

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Evaluación de germoplasma forrajero con uso potencial en el enclave
subxerofítico del Patía, Cauca, Colombia**

Jhon Freddy Gutiérrez Solís

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Palmira, Colombia

2018

**Evaluación de germoplasma forrajero con uso potencial en el enclave
subxerofítico del Patía, Cauca, Colombia**

Jhon Freddy Gutiérrez Solís

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencias Agrarias

Director:

Dr. c, Ciencias Agrarias Nelson José Vivas Quila

Codirector:

Dr. c, Rolando Barahona Rosales

Línea de Investigación:

Producción Animal Tropical

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Programa de Posgrados
Palmira, Colombia

2018

CONTENIDO

Lista de Figuras.....	VII
Resumen.....	VIII
Abstract.....	X
CAPÍTULO 1. Generalidades.....	15
Descripción general del Valle del Patía.....	18
Metodología para la evaluación agronómica de pasturas tropicales.....	19
CAPITULO 2. <i>Chloris gayana</i>.....	20
Botánica.....	21
Descripción taxonómica.....	21
Ecología.....	23
Requerimiento de suelos.....	23
Humedad.....	23
Temperatura.....	23
Desarrollo reproductivo.....	24
Defoliación.....	24
Agronomía.....	24
Establecimiento.....	24
Fertilización.....	25
Plagas y enfermedades.....	25
Habilidad de propagarse.....	26
Potencial de maleza.....	26
Valor alimenticio.....	26
Palatabilidad/aceptabilidad.....	27
Toxicidad.....	27
Producción potencial.....	27
Materia seca.....	27
Producción animal.....	27
Conservación de forraje.....	28
CAPITULO 3. <i>Cenchrus ciliaris</i>.....	29
Descripción morfológica.....	29
Ecología.....	30
Requerimiento de suelos.....	30
Humedad.....	30
Temperatura.....	30
Desarrollo Reproductivo.....	31
Defoliación.....	31
Fuego o quema.....	31
Agronomía.....	31
Establecimiento.....	31
Fertilización.....	32
Plagas y enfermedades.....	32
Habilidad de propagarse.....	32
Potencial de maleza.....	33

Valor alimenticio.....	33
Valor nutritivo	33
Palatabilidad/aceptabilidad.....	33
Toxicidad	33
Producción potencial	33
Materia seca.....	33
Producción animal.	33
CAPITULO 4. Arbustivas.....	35
<i>Leucaena diversifolia</i>	35
Descripción botánica	35
Adaptación.....	36
Manejo.....	36
Productividad y valor nutritivo	37
Producción forraje.	37
Plagas y enfermedades.....	37
Producción de semilla	37
<i>Leucaena leucocephala</i>	39
Descripción morfológica:	39
Establecimiento.....	39
Manejo.....	40
Productividad y valor nutritivo	40
<i>Desmodium velutinum</i>	41
Descripción botánica	42
Adaptación.....	43
Distribución	44
Establecimiento.....	44
Productividad y valor nutritivo	44
<i>Cratylia argentea</i>	46
Descripción.....	46
Adaptación.....	46
Establecimiento.....	47
Manejo.....	47
Productividad y valor nutritivo.....	47
CAPITULO 5. Materiales y métodos	49
Localización.....	49
Precipitación.....	52
Establecimiento ensayos genotipo - ambiente	55
Metodología de evaluación.....	61
Variables evaluadas	62
Diseño experimental	65
Análisis estadístico.....	66
CAPITULO 6. Resultados (<i>Chloris Gayana</i>).....	67
Vigor.....	67
Cobertura.....	67
Altura.....	68
Malezas.....	68
Plagas.....	68

Enfermedades.....	68
Floración (%).	69
Materia Seca (%).	69
Producción de forraje en materia seca (%).	69
CAPITULO 7. Resultados (<i>Cenchrus ciliaris</i>).....	73
Vigor.....	73
Cobertura.....	74
Altura.....	75
Malezas.....	75
Plagas.....	75
Enfermedades.....	76
Floración (%).	76
Materia seca (%).	76
Producción de forraje en materia seca.....	77
CAPITULO 8. Resultados (<i>Leucaena diversifolia</i>).....	79
Vigor.....	79
Diámetro.....	79
Altura.....	79
Plagas.....	79
Enfermedades.....	79
Floración (%).	80
Materia Seca (%).	80
Producción de forraje en materia seca.....	80
CAPITULO 9. Resultados (<i>Leucaena leucocephala</i>).....	80
Vigor.....	80
Diámetro.....	81
Altura.....	81
Plagas.....	81
Enfermedades.....	82
Floración (%MS).	82
Materia seca (%).	82
Producción de forraje en materia seca.....	82
CAPITULO 10. Resultados (<i>Desmodium velutinum</i>).....	83
Vigor.....	83
Diámetro.....	83
Altura.....	84
Plagas y enfermedades.....	84
Floración.....	84
Materia seca (%).	84
Producción de forraje en materia seca.....	84
CAPITULO 11. Resultados (<i>Cratylia argentea</i>).....	86
Vigor.....	86
Diámetro.....	86
Altura.....	86
Plagas y Enfermedades.....	86

