayoría de accesiones de *Chloris gayana*, donde estos materiales alcanzaron los porcentajes más altos de floración, con valores entre 80% y 96 %, destacándose la *C. gayana* accesiones ILRI 645 y ILRI 6633 con una floración superior al 90%, lo cual permite inferir que estos materiales presentan una buena floración bajo estas condiciones, contrario a lo que se observó para el caso de los testigos.



La floración de los materiales analizados en esta investigación y los reportes que hace Gutiérrez (2018), coinciden en que las accesiones de *Chloris gayana* evaluadas presentaron porcentajes de floración superiores al 70%, contrario a lo observado en los testigos, que estuvieron por debajo del promedio para esta variable (73%). *C. nlemfuensis* fue la especie que presentó la menor floración con un valor del 14%, resultado que difiere de los datos obtenidos por Llanos y Salazar (2018), quienes reportan para esta especie una floración del 58,6%.

Figura 14. Comportamiento de floración



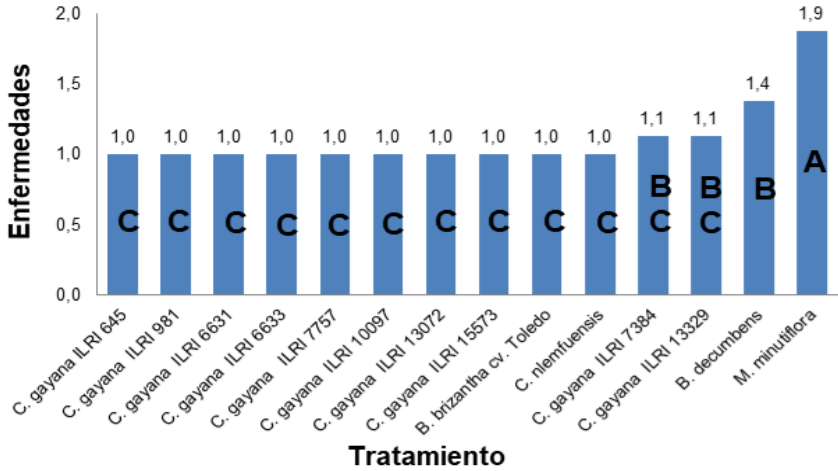
**3.2.1.6 Plagas.** El análisis de varianza ANOVA no mostró diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), entre los diferentes tratamientos, lo que implica que tuvieron comportamientos similares y no fueron influenciados por el ambiente. Las diferencias presentadas en cada tratamiento son relativamente escasas y no es relevante realizar la prueba de promedios (Duncan).

En términos generales, hubo presencia de algunas plagas, quizás insectos, que ocasionaron daños leves en algunos materiales, pero no influyeron en su desarrollo y producción, debido a que estos materiales presentaron tolerancia y resistencia a ellos.

**3.2.1.7 Enfermedades.** Al evaluar cada una de las especies a través de ANOVA, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ), por lo que se procedió a realizar la prueba de Duncan, evidenciando la conformación de tres grupos. El grupo A (Figura 15), se encuentra *M. minutiflora* con un valor de 1,9; el grupo B está conformado por *B. decumbens* con un valor de 1,4 y el grupo C conformado por los demás tratamientos que presentan valores de 1. Se presentaron síntomas en hojas como manchas foliares de color pardo en el *M. minutiflora*, que pueden ser producidas por los agentes fúngicos *Cercospora* o *Rhizoctonia*. Estos hongos se presentan cuando ocurren cambios de temperatura, especialmente al inicio de la temporada de lluvias cuando se incrementa la

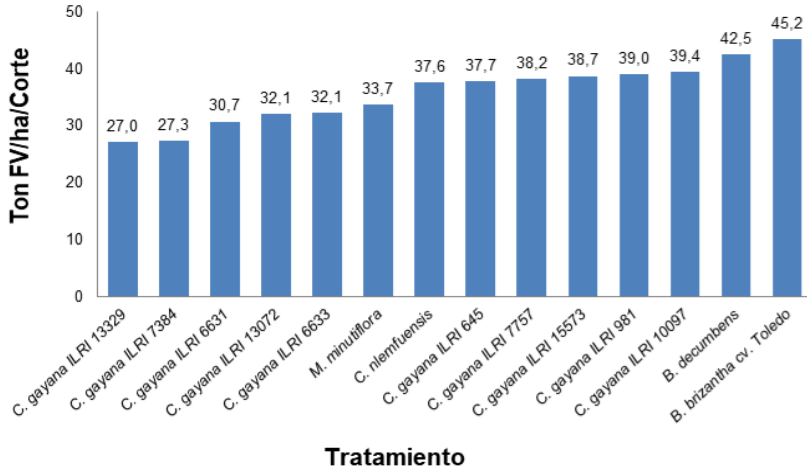
humedad relativa, la del suelo y los niveles de acidez en las hojas, favoreciendo la proliferación del hongo, que termina afectando al pasto (Contexto ganadero, 2017). *B. decumbens* presentó daños leves en las hojas, causadas por el ataque de algún hongo debido al exceso de humedad, pero esto no afectó el desarrollo y la productividad del forraje en esta época.

Figura 15. Comportamiento de enfermedades



**3.2.1.8 Producción de forraje verde.** El análisis de varianza ANOVA no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $P>0,05$ ), lo que permite afirmar que las condiciones edafoclimáticas no influyeron sobre esta variable; no obstante, al ser esta una de las variables determinantes en la toma de decisiones sobre adopción de un forraje, se considera pertinente analizar las diferencias matemáticas presentadas entre los tratamientos (Figura 16).

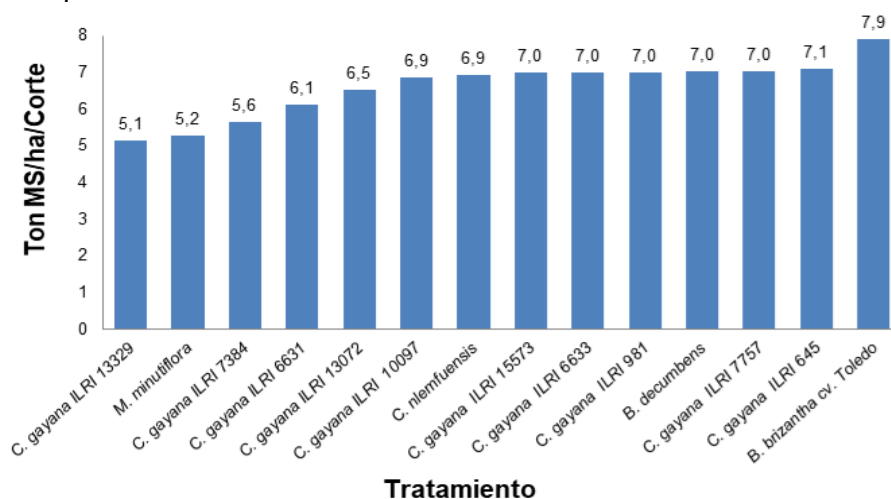
Figura 16. Comportamiento de Producción de forraje verde



En la figura 16 se puede observar que *B. brizantha* cv Toledo y *B. decumbens* presentaron los mayores rendimientos, con producciones de 45,2 y 42,5 ton FV/ha/corte, respectivamente; este comportamiento se debe principalmente a que estos materiales (utilizados como testigos), ya se encuentran adaptados a las condiciones de esta zona. Es importante resaltar los rendimientos que presentaron las accesiones de *C. gayana* ILRI 10097, ILRI 981, ILRI 1573 y ILRI 7757 con producciones de 39,4; 39; 38 y 38,2 ton FV/ha/corte, respectivamente. De esta manera se demuestra la buena adaptación de estos forrajes a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio, las cuales son diferentes al lugar de origen de estas especies.

**3.2.1.9 Producción de materia seca.** El análisis de varianza ANOVA no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $P>0,05$ ), lo que permite afirmar que las condiciones edafoclimáticas no influyeron sobre esta variable; sin embargo, las producciones de estos materiales en los 14 tratamientos, al igual que en forraje verde, difirieron entre ellas, siendo *C. gayana* accesión ILRI 13329 la que presentó el menor valor con 5,1 ton MS/ha/Corte y *B. brizantha* cv. Toledo sobresalió frente a las demás con una producción de 7,9 ton MS/ha/Corte, tal como se muestra en la figura 17.

Figura 17. Comportamiento de Producción de Materia Seca

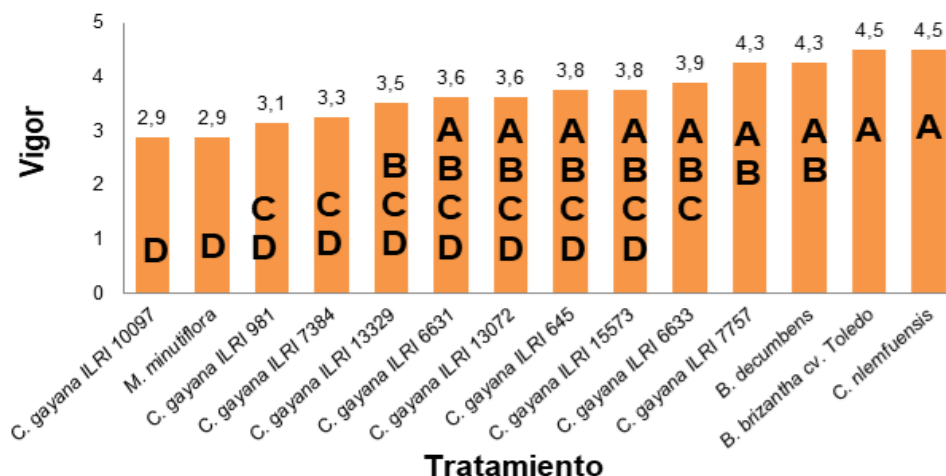


Los materiales con mayor producción de biomasa en términos de materia seca, fueron los tratamientos *B. brizantha* cv. Toledo con una producción de 7,9 ton MS/ha/Corte y *B. decumbens* con 7 ton MS/ha/corte; estos valores son similares a los reportados por Betancur y Valencia (2011), quienes reportaron producciones para *B. brizantha* cv. Toledo un valor de 7,1 ton MS/ha/corte y para *B. decumbens* de 5,2 ton MS/ha/corte. En el caso de *C. gayana*, las accesiones que sobresalieron fueron ILRI 645 con una producción de 7,1 ton MS/ha/corte, seguido de las accesiones ILRI 7757, ILRI 981, ILRI 6633 y ILRI 15573, que presentaron producciones de 7 ton MS/ha/Corte para cada una, demostrando que estas especies se adaptan a la zona en donde se presentan condiciones favorables para el buen desarrollo foliar, lo que se traduce en buena producción de biomasa para la alimentación animal.

**3.2.2 Época seca.** Al realizar el análisis de varianza, se encontraron diferencias estadísticas para las variables vigor, cobertura, altura, maleza y floración. Por el contrario, las variables como producción de forraje verde y de materia seca no presentaron diferencias estadísticas.

**3.2.2.1 Vigor.** Al realizar ANOVA ( $P < 0.05$ ), se encontraron diferencias estadísticas entre los 14 tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la prueba de Duncan, evidenciando la conformación de cuatro grupos heterogéneos (Figura 19). El grupo A presentó los mejores valores para esta variable, destacándose los materiales *C. nlefuensis* y *B. brizantha* cv Toledo con un valor de 4,5 cada uno, seguido de la *B. decumbens* y *C. gayana* accesión ILRI 7757, que alcanzaron valores de 4,3 para cada una. Por el contrario, *M. minutiflora* y la *C. gayana* accesión ILRI 10097 fueron los tratamientos que presentaron el menor vigor (2.9 cada uno), siendo muy inferior al promedio para esta variable (3.7).

Figura 18. Comportamiento de vigor



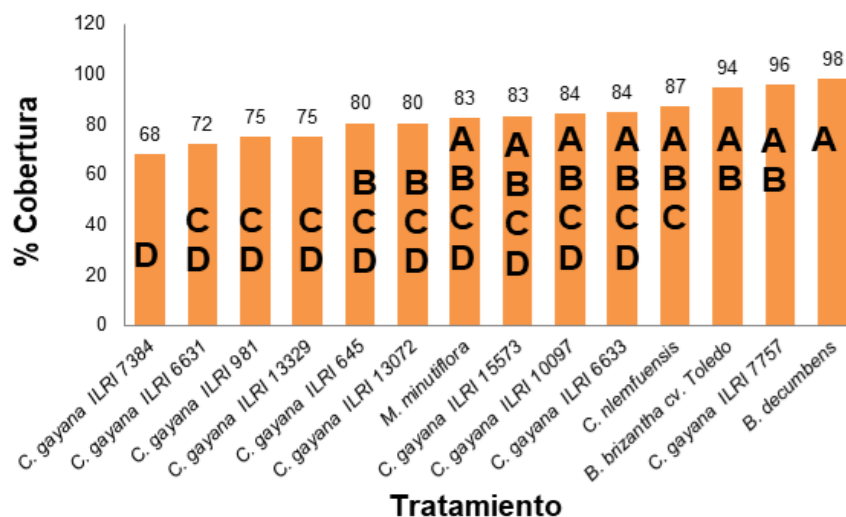
Llanos y Salazar (2018) reportaron para la vereda las Guacas, municipio de Popayán, Cauca, valores de vigor para *C. nlefuensis*, *B. decumbens*, *B. brizantha* cv Toledo de 3,3; 4,1 y 4,5 en su orden, similares a los encontrados en esta investigación, donde *B. decumbens*, y *B. brizantha* cv. Toledo alcanzaron valores de 4,3 y 4,5 respectivamente, y difieren del resultado de *C. nlefuensis* de 4,5.

La mayoría de los materiales de la colección de *C. gayana*, presentaron una disminución en el vigor con valores inferiores a 4, debido a que fueron afectadas por el desequilibrio hídrico presente en esta época; las accesiones ILRI 10097, ILRI 981 y ILRI 7384 obtuvieron de vigor de 2,9; 2,9 y 3,1 respectivamente, siendo los menores valores para esta época.

**3.2.2.2 Cobertura.** La prueba de Duncan conformó cuatro grupos heterogéneos (A, B, C y D). El grupo A presentó el mayor porcentaje de cobertura con valor de 97,8%, en el que se

encuentra *B. decumbens*; seguido por la accesión ILRI 7757 y *B. brizantha* cv. Toledo con valores de 95,6% y 94,1%, respectivamente. El grupo D presentó el menor porcentaje de cobertura, donde las accesiones ILRI 6631 e ILRI 7384 alcanzaron una cobertura del 72,1% y 67,9% en su orden, como se observa en la Figura 19.

Figura 19. Comportamiento de Cobertura



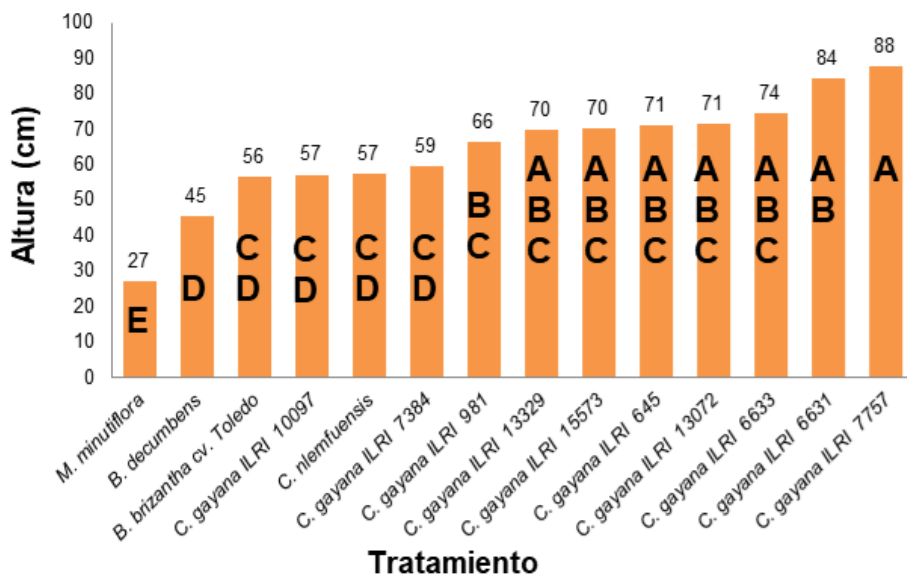
Los materiales que sobresalen por su alto porcentaje de cobertura, son forrajes que ya se encuentran adaptados a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio y son eficientes en el uso de agua y nutrientes. Además, presentan características favorables para esta variable, de la siguiente manera: *B. decumbens*, es una planta de crecimiento decumbente, rizomatosa y estolonífera, produce raíces entre los entrenudos; *B. brizantha* cv. Toledo se caracteriza por producir tallos vigorosos, capaces de enraizar a partir de los nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo, lo cual favorece el cubrimiento y el desplazamiento lateral de la gramínea y *C. nlemfuensis* tiene un hábito de crecimiento estolonífero de rápido crecimiento (Peters *et al.*, 2011).

De la colección de *C. gayana*, la mayoría de los materiales presentaron cobertura superior al 80%, en la cual sobresale la accesión ILRI 7757 con un valor de 96%. Estos materiales se caracterizan por formar macollas, estolones y raíces profundas, llegando alcanzar tres metros sobre el suelo; además, soporta sequía de 4 a 6 meses (Peters *et al.*, 2011), lo cual lo convierte en un forraje muy eficiente en el uso de nutrientes y agua, lo que permite aumentar su persistencia e incrementar la cobertura del suelo gracias a sus hábitos de crecimiento. La accesión ILRI 7384, por observaciones realizadas en campo, es el material de menor capacidad estolonífera de este ensayo, lo cual contribuyó a que presentara la menor cobertura (67,9%).

**3.2.2.3 Altura.** Por medio de la prueba Duncan, se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, pudiendo evidenciar la conformación de cinco grupos heterogéneos

(Figura 20). El grupo A, conformado únicamente por *C. gayana* accesión ILRI 7757, presentó la mayor altura con 88 cm. El grupo que presentó la menor altura fue el grupo E conformado por *M. minutiflora*, con una altura de 27 cm.

Figura 20. Comportamiento de Altura



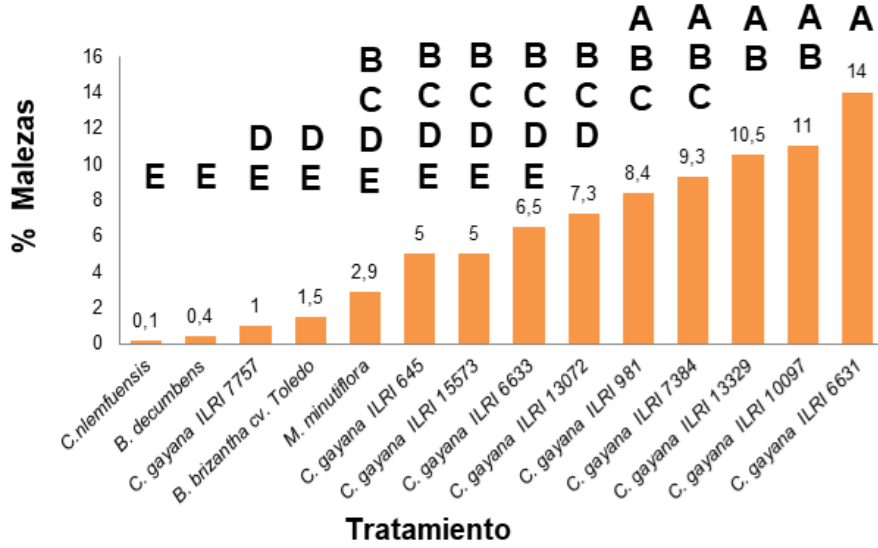
En esta época, la colección de *C. gayana* fue la que presentó mayor altura, destacándose las accesiones ILRI 6631 y ILRI 7757 con valores de 84 y 88 cm, debido a que también presenta un hábito de crecimiento erecto, reportándose macollas que puede alcanzar hasta 1,2 m de altura (Peters *et al.*, 2011).