Flor.....	86
Materia seca (%).	87
Producción.	87
Conclusiones.....	98
Recomendaciones.....	99
Bibliografía	100

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica del estudio.....	46
Figura 2. Ubicación geográfica – localidades.....	46
Figura 3. Precipitación promedio mensual en la localidad de California, durante los años en que se llevó a cabo el establecimiento y evaluación de las colecciones.....	50
Figura 4. Precipitación promedio mensual de la localidad Porvenir, durante los años en que se llevó a cabo el establecimiento y evaluación de las colecciones.....	50
Figura 5. Precipitación promedio mensual de la localidad Guachicono, durante los años en que se llevó a cabo el establecimiento y evaluación de las colecciones.....	51

Resumen

Para los sistemas ganaderos localizados en regiones de clima cálido o ecosistemas con periodos largos de sequía, el abanico forrajero tanto de gramíneas como de leguminosas es escaso, materiales de gramíneas y leguminosas como las evaluadas en el presente trabajo, por su adaptabilidad, valor nutricional y resiliencia ante las condiciones climáticas cambiantes pueden convertirse en una opción viable para dichas condiciones.

Se evaluaron 20 accesiones de *Chloris gayana* y 16 de *Cenchrus ciliaris*, provenientes del este de África del banco de recursos genéticos del International Livestock Research Institute – ILRI y 6 accesiones de leguminosas arbustivas provenientes del programa de Forrajes Tropicales. En cuatro localidades distribuidas en el Valle geográfico del río Patía, sur occidente de Colombia se establecieron en campo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Una vez establecidas, se dio inicio a las evaluaciones agronómicas con el fin de determinar el desempeño de estos materiales, para lo cual se midieron entre otras variables; vigor, cobertura, altura, malezas, plagas y enfermedades, floración y producción de forraje en términos de materia seca.

Se realizaron evaluaciones agronómicas en épocas de máxima y mínima precipitación; tanto la colección de gramíneas como las accesiones de leguminosas mostraron poca incidencia de plagas y enfermedades, se valoró la producción de forraje expresado en materia seca, así como su calidad nutricional. Sobresaliendo las accesiones más productivas de *C. ciliaris*: 6642, 15687, 16868, 18483, 13299 y 16609. En el caso de *C. gayana*: 13330, 10097, 10225, 1053, 6633 y 6631. Finalmente, en el caso de las leguminosas arbustivas el desempeño vario en función de las condiciones agroecológicas de las localidades, pero en general donde se contó con suelos un poco más fértiles sobresalió *Leucaena* y donde la

calidad u oferta edafoclimática era menos favorable, fueron mejores *D. velutinum* y *C. argentea*.

A manera de conclusión bajo las condiciones evaluadas, *C. gayana* y *C. ciliaris* tienen potencial como especies forrajeras para ser consideradas como una opción forrajera que permite producir biomasa en épocas críticas o adversas para la producción ganadera, además de presentar buena producción de semilla y a pesar de su floración precoz, mantener los niveles de proteína y calidad nutricional. Siendo necesario continuar con el proceso de investigación bajo condiciones de pastoreo y conservación de forraje para épocas críticas.

Palabras clave: *Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana*, Leguminosas arbustivas, trópico seco, calidad nutricional

Abstract

For livestock production systems located in warm climate regions or ecosystems with large periods of drought, the fodder range of both grasses and legumes is short, grass and legume materials as evaluated in this work, for their adaptability, nutritional value and resilience during the face of climatic changing conditions can become a viable option for such conditions.

We evaluated 20 accessions of *C. gayana* and 16 of *C. ciliaris*, from eastern Africa from the genetic resources bank of the International Livestock Research Institute - ILRI and 6 accessions of shrub legumes from the Tropical Forages Program. In four localities distributed in the geographic valley of the Patía River, southwestern Colombia, they were established in the field under a randomized complete block design with four repetitions.

Once established, the agronomic evaluations began in order to determine the performance of these materials for which they were measured, among others; vigor, cover, height, weeds, pests and diseases, flowering, forage production in dry matter.

Agronomic evaluations were conducted during seasons of maximum and minimum precipitation; both the collection of grasses and the accessions of legumes showed little incidence of pests and diseases, the production of forage expressed in dry matter as well as its nutritional quality was evaluated. Excelling as the most productive accessions of *C. ciliaris*: 6642, 15687, 16868, 18483, 13299 and 16609. In the case of *C. gayana*: 13330, 10097, 10225, 1053, 6633 and 6631. And finally in the case of the shrub legumes the performance varied depending on the agroecological conditions of the localities, but in general where there was more fertile soils stood out *Leucaena* and where the quality or edaphoclimatic offer were better *D. velutinum* and *C. argentea*.

By way of conclusion under the conditions evaluated, *C. gayana* and *C. ciliaris* have potential as forage species to be considered as a forage option that allows biomass

to be produced in critical or adverse times for livestock production, in addition to presenting good seed production and Despite its early flowering, maintain protein levels and nutritional quality. It is necessary to continue with the research process under grazing conditions and conservation of forage for critical periods.