*M. minutiflora* fue el tratamiento que presentó la menor altura con un valor de 27 cm, debido probablemente a que este forraje no tolera sequías prolongadas (Peters *et al.*, 2011), afectando su producción de biomasa, hasta el punto en que puede afectar su persistencia.

**3.2.2.4 Malezas.** Los resultados arrojados por la prueba de Duncan presentaron cinco grupos heterogéneos (Figura 21). Se observó que en el grupo E se presentó la menor incidencia de malezas (inferior al 1%), grupo al que pertenece *B. decumbens* y *C. nlemfuensis*. En la colección de *Chloris gayana*, la accesión ILRI 6631 perteneciente al grupo A, fue el tratamiento que presentó la mayor incidencia de malezas, con un porcentaje del 14%.

La colección de *C. gayana* presenta incidencia de malezas inferior al 15%, debido a que estas gramíneas son estoloníferas y cubren rápidamente la superficie del suelo, según lo indica Pérez (2005), demostrando su excelente adaptación a las condiciones edafoclimáticas en la zona de estudio.

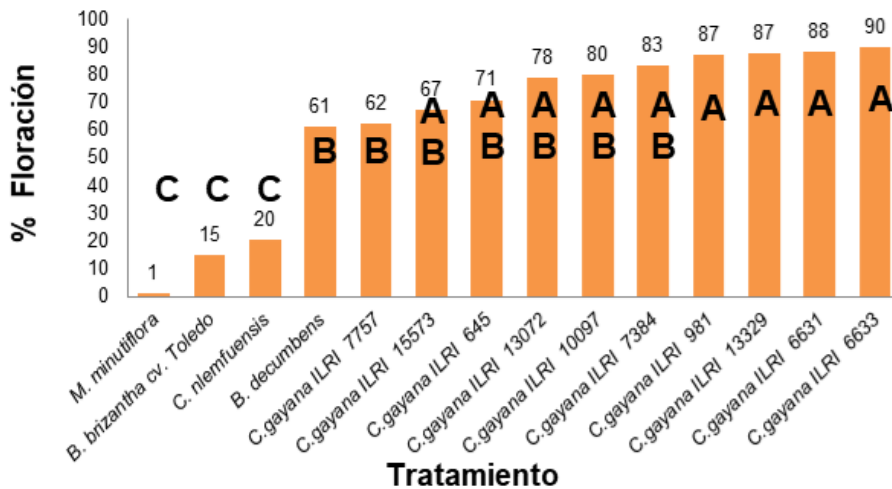
Figura 21. Comportamiento de Malezas



Los tratamientos *C. nlemfuensis*, *B. decumbens* y *B. brizantha* cv. Toledo; presentaron baja incidencia de malezas, inferior al 2%, debido a que estos forrajes presentan alta cobertura del suelo. Estos resultados difieren a los indicados por Llanos & Salazar (2018) quienes reportan para *B. brizantha* cv. Toledo un valor del 5%, *B. decumbens* de 7% y *C. nlemfuensis* del 26%.

**3.2.2.5 Floración.** La prueba de promedios de Duncan conformó tres grupos (Figura 22). El grupo A está conformado por las accesiones ILRI 981, ILRI 13329, ILRI 6631 y ILRI 6633, materiales que obtuvieron los mayores porcentajes de floración, con valores entre 87% y 90 %, sobresaliendo la accesión CIAT 6633 con 90 %.

Figura 22. Comportamiento de Floración



La colección de *C. gayana* presentó alto porcentaje de floración con intervalo entre 62% y 90% bajo estas condiciones, contrario a lo que se observó para el caso de los testigos, donde a excepción de *B. decumbens*, estos presentaron valores menores al 21% de floración.

En forrajes, la floración indica baja calidad nutricional, especialmente en el contenido de proteína cruda e incrementos en la pared celular, por mayor acumulación de lignina (Pirela, 2005); no obstante, Gutiérrez (2018) afirma que en *C. gayana* la floración no afecta el contenido de proteína. De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que un forraje que florece y da semilla viable bajo estas condiciones, sin afectar su valor nutricional, es potencialmente un forraje apto para los sistemas ganaderos de la región.

**3.2.2.6 Plagas.** Al realizar análisis de varianza –ANOVA-, no se encontraron diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) entre los diferentes tratamientos, lo que implica que tuvieron comportamientos similares y no fueron influenciados por el ambiente. Las diferencias presentadas en cada tratamiento son relativamente escasas y no es relevante realizar la prueba de promedios (Duncan).

En términos generales, sólo hubo presencia de algunos insectos, que ocasionaron daños leves en algunos materiales, pero no influyeron en su desarrollo y producción, debido a que estos materiales presentaron tolerancia y resistencia.

**3.2.2.7 Enfermedades.** Al realizar análisis de varianza –ANOVA-, no se encontraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ), entre los diferentes tratamientos, lo que significa que todos los tratamientos tuvieron comportamientos similares y no fueron influenciados por el ambiente. Las diferencias presentadas en cada tratamiento son relativamente escasas y no es importante realizar la prueba de promedios (Duncan).

**3.2.2.8 Producción de forraje verde.** La prueba de ANOVA determinó que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0,05$ ), pero se considera pertinente analizar las diferencias matemáticas presentadas entre los tratamientos, como herramienta para la toma de decisiones. Las producciones estuvieron en un rango de 7,8 a 16,5 ton FV/ha/corte; siendo la *B. decumbens* la de mayor producción y *M. minutiflora* la de menor producción para esta época, como lo muestra la figura 23.

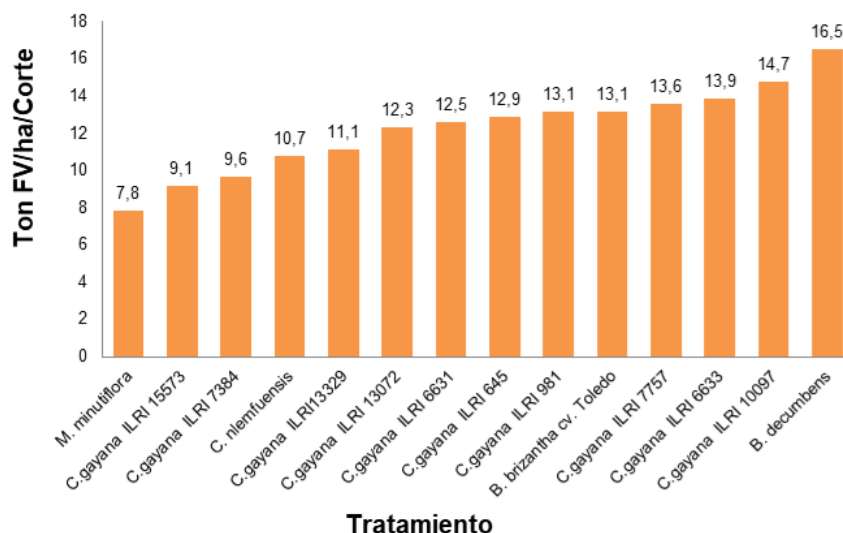
De los forrajes ya adaptados a la zona, *B. decumbens*, fue el de mayor producción con 16,5 ton FV/ha/corte, demostrando que este pasto es tolerante a precipitaciones bajas y temperaturas altas, característica de esta época.

En cuanto a la colección de *C. gayana*, los materiales que presentaron la mayor producción, fueron las accesiones ILRI 7757, ILRI 6633 y ILRI 10097, con producciones de 13,6; 13,9 y 14,7 ton FV/ha/corte, respectivamente; estos forrajes, originarios de zonas cálidas con



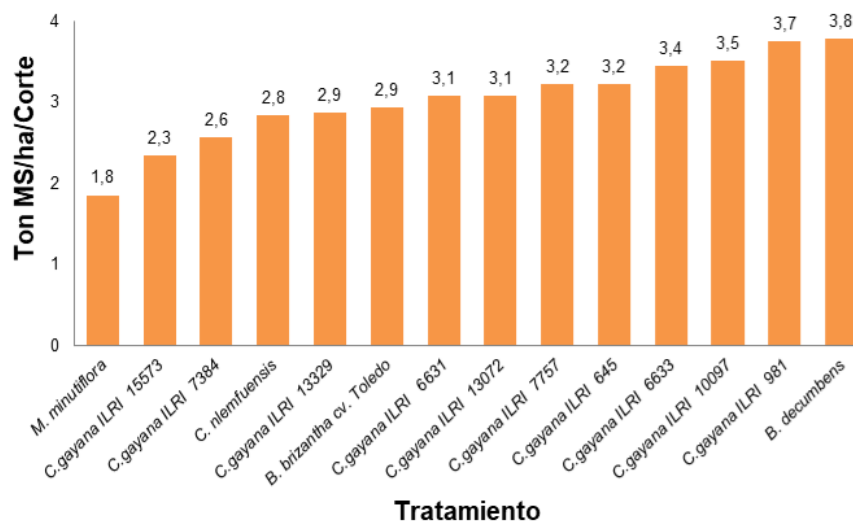
bajas precipitaciones, son los indicados para afrontar las épocas secas que se presentan en la zona, garantizando así una buena producción de biomasa para la alimentación ganadera del municipio El Tambo, Cauca.

Figura 23. Comportamiento de Producción de forraje verde



**3.2.2.9 Producción de materia seca.** Al realizar la prueba de ANOVA, se encontró que los datos no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), pero las producciones de estos materiales difirieron matemáticamente entre ellos. *B. decumbens* presentó mayor producción con 3,8 ton MS/ha/corte y *M. minutiflora* fue la de menor producción, con 1,8 ton MS/ha/corte, como se observa en la figura 24.