Key words: *Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana*, Shrub legumes, dry tropics, nutritional quality

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una de las principales actividades en los procesos de desarrollo rural, no solo por el incremento de ingresos sino también por ser una fuente generadora de empleo para los campesinos. Según MADR (2009), el 77% de la superficie en uso del suelo del país, se destina a labores pecuarias en donde los pastos ocupan el 81% y el restante 19% se encuentra en malezas y rastrojos.

Colombia mantiene un hato cercano a los 23.5 millones de cabezas (“CENSO-BOVINO-2017,” 2017), en 32 millones de hectáreas (DANE, 2015). Donde el uso potencial para la ganadería en Colombia según el DANE 2015 es solo de 19.3 millones de hectáreas lo que demuestra un sobre uso de aproximadamente el 200% del área potencial, evidenciando una falta de planificación y desmesurada dedicación de suelo para pastos, por lo que se hace necesaria la generación de alternativas para una ganadería eco-eficiente y sustentable. Esta situación no ha variado significativamente en los últimos veinte años, lo que revela la pobre transformación tecnológica del sector ganadero.

Lo anterior conlleva a contar con parámetros productivos poco eficientes, por ejemplo, la capacidad de carga promedio de Colombia es de 0.6 cabezas de ganado (FEDEGAN, 2014), debido al uso de especies forrajeras naturalizadas y nativas con baja productividad, calidad nutricional y poco manejo generalmente bajo sistemas extensivos. Teniendo en cuenta además las condiciones climáticas adversas que se presentan en las diferentes regiones del país, algunas ocasiones con periodos prolongados de sequía y en otras con fuertes lluvias generando estacionalidad en la producción y con ello un impacto económico negativo en los productores.

Lo anterior sin duda afecta los parámetros productivos (ganancia diaria de peso, edad a sacrificio, intervalo entre partos) y demás indicadores reproductivos, reflejando la baja eficiencia del sector ganadero, que, sumado a la variabilidad de las condiciones agroecológicas del país, hace necesario la identificación y establecimiento de especies forrajeras

multipropósito. Que puedan contribuir a reducir las presiones directas sobre los recursos naturales, generando resiliencia y garantizando la conservación de la biodiversidad (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012).

Bajo este contexto se planteó como objetivo la evaluación de dos colecciones de gramíneas provenientes del este de África *Chloris gayana* y *Cenchrus ciliaris*, (International Livestock Research Institute) las cuales se caracterizan por su adaptación a condiciones climáticas adversas (p. ej. Sequías prolongadas) así como a factores bióticos.

Así como la evaluación de cuatro especies de leguminosas arbustivas (*Leucaena diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Desmodium velutinum* y *Cratylia argentea*), las cuales presentan potencial para ser incorporadas a los sistemas ganaderos. Debido en gran parte a sus lugares de origen y previas evaluaciones bajo condiciones del trópico.

El enclave sub-xerofítico del Patía presenta condiciones favorables para el desarrollo de la ganadería, sin embargo por las épocas secas prolongadas se genera una estacionalidad en la producción debido a la baja persistencia de las gramíneas naturalizadas, calidad nutricional y manejo de las mismas. De ahí la necesidad de continuar explorando nuevas opciones forrajeras para la zona, dando continuidad a lo realizado por instituciones como la Universidad del Cauca mediante el grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria y el CIAT a través del programa de Forrajes Tropicales, quienes han liderado investigaciones en la región alrededor de los forrajes tropicales, con resultados que actualmente permiten seleccionar algunas tecnologías basadas en forrajes introducidos, que se adaptan a las condiciones edafoclimáticas de la región y que a su vez generan productividad y sostenibilidad al tiempo que mejoran las condiciones de vida de los pequeños y medianos ganaderos.

En Valle del Patía, región donde se llevó a cabo la presente investigación, el equipo de trabajo ha desarrollado actividades de investigación desde el año 2007. Año en que se dio inicio a las actividades bajo el marco del proyecto “Aumento de la productividad, competitividad y sostenibilidad de sistemas de pequeños y medianos productores de carne en la cuenca del Patía y meseta de Popayán”, en el cual mediante ensayos genotipo – ambiente se evaluaron algunas accesiones de leguminosas y gramíneas, de las cuales mediante pruebas agronómicas y evaluaciones participativas con productores se realizó la selección de especies con potencial para desarrollo en las ganaderías del Patía. Las especies seleccionadas por su

desempeño agronómico fueron; *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 cv. Toledo, *Brachiaria humidicola* CIAT 36087 cv. Mulato II, *Panicum maximum* CIAT 6962 cv. Mombasa y CIAT 16031 cv. Tanzania, así como las leguminosas *Centrosema molle* CIAT 15160, *Canavalia brasiliensis* CIAT 17009 y *Cratylia argentea* CIAT 18516.

Dado que en la mayoría de regiones del país predominan especies naturalizadas como *Dichanthium aristatum*, *Hyparrhenia rufa*, *Bothryochloa pertusa*. Las cuales bajo diferentes tipos de estrés abiótico no son las de mejor desempeño, como es el caso del Valle del Patía, región donde se llevó a cabo la presente investigación y que presenta condiciones de ecosistema subxerofítico.

Finalmente vale la pena resaltar que este trabajo hace parte del programa de investigación “Desarrollo y uso de recursos forrajeros en sistemas sostenibles de producción bovina para el departamento del Cauca” así como del proyecto “Investigación del uso de especies forrajeras y no forrajeras multipropósito en sistemas de pequeños y medianos productores de carne en los municipios de Patía y Mercaderes, Cauca”. Financiado por el fondo de ciencia y tecnología del sistema general de regalías (SGR), ejecutado por la gobernación del Cauca mediante la Universidad del Cauca y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

CAPÍTULO 1. Generalidades

En las últimas décadas, los daños ambientales resultantes de las actividades humanas han ganado creciente visibilidad. La escasez de agua, la degradación de los suelos y especialmente el calentamiento global se han convertido en asuntos críticos que han captado la atención de la academia, los gobiernos y la sociedad civil. Con el fin de promover la mitigación y adaptación a los cambios climáticos esperados; gobiernos, organizaciones no gubernamentales y organizaciones multilaterales han respondido a estos retos desarrollando estrategias específicas para los distintos sectores económicos. Entre ellos, la ganadería bovina se ha convertido en un sector prioritario, ya que esta aporta sustancialmente al fenómeno del cambio climático con cerca del 9,5% de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global (Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, 2013).

Las emisiones del ganado provienen principalmente en forma de metano, que es liberado durante el proceso digestivo de los animales, sin embargo existen otras formas de emisión relacionadas a este sector, como aquellas provenientes de la producción de alimento para los animales y aquellas que surgen como resultado de cambios de uso de tierra (p. ej. la tala de bosques para extender las zonas de pastoreo) (Gerber et al., 2013). Pero los impactos ambientales negativos de la producción ganadera no se limitan a las emisiones de GEI. Ciertas prácticas ganaderas promueven la degradación de los suelos, la contaminación y uso excesivo de agua y fomentan el desarrollo de monocultivos (con sus impactos sociales y ambientales) destinados especialmente para alimentación animal (FAO, 2006).

Sin embargo el panorama para la ganadería no es tan oscuro. De acuerdo al reporte *“Tackling climate change through livestock”* de la FAO (Gerber et al., 2013) existen estrategias prometedoras para combatir aquellos impactos ambientales de manera sostenible, como la manipulación de la dieta y el mejoramiento del alimento. Sobre esta línea, diferentes instituciones entre ellas centros de investigación y universidades alrededor del mundo, entre ellos el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y el grupo de investigación Nutrición Agropecuaria - NUTRIFACA de la Universidad del Cauca en Colombia, vienen promoviendo nuevas tecnologías que permitan intensificar la ganadería bajo principios de sostenibilidad ambiental, social y económica. Para lo cual han trabajado por décadas en el desarrollo y evaluación de germoplasma forrajero, sistemas silvopastoriles, recuperación de suelos con

leguminosas forrajeras, mitigación de GEI, así como prácticas ganaderas más eficientes. Con el tiempo, su investigación se ha enfocado en *“la intensificación sostenible de sistemas basados en forrajes a través de tres procesos: Intensificación genética – el desarrollo y uso de gramíneas y leguminosas superiores, intensificación ecológica – el desarrollo y aplicación de prácticas mejoradas de pastoreo y manejo de recursos naturales; e intensificación socio-económica – el mejoramiento de instituciones y políticas nacionales”* (RAO et al., 2015).

Colombia cuenta con aproximadamente 42.3 millones de hectáreas dedicadas a actividades agrícolas y el 80% de esas tierras corresponde a pasturas para la producción animal (DANE, 2015). 81.4% de esta tierra está manejada por pequeños productores ganaderos en sistemas de producción extensivos (FEDEGAN, 2014). Estos sistemas están caracterizados por su baja productividad, baja eficiencia en el uso del suelo y efectos negativos para el medio ambiente, como por ejemplo altas emisiones de efecto invernadero por unidad de producto final, degradación de suelos y aguas, reducción en la biodiversidad o deforestación (Bacab et al., 2013; FEDEGAN, 2014). Sin embargo, a través de la adopción de tecnologías y prácticas más sostenibles, el sector ganadero también cuenta con un potencial grande para mitigar los impactos negativos, para incrementar la productividad y para adaptarse al cambio climático ((Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, 2013); Peters et al., 2012).