Figura 24. Producción de Materia seca en época seca



Betancur y Valencia (2011), reportan en la vereda El Tablón, municipio de Popayán, Cauca, que *B. decumbens* y *B. brizantha* cv. Toledo, presentaron producciones de 6,15 y 7,1 ton MS/ha/Corte respectivamente, las cuales difieren de las obtenidas en esta época, donde *B. decumbens* alcanzó una producción de 3,8 ton MS/ha/corte y *B. brizantha* cv. Toledo, 2,9.

De la colección de *Chloris gayana*, las que presentaron mayor producción de materia seca fueron las accesiones ILRI 6633, ILRI 10097 y ILRI 981 con 3,4; 3,5 y 3,7 ton MS/ha/Corte en su orden respectivo.

**3.2.2.10 Capacidad de carga animal.** Con los datos obtenidos de producción de forraje verde en las épocas de lluvia y seca, se determinó la capacidad de carga animal de cada tratamiento para cada época y se realizó el cálculo de capacidad de carga por año. Estos datos se presentan a continuación:

Figura 25. Capacidad de Carga Animal en Época de Lluvia

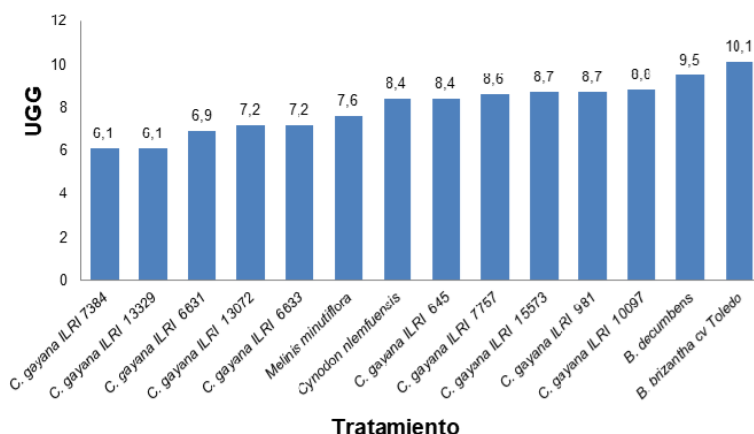


Figura 26. Capacidad de Carga Animal en Época Seca

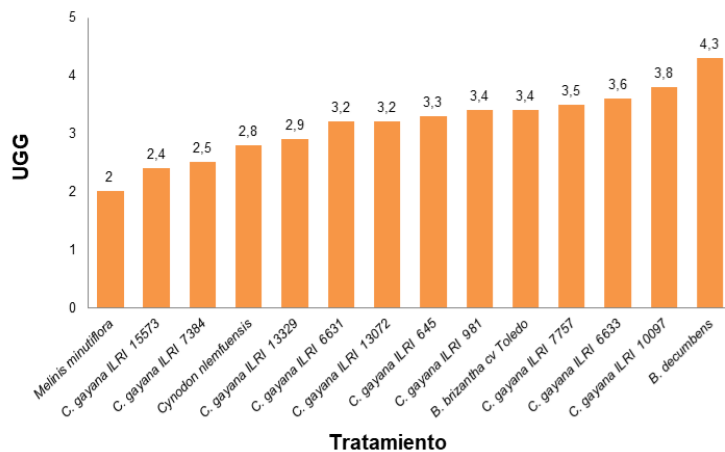
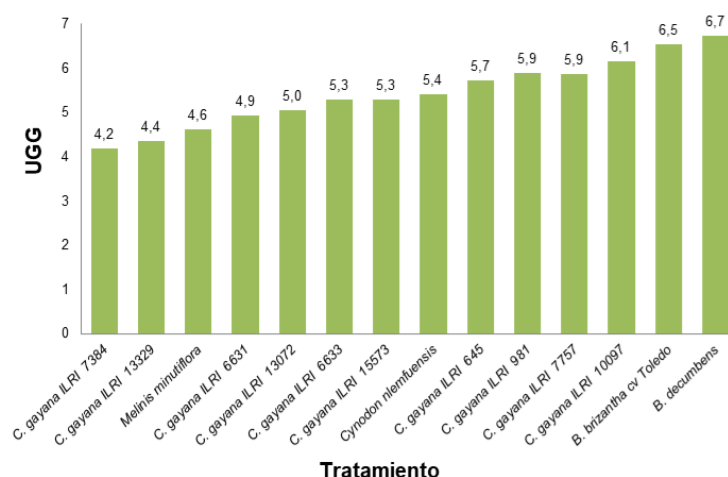


Figura 27. Capacidad de Carga Animal Anual



Como se observa en la figura 25, los forrajes que presentaron la mayor capacidad de carga en época de lluvia fueron *B. brizantha* cv. Toledo y *B. decumbens* con 10,1 y 9,5 UGG respectivamente. De la colección de *C. gayana*, las accesiones que alcanzaron mayor capacidad de carga fueron ILRI 7757, ILRI 15573, ILRI 981 y ILRI 10097, con valores de 8,6; 8,7; 8,7 y 8,8. En la época seca (figura 26), se observa que el forraje de mayor capacidad de carga fue *B. decumbens* con un valor de 4,3 UGG, seguido de las accesiones ILRI 10097, ILRI 6633 y ILRI 7757; que presentaron valores de 3,8; 3,6 y 3,5 UGG respectivamente.

Con los datos obtenidos de capacidad de carga animal para época de lluvia y época seca, se procedió a realizar el cálculo de la capacidad de carga animal anual de cada forraje (figura 27), donde *B. decumbens* y *B. brizantha* cv. Toledo presentaron la mayor capacidad de carga con valores de 6,7 y 6,5 UGG respectivamente, seguido de las accesiones de *C. gayana* ILRI 981, ILRI 7757 y ILRI 10097; con valores de 5,9; 5,9 y 6,1 UGG respectivamente.

La mayor capacidad de carga animal por año la presentaron los materiales del género *Brachiaria*, que son forrajes de conocida adaptación al medio; no obstante, algunos materiales de *C. gayana*, lograron valores cercanos a los mencionados anteriormente, demostrando su excelente producción de biomasa y adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio; por esta razón, estos forrajes son factibles para ser incorporados en la alimentación de los sistemas ganaderos del municipio de El Tambo, Cauca.

**3.2.2.11 Calidad nutricional.** Los resultados obtenidos del ensayo ubicado en el corregimiento de Fondas, municipio de El Tambo, Cauca se muestran en el cuadro 15 y los métodos y procedimientos utilizados para determinar la composición química de las muestras se especifican en el anexo D.

Cuadro 15. Análisis bromatológico de las especies evaluadas

Muestra	%PC	%FDN	%FDA	%DIVMS	%Cenizas
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 645	12,26	74,48	42,15	64,6	10,71
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 981	11,77	75,81	43,41	60,52	9,24
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 6631	12,91	74,7	43,65	61,71	10,73
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 6633	12,25	75,12	43,6	62,33	10,14
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 7384	12,59	75,42	40,61	64,09	10,12
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 7757	14,95	71,86	40,56	63,79	13,3
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 10097	15,47	72,89	39,73	64,31	11,53
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 13072	12,64	75,1	41,88	63,02	7,64
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 13329	11,85	74	43,34	57,93	10,13
<i>C. gayana</i> accesión ILRI 15573	11,68	75,31	43,02	59,3	10,62
<i>M. minutiflora</i>	11,96	74,25	41,71	57,54	8,52
<i>B. brizantha</i> cv. Toledo	13,61	71,07	40,13	61,72	11,61
<i>B. decumbens</i>	11,94	68,5	35,63	67,21	11,23
<i>C. nlemfuensis</i>	15,05	70,89	36,59	65,92	10,84

PC = Proteína cruda; FDN = Fibra detergente neutra; FDA= Fibra detergente ácida; DIVMS= Digestibilidad in vitro de materia seca.

Como se observa en el cuadro 15, los tratamientos que presentaron mayor contenido de PC fueron la accesión ILRI 10097, *C. nlemfuensis* y la accesión ILRI 7757 con valores de 15,47%, 15,05% y 14,93% respectivamente. Estos resultados difieren con los obtenidos por Gutiérrez (2018), quien reporta para la colección de *C. gayana* en época de lluvia en la localidad de Guachicono, Bolívar, Cauca, valores que están en un rango 10,11% a 11,99%, donde las accesiones ILRI 7757 y ILRI 10097 obtuvieron un porcentaje de PC de 10,32 y 11,30 en su orden respectivo, resultados inferiores a los encontrados en esta investigación. En cuanto a *C. nlemfuensis*, se encuentra dentro de los valores nutricionales que reportan Peters *et al.* (2011) de 10% a 15% de PC. Llanos y Salazar (2018), reportan valores de PC para *B. decumbens* 15,42% y para *B. brizantha* cv Toledo 14,17%, superiores a los encontrados en esta investigación, donde *B. decumbens* obtuvo 11,94% y *B. brizantha* cv Toledo alcanzó 13,61% de PC. *M. minutiflora* alcanzó un porcentaje de PC de 11,96%, superior a lo reportado por Peters *et al.* (2011), quienes indican que este forraje presenta valores de PC del 6% al 10%.

En lo que respecta a las concentraciones de FDN y FDA, los resultados encontrados por Gutiérrez (2018) en la colección de *C. gayana*, reportan para FDN valores en un rango entre 66,24% a 69,11% y para FDA de 35,68% a 38,33%. Estos resultados difieren de los encontrados en esta investigación, donde para FDN se obtuvieron valores en un rango de 71,86% a 75,81% y para FDA 39,73% a 43,65%. En el caso de *C. nlemfuensis*, *B. brizantha* cv Toledo y *B. decumbens*, se obtuvieron valores de FDN 70,89%, 71,07% y 68,50, respectivamente y para FDA valores de 36,59%, 40,13% y 35,63%, que difieren de los reportados por Llanos y Salazar (2018), quienes para *C. nlemfuensis*, *B. brizantha* cv Toledo y *B. decumbens* se obtuvieron valor de FDN 63,67%, 56,49% y 56,18%, respectivamente, y para FDA, de 29,95%, 28,17% y 26,74%.

En cuanto al parámetro de DIVMS, para la colección de *C. gayana* se encontraron valores en un rango de 57,93% a 64,60%; estos resultados son similares a los reportados por

Gutiérrez (2018), quien presentó valores de DIVMS de 55,35% a 65,03% para estos materiales. La DIVMS de los forrajes utilizados como testigos *C. nlemfuensis*, *B. brizantha* y *B. decumbens* alcanzaron valores de 65,92%, 61,72% y 67,21% en su orden respectivo; similares a los reportados por Llanos y Salazar (2018), quienes obtuvieron para DIVMS valores de 63,16%, 63,26% y 66,57% de los forrajes anteriormente mencionados en su orden respectivo. Peters *et al.* (2011), reportan para *M. minutiflora* una DIVMS de 50% a 55%, valor inferior al obtenido en esta investigación (57,54%).

Di Marco (2011) considera que un forraje es de alta calidad nutricional, cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB). De aquí se desprende que los niveles de FDN y DIVMS difieren de lo ya mencionado, debido a que los tiempos de recuperación de los pastos fueron prolongados (42 días); esto se hizo con el propósito de que *M. minutiflora* alcanzara a recuperarse después de cada corte, ya que su periodo de recuperación es de 60 días (Arce *et al.*, 2013). Por este motivo, los demás materiales habían alcanzado una madurez fisiológica, en la cual, según Pirela (2005), hay un aumento progresivo de lignina, uno de los componentes estructurales de la pared celular, el cual dificulta la digestión y disminuye el valor nutritivo de los pastos.

**3.2.2.12 Prueba exploratoria de cafetería.** Una vez realizada la evaluación agronómica en época de lluvias, se realizó la prueba exploratoria de cafetería con el fin de identificar la palatabilidad de los forrajes; se tuvo en cuenta la homogeneidad de los animales en cuanto a raza, peso y carácter. Durante 48 horas se ingresaron 10 bovinos mestizos, con un peso promedio de 400 kg, caracterizados por su docilidad, con el propósito de efectuar las observaciones sin afectar su comportamiento natural. Al inicio de la prueba, se observó su desplazamiento por las calles, reconociendo el terreno y los diferentes materiales forrajeros mediante el despunte, como se observa en la figura 28.

Figura 28. Reconocimiento de las especies forrajeras

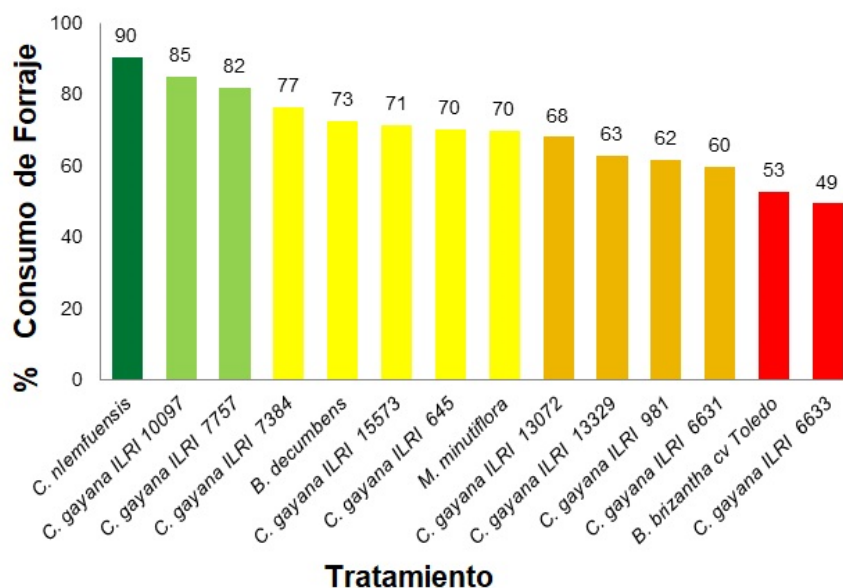


Durante la prueba exploratoria de cafetería se realizaron dos tipos de observaciones; en la primera se anotó la actividad de los animales en cada uno de los bloques, se identificaron

los materiales consumidos y la frecuencia con la que se acercaban a comer; en la segunda, se evaluó el nivel de consumo mediante un aforo pos pastoreo en cada tratamiento, con el objetivo de identificar los materiales de mayor preferencia y que, por lo tanto, sufrieron más presión al momento del pastoreo. Las observaciones se realizaron en las primeras y últimas horas del día.

Una vez iniciada la prueba de cafetería, se observó que los animales presentaron preferencia por los testigos *C. nlemfuensis* y *B. decumbens*; luego poco a poco fueron consumiendo las accesiones de *C. gayana*, logrando que algunos de estos materiales presentaran una alta palatabilidad al finalizar la prueba.

Figura 29. Prueba Exploratoria de cafetería



Al finalizar la prueba, como se aprecia en la figura 29, el forraje que presentó una excelente palatabilidad fue *C. nlemfuensis*, con un consumo del 90%, seguido de las accesiones de *C. gayana* ILRI 10097 y ILRI 7757, que obtuvieron una muy buena palatabilidad, presentando un consumo del 85% y 82%, respectivamente (Figura 30). Estos materiales se destacan por presentar la mejor calidad nutricional de la investigación; de acuerdo con Tarazona *et al.* (2012), los animales preferirán en primer término los alimentos de mayor valor nutricional y dependiendo de la oferta de los mismo, comenzarán a consumir otros alimentos de menor valor nutritivo.

Por otro lado, los materiales que presentaron una baja aceptación fueron *B. brizantha* cv Toledo con un consumo del 53% y la accesión ILRI 6633 consumo del 49% (figura 31), la cual fue el material que comparativamente presentó mayor porcentaje de floración; esto puede influir en la preferencia de los animales por el pasto a consumir, pues según Pirela (2005), cuando un forraje aumenta la madurez fisiológica, aumenta los carbohidratos



estructurales como lignina, que no es digerible por los microorganismos rumiales ni por las enzimas intestinales, pues su presencia en la dieta inhibe en cierta medida la digestibilidad de la celulosa y hemicelulosa, haciendo que sea bajo el consumo del forraje ofertado.

Figura 30. Mayor consumo. A) *C. nlemfuensis*; B) *C. gayana* Accesoión ILRI 10097



Figura 31. Menor consumo. A) *C. gayana* Accesoión ILRI 6633; B) *B. brizantha* cv Toledo



#### 4. CONCLUSIONES

Rhodes grass presentó una excelente adaptación a las condiciones edafoclimáticas del corregimiento de Fondas, municipio de El Tambo – Cauca; razón por la cual puede ser considerada como una opción forrajera para ser incorporada en la alimentación de los sistemas ganaderos.

Al analizar de manera integral el comportamiento agronómico y productivo de la colección de Rhodes grass evaluada, las accesiones que presentaron mejor desempeño fueron las accesiones ILRI 10097, ILRI 7757 e ILRI 981; estos materiales forrajeros son los más promisorias para ser incorporados en la alimentación de los sistemas ganaderos de la zona de estudio.

Se amplía el rango de adaptación de *C. gayana* a suelos más ácidos y zonas con mayor precipitación, ya que la literatura reporta para este material un rango óptimo de pH de 5.5-7,5 y una precipitación no superior a 1800 mm anuales para su establecimiento; en cambio, en el sitio donde se llevó a cabo la investigación se contó con un pH de 5,09 y una precipitación de 2105 mm por año.

Los resultados de calidad nutricional son aceptables en relación a las opciones forrajeras con las que cuenta el productor de la región y los testigos utilizados. Los materiales de Rhodes grass presentaron una floración precoz, no obstante, no se afectó la calidad nutricional, como sucede en las gramíneas utilizadas para pastoreo en el trópico, lo que posiciona a *C. gayana* como una buena opción de alimentación en la ganadería.

La calidad nutricional y el porcentaje de floración son variables que influyen significativamente en la palatabilidad de forrajes en bovinos. En ese sentido, una vez realizada la prueba exploratoria de cafetería, *C. nlemfuensis* fue el material que presentó mayor consumo por los animales y de la colección de Rhodes grass fue la accesión ILRI 10097; estos forrajes presentaron un mayor contenido de proteína cruda y menor porcentaje de floración.



## 5. RECOMENDACIONES

Es necesario estudiar el comportamiento agronómico y productivo de los mejores materiales de esta investigación bajo cierta intensidad de sombra, con el fin de conocer cuáles se adaptan mejor a estas condiciones e incorporarlos en arreglos silvopastoriles, de manera que se avance hacia una ganadería eco-eficiente que le haga frente al cambio climático.

Realizar recolección y evaluación de semilla en cada uno de los nuevos materiales de *C. gayana*, que permita conocer cuánto produce cada material, el tiempo óptimo de recolección y la calidad de semilla que se obtiene

Se sugiere seguir la investigación con las especies más promisorias con respecto a asociaciones con otros forrajes y bajo condiciones de pastoreo, con el propósito de observar el efecto de estos materiales sobre la productividad del animal para el desarrollo de la ganadería en el municipio de El Tambo.

Es importante encontrar el momento óptimo de pastoreo de los materiales de *C. gayana*, que le permitan dar el tiempo suficiente para acumular nutrientes y producir abundante biomasa, sin afectar la calidad y productividad del forraje durante todo el año.

Dar a conocer las nuevas especies forrajeras que se están implementando en los sistemas ganaderos y compartir los resultados de esta investigación con los productores de la zona, para lograr un aumento en la productividad ganadera del municipio de El Tambo, Cauca.

## BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE EL TAMBO. Nuestro municipio [en línea]. Alcaldía Municipal de El Tambo – Cauca: s.f. [citado 17, octubre, 2019]. Disponible en internet en: <http://www.eltambo-cauca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

ARANGO, J.; GUTIÉRREZ, J.; MAZABEL, J.; PARDO, P.; ENCISO, K.; BURKART, S. y SERRANO, G. Estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y competitividad de la actividad ganadera: Herramientas para enfrentar el cambio climático. CIAT No. 414. Cali, Colombia: 2016.

ARCE B., B.A., PEÑA Q., A.J., y CÁRDENAS R., E.A. Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. En: Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 2013, vol. 2016.