Sin duda actualmente el cambio climático es uno de los mayores desafíos ambientales que enfrenta la sociedad moderna, la actividad ganadera representa un importante renglón en la economía mundial, debido a que representa el 40% del valor mundial de la producción agrícola y es la base de los medios de subsistencia y seguridad alimentaria de casi mil millones de personas (FAO, 2009). Además, los sistemas de pastoreo en ganadería cubren el área más extensa, con cerca de 26% de la superficie terrestre sin hielo (Steinfeld et al., 2006), en gran parte manejada bajo sistemas de pastoreo extensivo de forrajes nativos, que no permiten hacer uso racional del suelo. En Colombia, la ganadería es manejada en un 70% de forma extensiva con monocultivo de gramíneas no mejoradas y pasturas degradadas, caracterizadas por bajos niveles de productividad, baja eficiencia en el uso del suelo, pocos niveles de inversión, sumado a un gran deterioro ambiental (p. ej. deforestación, degradación del suelo, emisiones de gases efecto invernadero, pérdida de biodiversidad, uso ineficiente del agua), aspectos que

limitan el aumento potencial de producción de carne y leche, y que contribuyen al cambio climático y degradación de recursos naturales.

Se espera que el cambio climático resulte en una meteorología distinta a la actual (cambios en los patrones de precipitación y aumento en eventos extremos de sequía o inundaciones); los países en vías de desarrollo están en desventaja económica para enfrentar dichos cambios (Thornton, Ericksen, Herrero, & Challinor, 2014), mucho menos los extremos. Como lo ha evidenciado en las noticias del día a día de los últimos 5 años, Colombia tiene una capacidad baja de afrontar dichos retos. Se espera que en el año 2040 en Colombia, la zona Caribe sea más seca, mientras que en los valles interandinos y de trópico alto sean más húmedos (cambios del 10 al 30% en ambos sentidos) (IDEAM 2015).

¿Porque es necesario hacer la investigación?

Este trabajo es necesario debido a la escasa investigación en forrajes tropicales que se adapten a condiciones climáticas adversas, como sequías prolongadas y a las condiciones agroecológicas donde se desarrolla la ganadería. Con el fin de mejorar la productividad y garantizar la sostenibilidad de esta importante actividad económica.

De igual manera se trabajaron propuestas de investigación en evaluación agronómica y al analizar los diferentes resultados y observar el comportamiento de las especies evaluadas según su adaptación y aceptación, fueron seleccionadas algunas asociaciones forrajeras para las condiciones de la zona: *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, *Panicum maximum* cv. Mombasa y *Canavalia brasiliensis* CIAT 17009. Las cuales se convirtieron en alternativas u opciones forrajeras de uso en los sistemas ganaderos de la región.

Dentro de los trabajos de investigación desarrollados por el equipo relacionados con la presente investigación, se encuentra la “Respuesta agronómica de ocho variedades de gramíneas en tres ambientes del trópico bajo Patía – Cauca”, realizado por Segura y Legarda (2011). Bajo la cual se evaluaron vigor, cobertura, altura de plantas, incidencia de malezas, área descubierta, incidencia de plagas, presencia de enfermedades y producción de materia seca de ocho accesiones de gramíneas, *B. brizantha* (CIAT 26110, cv. Toledo), *B. híbrido*

(CIAT 36087, cv. Mulato II), *B. humidicola* (CIAT 26159, CIAT 16866, CIAT 16888), *Panicum maximum* (CIAT 6962, CIAT 16031, CIAT mezcla). Los materiales de *Brachiaria humidicola* y *Panicum maximum* evaluados mostraron, resistencia y persistencia, sin evidenciar afectación de su desarrollo fisiológico. Siendo los materiales con mejor desempeño bajo las condiciones de la zona: *Brachiaria* híbrido (CIAT 36087, cv. Mulato II), *Panicum maximum* (CIAT 16031, cv Tanzania) *B. brizantha* (CIAT 26110, cv Toledo). *Brachiaria* híbrido (CIAT 36087, cv. Mulato II), presentó el mejor desempeño de las variables agronómicas durante la fase de producción (vigor: 4.33; cobertura: 79.75%; altura: 63.02 cm). Respecto a la producción de materia seca el cultivar que presento mejor resultado fue *Panicum maximum* cultivar Tanzania (CIAT 16031) 45.18 Ton/MS/año seguido de los cultivares *Panicum maximum* (CIAT 6962, cv. Mombaza), *Panicum maximum* cv. Massai (CIAT mezcla) *Brachiaria* híbrido (CIAT 36087, cv. Mulato II), (36.31, 35.13 y 29.57 Ton/MS/ha/año, respectivamente). Los materiales (especies), no se vieron afectados durante su desarrollo y producción por plagas y enfermedades.

Descripción general del Valle del Patía

El municipio de Patía se encuentra localizado al suroccidente del departamento del Cauca, latitud Norte 02° 06' y longitud Oeste 76° 59', y su cabecera municipal - El Bordo está a una distancia aproximada de 82 Km de Popayán.

El municipio cuenta con una extensión de 784 km², el cual cuenta con las siguientes condiciones agroecológicas; altura sobre el nivel del mar entre 550 y 3000 m.s.n.m. vale la pena resaltar que la altura promedio en la zona plana donde se llevaron a cabo los ensayos fue de 680 m.s.n.m., la temperatura media oscila entre 30 y 32 °C, y una precipitación anual de: 1800 mm (Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2012), resaltando que estas condiciones edafoclimaticas varían a lo largo del valle, el cual posee suelos de mediana fertilidad, generalmente de origen aluvial y coluvial, con altos contenidos de materia orgánica, en los cuales dentro de las actividades agropecuarias predomina la explotación de la ganadería extensiva (desarrollada en su mayor extensión por grandes productores, quienes son dueños del 80% de la tierra aproximadamente) (Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2012).