BORREGO ORTIZ, A.L. y COLLAZOS QUINA, L.C. Preferencia bovina de especies arbustivas forrajeras en el piedemonte llanero. Universidad de la Salle, Bogotá D.C.: 2014.

BUITRAGO-GUILLEN, E.; OSPINA-DAZA, A.L. y NARVÁEZ-SOLARTE, W. Sistemas Silvopastoriles: Alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. En: Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural, 2018, vol. 22, no. 1.

CENICAFÉ. Anuario Meteorológico Cafetero 2017. Manizales, Colombia: 2018.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO RURAL. El Tambo Sistema de Información Geográfica Municipal. Bogotá: 2013.

CONTEXTO GANADERO. Estas son las enfermedades de los pastos que existen en Colombia [en línea]. Contexto ganadero. Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia, 2017 [citado 3, junio, 2019]. Disponible en internet en: <https://www.contextoganadero.com/reportaje/estas-son-las-enfermedades-de-los-pastos-que-existen-en-colombia>

CONTRERAS, F. Comportamiento de la *Brachiaria decumbens* en pastoreo en la época lluviosa, en el área Integrada del Departamento de Santa Cruz. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz, Bolivia: 2006.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE; CNA. Uso, cobertura y tenencia del suelo. Tercer Censo Nacional Agropecuario. Bogotá D.C.:2014, pág. 4.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE. Encuesta Nacional Agropecuaria ENA-2016. En: Boletín Técnico Comunicación Informativa, 2016, vol. 1, pág. 1–24.

DÁVILA, P. y SÁNCHEZ, J. La importancia de las gramíneas como forraje en México. En: Revista de cultura científica, 1996, vol. 44.

DI MARCO, O. Estimación de Calidad de los Forrajes. Sitio Argentino de Producción animal. 2011.

FAO ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. Producción animal. FAO. Roma: 201.

\_\_\_\_\_. La ganadería y el medio ambiente. FAO. Roma: 2019.

FEDEGAN. Balance y perspectivas del sector ganadero colombiano 2016 -2017. En: Toegepaste Taalwetenschap in Artikelen, 2017a, vol. 36, no. 18. <https://doi.org/10.1075/ttwia.36>

\_\_\_\_\_. Cifras de Referencia del sector ganadero Colombiano Semestre 1, 2017. Fedegán. Bogotá: 2017b.

FEDEGAN. Bases para la formulación del plan de acción 2014-2018 para el mejoramiento de la ganadería del departamento de Cauca.

GAMARRA VERGARA, J.R. La economía del departamento del Cauca: concentración de tierras y pobreza. En: Documentos de trabajo sobre Economía Regional, 2007, vol. 95, no. 64.

GÓMEZ, H.V. Línea base de las variables biofísicas en doce sistemas agrosilvopastoriles ubicados en el peniplano de Popayán – Cauca. Universidad del Cauca, Popayán: 2011.

GUTIÉRREZ, J.F. Evaluación de germoplasma forrajero con uso potencial en el enclave subxerofítico del Patía, Cauca, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia: 2018.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Censo 2019. Epidemiología veterinaria. ICA. Bogotá: 2019b.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Censo Pecuario Nacional – 2019 en línea]. ICA. Bogotá: 2019a [citado 12, abril, 2019]. Disponible en internet en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

LASCANO, C.; PÉREZ, R.; PLAZAS, C. y ARGEL, P. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 2610) Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. En: Publicaciones Corpoica, 2002.

LLANOS CÓRDOBA, Y. y SALAZAR RAMÍREZ, J.D. Evaluación agronómica de 12 gramíneas forrajeras bajo sombrero en el municipio de Popayán - Cauca. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia: 2018.

MANGIERI, L. Evaluación de la producción de biomasa de *Chloris gayana* (cv. Topcut) y *Panicum coloratum* (cv. Klein) en el oeste de la pcia. de Buenos Aires. Argentina: 2013, pág. 4–24.

MEJÍA, M. Nombres científicos y vulgares de especies forrajeras tropicales. En: The British Journal of Psychiatry, 1984, vol. 111.

MERI, R. Métodos de evaluación de invasividad. 2011.

METZLER, M.; PAPA, J.C. y TUESCA, D. *Chloris* spp. Un problema en franca expansión. Rosario: 2014.

MORALES VELASCO, S.; VIVAS QUILA, N.J. y GÓMEZ MEDINA, V. Variables biofísicas de doce sistemas agrosilvopastoriles en la meseta de Popayán - Cauca. En: Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 2015, vol. 13, no. 2, pág. 11–21.

OCHOA, E. Implementación de un banco mixto de forraje proteico en un sistema de producción de ganadería brahmán puro. Corporación universitaria Lasallista, Caldas-Antioquia, Colombia: 2011.

OLIVERA, Y.; MACHADO, R. y DEL POZO, P.P. Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. En: Pasturas de América, 2006, vol. 29, no. 1, pág. 1–2.

PÉREZ, H.E. Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del NO del país. Bogotá: 2005, pág. 1–6.

PESQUEIRA, J; OTONDO, J. y GARCÍA, M.D. Producción de biomasa, cobertura y calidad forrajera de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* en un suelo alcalino sódico de la Depresión del Salado. En: INTA, 2017, vol. 43, no. 1836, pág. 231–238.

PETERS, L.H.; FRANCO, A.S. e HINCAPIÉ, B. Especies Forrajeras Multipropósito. Opción para Productores del Trópico Americano. En: Publicaciones CIATO, 2011, vol. 189. Cali, Colombia. <https://doi.org/10.1524/zkri.1989.189.1-2.57>

PIRELA, M.F. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Manual de ganadería doble propósito. Maracaibo, Venezuela: 2005.

QUERO CARRILLO, A.R. Gramíneas Introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos. Guadalajara, Jalisco, México: 2013.

RUOLO, M. Morfogénesis, estructura, producción y calidad de *Chloris gayana* Kunth bajo distintos regímenes de defoliación. 2017.

SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO SCCS. Ciencia del suelo: principios básicos. 2a. ed. Hernán Burbano O. & Francisco Silva M. Eds. Bogotá D.C.: 2013.

TARAZONA, A.M.; CEBALLOS, M.C.; NARANJO, J.F.; CUARTAS, C.A. y TARAZONA, A.M. Consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 2012, vol. 25, no. 74, pág. 473–487.

TOLEDO, J.M. RIEPT Manual para la evaluación Agronómica. Toledo. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 1982.

URRICARIET, M. del P. Evaluación de la producción de biomasa de dos cultivares de *Chloris gayana* Kunth (cv finecut cv topcut). Tesis Ingeniería en Producción Agropecuaria. Universidad Católica Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias. Buenos Aires: 2013.

VELAZQUEZ, D. Características y Producción del Pasto Estrella (*Cynodon Plectostachyus*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México: 2010.

VIVAS, N. Evaluación agronómica de 137 accesiones de *Desmodium velutinum*, en suelos ácidos. Tesis Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. 2005.

## ANEXOS

### ANEXO A. Resultado de Análisis de Suelo



Laboratorio de servicios analíticos

#### INFORME DE ENSAYOS

Solicitante: Michael Peters / Jhon Freddy Gutierrez  
Número serial: S2018-117  
Procedencia: Tambo Cauca

Fecha de muestreo: 11/24/2018  
Fecha recepción de muestras: 11/29/2018  
Entrega de resultados: 12/18/2018

Observaciones: Ext 3250.  
Numero de muestras: 1  
Tipo de análisis: Suelo

TABLA DE RESULTADOS

#	Descripcion	pH (Un)	C Oxid (g/kg)	MO (g/kg)	P-Brayll (mg/kg)	Ca (cmol/kg g)	Mg (cmol/kg g)	K (cmol/kg g)	Al (cmol/kg g)	Na (cmol/kg g)	ClCe (cmol/kg g)	ClC (cmol/kg g)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	S (mg/kg)
1	El Sauce - Tambo Cauca	5.09	110	252	2.59	4.12	1.79	0.470	1.25	NA	7.63	NA	3.05	17.01	0.184	3.88	0.356	45.2

Notas:

1. Los resultados presentes en este informe, se refieren únicamente a las muestras ensayadas.
2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.
3. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras.
4. Los valores iguales a cero corresponden a resultados que se encuentran por debajo de los límites de cuantificación del método.
5. LCM: Límite de Cuantificación del Método.

Autoriza:

Gonzalo Antonio Borrero Tamayo  
Coordinador Técnico - Laboratorio de Servicios Analíticos  
E-mail: g.a.borrero@cgiar.org  
Tel. (57-2) 445 0000 Ext. 3351

## ANEXO B. Análisis de Varianza entre Tratamientos

Época de llluvias

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Vigor	Entre grupos	22,402	13	1,723	6,655	,000
	Dentro de grupos	25,375	98	,259		
	Total	47,777	111			
% cobertura	Entre grupos	2021,402	13	155,492	5,904	,000
	Dentro de grupos	2580,875	98	26,335		
	Total	4602,277	111			
Altura (cm)	Entre grupos	15283,464	13	1175,651	5,219	,000
	Dentro de grupos	22074,500	98	225,250		
	Total	37357,964	111			
% malezas	Entre grupos	343,804	13	26,446	5,196	,000
	Dentro de grupos	213,750	42	5,089		
	Total	557,554	55			
% area descubierta	Entre grupos	102,000	13	7,846	2,161	,030
	Dentro de grupos	152,500	42	3,631		
	Total	254,500	55			
Plagas	Entre grupos	,116	13	,009	1,000	,457
	Dentro de grupos	,875	98	,009		
	Total	,991	111			
Enfermedades	Entre grupos	6,214	13	,478	7,207	,000
	Dentro de grupos	6,500	98	,066		
	Total	12,714	111			
% floración	Entre grupos	68691,769	13	5283,982	11,278	,000
	Dentro de grupos	45446,339	97	468,519		
	Total	114138,108	110			
TonFV/ha/pastoreo	Entre grupos	3077,526	13	236,733	1,274	,242
	Dentro de grupos	18206,834	98	185,784		
	Total	21284,359	111			
TonMS/ha/pastoreo	Entre grupos	63,928	13	4,918	,732	,727
	Dentro de grupos	657,995	98	6,714		
	Total	721,923	111			