Metodología para la evaluación agronómica de pasturas tropicales

(Toledo, 1982), propone como punto de partida coherente, que la adaptación de germoplasma a las condiciones agroecológicas de una región, área o localidad debe comenzar con la evaluación de germoplasma bajo cualquier programa de investigación en pastos. Razón por la cual, la "Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales" generó metodologías para la evaluación agronómica de forrajes tropicales, con el fin de obtener datos comparables y confiables, utilizando técnicas simples pero superiores de diseño, permitiendo obtener información que facilite la selección con más certeza del germoplasma promisorio para continuar con las demás fases de evaluación agronómica y de respuesta animal a fin de completar la secuencia de investigación en forma más rápida y eficiente.

La red considero cuatro etapas: Ensayos regionales A (ERA) para evaluar establecimiento (caracterización de grandes colecciones) Ensayos regionales B (ERB) Evaluación agronómica y producción de materia seca (vigor, altura, cobertura, incidencia de plagas y enfermedades) (Toledo, 1982). Evaluaciones regionales C (ERC), efecto animal en los forrajes (palatabilidad, calidad nutricional, persistencia, resistencia al pisoteo) y Evaluaciones regionales D (ERD), respuesta de los animales en términos de productividad por área (ganancia de peso kg/ha/año), (Toledo, 1982).

CAPITULO 2. *Chloris gayana*

Es una gramínea perenne nativa de África tropical y subtropical (Bogdan, 1969). Rhodesgrass fue poco conocido entre las gramíneas tropicales hasta 1890, cuando Cecil Rhodes la cultivo por primera vez. Este material es de fácil establecimiento, produce semillas, y tolera condiciones adversas como sequía y salinidad (Haffar & Alhadrami, 1997). Sus características la convierten en un material apropiado para el pastoreo y la elaboración de heno. Permitiendo realizar cortes con una frecuencia entre 28 y 35 días (“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,” 2013).

Es el forraje C4 más tolerante a suelos salinos, en África se ha encontrado hasta los 2000 m.s.n.m. fue introducido en 1902 a Australia, luego importado a EEUU en 1903, pero solo hasta 1950 se organizó la producción de semillas en Texas, convirtiéndolo en la especie más cultivada en la Florida y Texas hasta el año 2004. (Quesenberry, Sollenberger, & Newman, 2004).

Rhodes presenta variación genética, debido a la cual existen genotipos diploides ($2n = 20$) y tetraploides ($2n = 40$). Los tetraploides comprenden entre el 50 y 60% de las accesiones, estos son originarios de bajas latitudes (20^0 o menos) mientras que los diploides (20^0 o más), Rhodes presenta gran variación natural, razón por la cual los ecotipos pueden diferir apreciablemente en algunos atributos como; vigor de las plántulas, longevidad, habito de crecimiento, desarrollo de estolones, tamaño de hoja, grosor del tallo y estolón, tiempo a floración, tolerancia a sequía, resistencia a heladas, crecimiento a bajas temperaturas, producción de materia seca, digestibilidad y palatabilidad. (Quesenberry et al., 2004).

En regiones como África, Australia y Argentina esta es una de las especies que ha tomado relevancia debido a su adaptación a zonas con regímenes de precipitación bajos. Según (Boonman, 1993) esta especie a escala global era la gramínea tropical más importante, principalmente por su amplio rango de adaptación, habito estolonífero y la producción de semilla. Rhodesgrass fue poco conocido entre otras gramíneas tropicales, hasta 1890 donde comenzó la colonia en el este y centro de África.

Teniendo en cuenta los trabajos realizados en Argentina, esta especie requiere entre 400 y 650 mm anuales (Quesenberry et al., 2004).

Según Martin, (2010) durante su ciclo vegetativo se puede pastorear con un rendimiento aproximado entre 3000 y 7000 kg MS/ha/año (Pilar, 2013).

Rhodesgrass se encuentra presente en las regiones tropicales y subtropicales de África, incluyendo todo el este y centro de África, especialmente en Sudáfrica y el este de África. Se encuentra en pastizales abiertos o en praderas con arbustos o árboles dispersos, márgenes de lago, o temporalmente inundados. También está presente con frecuencia en tierra de barbecho o de cultivos abandonados donde actúa como una especie pionera que viene después de las malezas. (Quesenberry et al., 2004).

Botánica

Gramínea perenne, generalmente estolonífera (varía con el genotipo), con follaje de 0.5-1.2 m, y macollas fértiles desde 0.9-2 m de altura. Puede actuar como anual en regiones con inviernos extremadamente fríos o temporadas secas largas. Troncos de estolones de 4-5 mm de diámetro, tallos fértiles de 2-4 mm de diámetro. Hojas glabras, con pelos de 2-3 mm de largo cerca del collar; cuchillas (12.5-) de 25-50 cm de largo y (1.5-) de 3 a > 9 mm de ancho, que se van estrechando hacia un ápice puntiagudo y fino. Inflorescencia un digitado (verticilo único) o subdigitado (doble verticilo), que comprende (3-6-15-20) racimos ascendentes o extendidos, en forma de espigas de 4-15 cm de largo, usualmente livianos, de color marrón verdoso (raramente amarillo) en color, madurando a un marrón más oscuro. Espiguillas de aproximadamente 3.5 mm de largo, que contienen 3-4 flósculos, generalmente una perfecta con 1-10 mm de largo, y otro macho, con 1.5-5.5 mm de largo (la longitud puede ser útil para la diferenciación de cultivos), a veces todas las flósculos hermafroditas y fértil 4 millones de semillas (espiguillas) / kg para 'Katambora', y 7-10 millones para la mayoría de las otras variedades. Cariopsis marrón, c. 2 mm de largo, 0.5 mm de ancho, separándose fácilmente de la espiguilla en algunas variedades, alrededor de 2 millones / kg. Raíces a 4.7 m de profundidad, pero dispersas más allá de 2.4 m. (Pilar, 2013)

Descripción taxonómica

Hierba perenne de 0.8 – 1.20 m de altura, estolonífera. Presenta cañas robustas ramificadas plurinodos, nudos oscuros gabros. Vainas glabras escarposas, a menudo ciliadas

apicalmente. Lígula de 0.3 – 0.5 mm de longitud, formada por un arco de pelos. Laminas hasta de 40 – 45 cm longitud por 3 – 1.5 cm de ancho conduplicadas, escabrosas.

Inflorescencia formada por 6 – 30 racimos de 5.5 – 15 cm de longitud, erguidos o poco fleuosas, pajizo, violáceos, verticiliados apicalmente sobre la caña, raquis escabroso. Espiguillas 2 – 6 floras imbricadas. Glumas 2 persistentes sobre el raquis, lanceoladas glabras o escabrosas (áspero al tacto) en el dorso, nervio medio escabroso, la inferior de 1.4 – 2.8 mm de longitud por 0.3 – 0.4 mm de ancho, aguda o afistulada en el ápice, gluma superior de 2.2 – 3.5 mm de longitud por 0.3 – 0.6 mm de ancho menor que los antecios o casi igual, aguda o aristada en el ápice. Lemma inferior fértil de 2.5 – 4.2 mm de longitud, papirácea, aquilada, elipsoide, pilosidad variada. Surco lateral evidente, márgenes pilosos arista subapical de 1,5-6,5 (-10) mm de longitud. Pálea de 3 mm de longitud, lanceolada, glabra en el el dorso, carinas con escasos pelos. Callo barbado. Lóculas 2 soldadas a la base de la pálea. Androceo con 3 estambres. Antecios estériles 2-4 con el ápice truncado el inferior de 2-3,2 mm de longitud, cilíndrico, lemma con arista de 0,8-3,2 mm de longitud, estaminado o estéril, antecios superiores reducidos múticos a veces estaminados. Cariopsis de 1-8 mm de longitud, elipsoidal, dorado translucida; la mácula embrional alcanza generalmente la mitad de su longitud (Delgado, C. Rosegrant, M. Steinfeld, H. Ehui, S. and Courbois, 1999).

Gramma Rhodes fue descrita e identificada por Karl Sigismund Kunth en 1829 y 1930.

Especie originaria de África de distribución pantropical que fue introducida como forrajera tropical para regiones templado-calidas de América, también se encuentra en el S de Asia y en Australia. Habita desde el nivel del mar hasta 3500 m, desde el Sur de Estados Unidos de América hasta la Argentina. Se halla cultivada y escapada de cultivo, naturalizada ampliamente en la Argentina, Bolivia, Brasil, Chile (Isla de Pascua), Colombia, Paraguay y Uruguay. Crece en suelos altos, franco limosos, salino, arcillosos, fértiles o áridos, pesados, hidromórficos, formando manchones densos en matorrales de desmonte y chilcales. En ambientes antrópicamente modificados, en taludes artificiales, orillas de acequias, en los rastrojos, en las vías del ferrocarril, a borde de carretera o bien como adventicia en cultivos frutales o maleza de jardines (Quero Carrillo, 2013).

Nativo de: África: Burundi, República Democrática del Congo (Zaire), Etiopía, Kenia, Mali, Mozambique, Níger, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudán, Tanzania, Uganda y Zimbabwe (Tropicalforages.info, 1999).