Época seca

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Vigor	Entre grupos	30,929	13	2,379	3,838	,000
	Dentro de grupos	60,750	98	,620		
	Total	91,679	111			
% cobertura	Entre grupos	8066,795	13	620,523	2,952	,001
	Dentro de grupos	20602,625	98	210,231		
	Total	28669,420	111			
Altura (cm)	Entre grupos	25065,250	13	1928,096	5,927	,000
	Dentro de grupos	31880,750	98	325,314		
	Total	56946,000	111			
% malezas	Entre grupos	2002,607	13	154,047	4,744	,000
	Dentro de grupos	3182,500	98	32,474		
	Total	5185,107	111			
% area descubierta	Entre grupos	3606,688	13	277,438	1,573	,106
	Dentro de grupos	17287,375	98	176,402		
	Total	20894,063	111			
Plagas	Entre grupos	5,000	13	,385	1,621	,092
	Dentro de grupos	23,250	98	,237		
	Total	28,250	111			
Enfermedades	Entre grupos	1,464	13	,113	1,193	,296
	Dentro de grupos	9,250	98	,094		
	Total	10,714	111			
% floración	Entre grupos	92071,616	13	7082,432	15,727	,000
	Dentro de grupos	44132,375	98	450,330		
	Total	136203,991	111			
TonFV/ha/pastoreo	Entre grupos	565,197	13	43,477	1,443	,154
	Dentro de grupos	2952,426	98	30,127		
	Total	3517,623	111			
TonMS/ha/pastoreo	Entre grupos	29,735	13	2,287	1,153	,326
	Dentro de grupos	194,397	98	1,984		
	Total	224,132	111			



## ANEXO C. Prueba de Duncan entre Tratamientos

Época de llluvias

Vigor					
Duncan					
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
M. minutiflora	8	3,25			
C.gayana CIAT 7384	8		3,88		
C.gayana CIAT 981	8		4,38	4,38	
C.gayana CIAT 10097	8		4,38	4,38	
C.gayana CIAT 13072	8		4,38	4,38	
C.gayana CIAT 13329	8		4,38	4,38	
B. decumbens	8		4,38	4,38	
C.gayana CIAT 15573	8			4,50	4,50
C. nlemfuensis	8			4,50	4,50
C.gayana CIAT 6631	8			4,63	4,63
C.gayana CIAT 645	8			4,88	4,88
C.gayana CIAT 6633	8			4,88	4,88
C.gayana CIAT 7757	8				5,00
B. brizantha cv. Toledo	8				5,00
Sig.		1,000	,088	,103	,093

%cobertura					
Duncan					
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	
C.gayana CIAT 13329	8	88,0			
C.gayana CIAT 7384	8	88,1			
C.gayana CIAT 981	8	90,0	90,0		
C.gayana CIAT 6631	8		94,4	94,4	
C.gayana CIAT 13072	8		94,4	94,4	
C.gayana CIAT 10097	8		95,0	95,0	
C.gayana CIAT 645	8			97,8	
C.gayana CIAT 15573	8			97,8	
C.gayana CIAT 6633	8			98,8	
C.gayana CIAT 7757	8			99,4	
M. minutiflora	8			99,4	
B. brizantha cv. Toledo	8			100,0	
B. decumbens	8			100,0	
C. nlemfuensis	8			100,0	
Sig.		,468	,077	,070	

Altura (cm)				
Duncan				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
M. minutiflora	8	100		
B. decumbens	8	106	106	
C. nlemfuensis	8	108	108	
C. gayana CIAT 10097	8	111	111	
C. gayana CIAT 13329	8	112	112	
C. gayana CIAT 6633	8	114	114	
C. gayana CIAT 7384	8	116	116	
C. gayana CIAT 645	8		118	
C. gayana CIAT 6631	8		120	
C. gayana CIAT 7757	8		121	
C. gayana CIAT 981	8		123	
C. gayana CIAT 13072	8		123	
C. gayana CIAT 15573	8		124	
B. brizantha cv. Toledo	8			152
Sig.		,077	,055	1,000

%malezas					
Duncan					
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
B. brizantha cv. Toledo	4	0,00			
B. decumbens	4	0,00			
C. nlemfuensis	4	0,00			
C. gayana CIAT 7757	4	0,50			
C. gayana CIAT 6633	4	1,00			
C. gayana CIAT 6631	4	1,25			
M. minutiflora	4	1,25			
C. gayana CIAT 645	4	2,00	2,00		
C. gayana CIAT 15573	4	2,00	2,00		
C. gayana CIAT 10097	4	2,50	2,50	2,50	
C. gayana CIAT 13072	4	3,75	3,75	3,75	
C. gayana CIAT 981	4		5,00	5,00	
C. gayana CIAT 13329	4			5,75	5,75
C. gayana CIAT 7384	4				8,75
Sig.		,053	,100	,068	,067

Plagas			
Duncan			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
C. gayana CIAT 645	8	1,0	
C. gayana CIAT 981	8	1,0	
C. gayana CIAT 6631	8	1,0	
C. gayana CIAT 6633	8	1,0	
C. gayana CIAT 7384	8	1,0	
C. gayana CIAT 7757	8	1,0	
C. gayana CIAT 10097	8	1,0	
C. gayana CIAT 13072	8	1,0	
C. gayana CIAT 13329	8	1,0	
C. gayana CIAT 15573	8	1,0	
B. brizantha cv. Toledo	8	1,0	
B. decumbens	8	1,0	
C. nlemfuensis	8	1,0	
M. minutiflora	8		1,1
Sig.		1,000	1,000

Enfermedades				
Duncan				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
C. gayana CIAT 645	8	1,00		
C. gayana CIAT 981	8	1,00		
C. gayana CIAT 6631	8	1,00		
C. gayana CIAT 6633	8	1,00		
C. gayana CIAT 7757	8	1,00		
C. gayana CIAT 10097	8	1,00		
C. gayana CIAT 13072	8	1,00		
C. gayana CIAT 15573	8	1,00		
B. brizantha cv. Toledo	8	1,00		
C. nlemfuensis	8	1,00		
C. gayana CIAT 7384	8	1,13	1,13	
C. gayana CIAT 13329	8	1,13	1,13	
B. decumbens	8		1,38	
M. minutiflora	8			1,88
Sig.		,431	,069	1,000

% floración					
Duncan					
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
C. nlemfuensis	8	14,00			
B. brizantha cv. Toledo	8		36,13		
M. minutiflora	8		41,25		
B. decumbens	7		52,57	52,57	
C. gayana CIAT 10097	8			73,13	73,13
C. gayana CIAT 13072	8				79,63
C. gayana CIAT 7384	8				83,75
C. gayana CIAT 13329	8				86,88
C. gayana CIAT 15573	8				88,50
C. gayana CIAT 981	8				88,75
C. gayana CIAT 6631	8				89,63
C. gayana CIAT 7757	8				90,00
C. gayana CIAT 6633	8				94,38
C. gayana CIAT 645	8				95,63
Sig.		1,000	,157	,062	,086

TonFV/ha/pastoreo			
Duncan			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
C. gayana CIAT 13329	8	27,04	
C. gayana CIAT 7384	8	27,28	
C. gayana CIAT 6631	8	30,69	30,69
C. gayana CIAT 13072	8	32,05	32,05
C. gayana CIAT 6633	8	32,15	32,15
M. minutiflora	8	33,75	33,75
C. nlemfuensis	8	37,64	37,64
C. gayana CIAT 645	8	37,72	37,72
C. gayana CIAT 7757	8	38,19	38,19
C. gayana CIAT 15573	8	38,70	38,70
C. gayana CIAT 981	8	39,01	39,01
C. gayana CIAT 10097	8	39,38	39,38
B. decumbens	8	42,53	42,53
B. brizantha cv. Toledo	8		45,18
Sig.		,063	,081

TonMS/ha/pastoreo		
Duncan		
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
C. gayana CIAT 13329	8	5,12
M. minutiflora	8	5,25
C. gayana CIAT 7384	8	5,63
C. gayana CIAT 6631	8	6,11
C. gayana CIAT 13072	8	6,49
C. gayana CIAT 10097	8	6,85
C. nlemfuensis	8	6,89
C. gayana CIAT 15573	8	6,97
C. gayana CIAT 6633	8	6,97
C. gayana CIAT 981	8	6,99
B. decumbens	8	7,02
C. gayana CIAT 7757	8	7,02
C. gayana CIAT 645	8	7,08
B. brizantha cv. Toledo	8	7,88
Sig.		,085

### Época seca

Vigor					
Duncan					
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
C. gayana CIAT 10097	8	2,88			
M. minutiflora	8	2,88			
C. gayana CIAT 981	8	3,13	3,13		
C. gayana CIAT 7384	8	3,25	3,25		
C. gayana CIAT 13329	8	3,50	3,50	3,50	
C. gayana CIAT 6631	8	3,63	3,63	3,63	3,63
C. gayana CIAT 13072	8	3,63	3,63	3,63	3,63
C. gayana CIAT 645	8	3,75	3,75	3,75	3,75
C. gayana CIAT 15573	8	3,75	3,75	3,75	3,75
C. gayana CIAT 6633	8		3,88	3,88	3,88
C. gayana CIAT 7757	8			4,25	4,25
B. decumbens	8			4,25	4,25
B. brizantha cv. Toledo	8				4,50
C. nlemfuensis	8				4,50
Sig.		,062	,108	,108	,062

%cobertura					
Duncan					
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
C. gayana CIAT 7384	8	67,88			
C. gayana CIAT 6631	8	72,13	72,13		
C. gayana CIAT 981	8	75,00	75,00		
C. gayana CIAT 13329	8	75,00	75,00		
C. gayana CIAT 645	8	80,25	80,25	80,25	
C. gayana CIAT 13072	8	80,25	80,25	80,25	
M. minutiflora	8	82,50	82,50	82,50	82,50
C. gayana CIAT 15573	8	83,13	83,13	83,13	83,13
C. gayana CIAT 10097	8	84,00	84,00	84,00	84,00
C. gayana CIAT 6633	8	84,38	84,38	84,38	84,38
C. nlemfuensis	8		86,88	86,88	86,88
B. brizantha cv. Toledo	8			94,13	94,13
C. gayana CIAT 7757	8			95,63	95,63
B. decumbens	8				97,75
Sig.		,058	,091	,075	,075

Altura (cm)						
Duncan						
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
M. minutiflora	8	26,88				
B. decumbens	8		45,38			
B. brizantha cv. Toledo	8		56,38	56,38		
C. gayana CIAT 10097	8		57,00	57,00		
C. nlemfuensis	8		57,38	57,38		
C. gayana CIAT 7384	8		59,25	59,25		
C. gayana CIAT 981	8			66,00	66,00	
C. gayana CIAT 13329	8			69,75	69,75	69,75
C. gayana CIAT 15573	8			70,00	70,00	70,00
C. gayana CIAT 645	8			71,00	71,00	71,00
C. gayana CIAT 13072	8			71,25	71,25	71,25
C. gayana CIAT 6633	8			74,13	74,13	74,13
C. gayana CIAT 6631	8				84,13	84,13
C. gayana CIAT 7757	8					87,50
Sig.		1,000	,177	,103	,086	,092

%malezas						
Duncan						
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
C. nlemfuensis	8	,1				
B. decumbens	8	,4				
C. gayana CIAT 7757	8	1,0	1,0			
B. brizantha cv. Toledo	8	1,5	1,5			
M. minutiflora	8	2,9	2,9	2,9		
C. gayana CIAT 645	8	5,0	5,0	5,0	5,0	
C. gayana CIAT 15573	8	5,0	5,0	5,0	5,0	
C. gayana CIAT 6633	8	6,5	6,5	6,5	6,5	
C. gayana CIAT 13072	8		7,3	7,3	7,3	
C. gayana CIAT 981	8			8,4	8,4	8,4
C. gayana CIAT 7384	8			9,3	9,3	9,3
C. gayana CIAT 13329	8				10,5	10,5
C. gayana CIAT 10097	8				11,0	11,0
C. gayana CIAT 6631	8					14,0
Sig.		,057	,060	,055	,075	,081

Plagas			
Duncan			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
M. minutiflora	8	1,00	
C.gayana CIAT 981	8	1,13	
C.gayana CIAT 7757	8	1,13	
C.gayana CIAT 6633	8	1,25	1,25
C.gayana CIAT 7384	8	1,25	1,25
C.gayana CIAT 10097	8	1,38	1,38
C.gayana CIAT 13072	8	1,38	1,38
C.gayana CIAT 13329	8	1,38	1,38
C. nlemfuensis	8	1,38	1,38
C.gayana CIAT 645	8	1,50	1,50
C.gayana CIAT 6631	8	1,50	1,50
C.gayana CIAT 15573	8	1,50	1,50
B. brizantha cv.Toledo	8		1,75
B. decumbens	8		1,75
Sig.		,093	,091

Enfermedades			
Duncan			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
C.gayana CIAT 6633	8	1,00	
C.gayana CIAT 7384	8	1,00	
C.gayana CIAT 7757	8	1,00	
C.gayana CIAT 15573	8	1,00	
B. decumbens	8	1,00	
C. nlemfuensis	8	1,00	
C.gayana CIAT 645	8	1,13	1,13
C.gayana CIAT 981	8	1,13	1,13
C.gayana CIAT 13072	8	1,13	1,13
C.gayana CIAT 13329	8	1,13	1,13
M. minutiflora	8	1,13	1,13
C.gayana CIAT 10097	8	1,25	1,25
B. brizantha cv. Toledo	8	1,25	1,25
C.gayana CIAT 6631	8		1,38
Sig.		,187	,172

%floración				
Duncan				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
M. minutiflora	8	,88		
B. brizantha cv. Toledo	8	14,50		
C. nlemfuensis	8	20,38		
B. decumbens	8		61,00	
C.gayana CIAT 7757	8		61,88	
C.gayana CIAT 15573	8		66,88	66,88
C.gayana CIAT 645	8		70,63	70,63
C.gayana CIAT 13072	8		78,38	78,38
C.gayana CIAT 10097	8		79,50	79,50
C.gayana CIAT 7384	8		83,13	83,13
C.gayana CIAT 981	8			86,88
C.gayana CIAT 13329	8			87,25
C.gayana CIAT 6631	8			88,13
C.gayana CIAT 6633	8			89,50
Sig.		,085	,074	,074

TonFV/ha/pastoreo				
Duncan				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
M. minutiflora	8	7,8		
C.gayana CIAT 15573	8	9,1	9,1	
C.gayana CIAT 7384	8	9,6	9,6	
C. nlemfuensis	8	10,7	10,7	10,7
C.gayana CIAT 13329	8	11,1	11,1	11,1
C.gayana CIAT 13072	8	12,3	12,3	12,3
C.gayana CIAT 6631	8	12,5	12,5	12,5
C.gayana CIAT 645	8	12,9	12,9	12,9
C.gayana CIAT 981	8	13,1	13,1	13,1
B. brizantha cv. Toledo	8	13,1	13,1	13,1
C.gayana CIAT 7757	8	13,6	13,6	13,6
C.gayana CIAT 6633	8	13,9	13,9	13,9
C.gayana CIAT 10097	8		14,7	14,7
B. decumbens	8			16,5
Sig.		,071	,096	,082



TonMS/ha/pastoreo			
Duncan			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
M. minutiflora	8	1,8	
C.gayana CIAT 15573	8	2,3	2,3
C.gayana CIAT 7384	8	2,6	2,6
C. nlemfuensis	8	2,8	2,8
C.gayana CIAT 13329	8	2,9	2,9
B. brizantha cv. Toledo	8	2,9	2,9
C.gayana CIAT 6631	8	3,1	3,1
C.gayana CIAT 13072	8	3,1	3,1
C.gayana CIAT 7757	8	3,2	3,2
C.gayana CIAT 645	8	3,2	3,2
C.gayana CIAT 6633	8	3,4	3,4
C.gayana CIAT 10097	8	3,5	3,5
C.gayana CIAT 981	8		3,7
B. decumbens	8		3,8
Sig.		,052	,093

## ANEXO D. Análisis Bromatológico por tratamiento



*Animal Nutrition & Forages Quality Laboratory*  
**TROPICAL FORAGES**  
*Analysis Report*

Origen:	Cauca
Cliente:	J.F.Gutierrez
Tipo de Muestra:	Forraje
Fecha de Recepcion:	10-08-2018
Fecha Emision de Resultados:	18/10/2018
Orden tecnica (OT)	OT - 034

Analisis	Abrev.	Metodo
Materia Seca a 105°C	M.S	ISO 6496 :1999
Materia Seca Parcial a 60 °C	MS Parcial	ISO 6496 :1999 con secado horno 60 °C
Materia Organica a 550°C.	M.O	Incineración en mufla 550°C, Calculo
Cenizas a 550°C	Cenizas	AOAC 942.05 :2005
Fibra detergente neutra	FDN	ISO 16472:06 , AOAC 2002:04, AN 3805 ANKOM
Fibra detergente acida	FDA	ISO 13906:08, AOAC 973.18, AN 3804 ANKOM
Digestibilidad in vitro de materia seca	DIVMS	Tilley & Terry 1963, Van soest & Robertson 1985
Proteina Cruda	PC	AOAC 984.13:1990 , Kjeldahl AN 3001 FOSS

\*Valores reportados en base a materia seca analitica a 105°C

\*Valores reportados en base a materia seca analitica a 105°C

#	Cod. Mtra Externo	Cod. Mtra Interno	%M.S Parcial	%M.S	%M.O	%Cenizas	%FDN	%FDA	% PC	%DIVMS
1	B. brizanta Cv Toledo	F18-0888	34.23	93.25	85.27	14.73	59.61	28.12	18.94	65.32
2	B. decumbens	F18-0889	26.71	92.68	87.13	12.87	59.22	25.96	20.44	74.29
3	Cg 13072	F18-0890	33.95	93.64	88.80	11.20	67.85	34.18	15.84	69.11
4	Cg 13329	F18-0891	42.28	93.42	88.20	11.80	70.20	35.97	13.56	64.07
5	Cg 15573	F18-0892	41.77	93.63	87.03	12.97	68.48	37.06	16.13	66.95
6	Cg 645	F18-0893	37.66	93.51	88.21	11.79	69.59	36.76	17.14	69.48
7	Cg 6631	F18-0894	36.66	93.53	86.17	13.83	67.69	35.03	16.38	68.18
8	Cg 6636 o 6633	F18-0895	32.76	93.46	88.21	11.79	70.92	37.29	15.59	67.29
9	Cg 7384	F18-0896	40.42	93.70	87.34	12.66	69.03	35.47	15.02	67.66
10	Cg 7757	F18-0897	40.12	93.81	89.77	10.23	69.85	35.95	16.58	68.42
11	Cg 981	F18-0898	46.06	93.51	89.12	10.88	71.11	35.50	14.78	67.11
12	Cg 10097	F18-0899	39.13	93.64	87.39	12.61	67.78	35.31	15.64	67.45
13	Cynodon nlenfuensis	F18-0900	35.23	92.90	89.05	10.95	66.26	29.80	22.25	70.43
14	Melinis minutiflora	F18-0901	38.32	93.33	90.73	9.27	66.61	33.61	17.40	65.65

**Notas:**

1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras analizadas.
2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.
3. Tamano de partícula 1 mm, molino MARCA RETSCH MODELO SM 100
4. Analisis de fibras realizado bajo la nota de aplicación del fabricante ANKOM, cumpliendo los lineamientos de normas ISO
5. Analisis de Proteina realizado bajo la nota de aplicación del fabricante FOSS, cumpliendo los lineamientos de normas AOAC