Ecología

Requerimiento de suelos. Prefiere arcillas y arcillas bien estructuradas de origen volcánico, crece en la mayoría de los suelos bien drenados, excepto en las arcillas muy pesadas, siempre que la fertilidad sea adecuada. Muy tolerante a los altos niveles de Na en el suelo (conductividad > 10 dS / m), particularmente como HCO_3^- y SO_4 , pero menos que como Cl^- o NO_3^- . También es tolerante con un alto contenido de Li^+ pero no de Mg^{++} . Más tolerante a pH alto que a bajo, crece mejor en suelos con pH entre 5.5 y 7.5, pero crecerá hasta pH 4.5 y hasta 10. No tolera altos contenidos de manganeso en el suelo, (Tropicalforages.info, 1999). Crece y naturaliza suelos ácidos, sin embargo no crece bien en suelos tan ácidos, de igual manera tolera poco el encharcamiento (10 -15 días lámina de agua) (Quesenberry et al., 2004).

Humedad. Las precipitaciones en su rango natural varían de aproximadamente 500 – 1.500 mm/año. En el campo, generalmente se planta en áreas con precipitaciones de 700 a 1200 mm, pero ha tenido éxito con promedios anuales más bajos. No crece en áreas con más de 1.800 mm de lluvia. Es popular en los pastos de regadío, particularmente donde el agua de riego puede ser demasiado salina para otras especies. La tolerancia a la sequía es menor que la de *Cenchrus ciliaris* y *Panicum maximum*, pero aún puede sobrevivir en áreas con una estación seca de 6 meses, en virtud de un sistema de raíces que puede extraer agua a una profundidad > a 4 m. Tolerancia el anegamiento estacional y hasta 15 días de inundación (Tropicalforages.info, 1999).

Temperatura. Se produce desde cerca del nivel del mar hasta 2.000 m.s.n.m en los trópicos, y desde el nivel del mar a > 1.000 m.s.n.m en regiones subtropicales, y desde cerca del ecuador a 34.5° S. Esto equivale a un rango en temperaturas anuales promedio de aproximadamente 16.5°C a > 26°C. Esta amplia distribución geográfica y térmica probablemente se refleje en los informes variables en la literatura para temperaturas de

crecimiento óptimas, que van desde 20 a 37°C, con temperaturas extremas de 5° y 50°C. Es necesario decir que dentro del germoplasma disponible, hay tipos que pueden producir un crecimiento significativo a temperaturas relativamente bajas, incluso mostrando una tolerancia significativa a las heladas, y materiales que pueden crecer a altas temperaturas. Las bajas temperaturas nocturnas en ambientes controlados reducen el número de semillas en los cultivares “Callide” y “Pioneer”. Finalmente en cuanto a luz, es una especie que presenta poca tolerancia a sombra (Tropicalforages.info, 1999).

Desarrollo reproductivo. El comportamiento de floración varía con el nivel de ploidía. Los diploides ($2n = 20$) generalmente son insensibles a la luz diurna y la flor a lo largo de la temporada de crecimiento. Los tetraploides responden en gran medida al acortamiento del día, y aunque se producen algunas inflorescencias a lo largo de la temporada de crecimiento, hay una oleada de floración cuando la longitud del día cae por debajo de las 12 horas. En los subtrópicos del hemisferio sur, esto equivale a una floración intensa a mediados de abril y otra post-invierno en octubre/noviembre. (Tropicalforages.info, 1999)

Defoliación

Las pasturas se desarrollan rápidamente y se pueden pastorear entre 4 y 6 meses después de la siembra, aunque la producción más alta se alcanza en el segundo año. El crecimiento comienza a principios de primavera. Dado que el valor de la alimentación disminuye rápidamente con el inicio de la floración, es importante mantener la pastura en una condición frondosa mediante una defoliación bastante regular. Las variedades tetraploides de floración tardía dan más flexibilidad en este sentido. *Chloris gayana* es tolerante al pastoreo intenso, pero la producción se reduce por defoliación muy frecuente (por ejemplo, 14 días v. 28 días). Hace buen heno si se corta justo antes de una floración muy temprana, dando hasta 6 cosechas, si es cosechado entre 25 a 50 días. Esta especie se recupera bien después del fuego (Tropicalforages.info, 1999).

Agronomía

Directrices para el establecimiento y manejo de pasturas sembradas con *Chloris gayana*

Establecimiento. Se puede propagar vegetativamente o de la semilla. 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. O bien se planta sobre una cuadrícula de

1 m. Generalmente se puede obtener una cobertura más rápida mediante la siembra a partir de semillas, generalmente a tasas de siembra de 0,5 - 1 kg/ha. La semilla de los diploides tiene poca o ninguna latencia post-cosecha, mientras que la semilla del tetraploides puede no alcanzar la germinación máxima por 3 - 6 meses (a veces hasta 18 meses) después de la cosecha. La semilla es mejor sembrarla en la superficie (definitivamente no más de 2 cm) de un semillero bien preparado. La semilla mullida tiende hacer una "bola" o puente al plantar. Para la difusión, la semilla es mejor mezclada con aserrín o arena; y para la perforación, fluye más fácilmente si está granulada. La semilla germina en 1 a 7 días, y las plántulas se desarrollan rápidamente (Tropicalforages.info, 1999).

Fertilización. Aunque *Chloris gayana* puede sobrevivir en suelos de baja fertilidad, es muy improductivo, y puede morir finalmente, en particular de ser pastoreado con regularidad. Responde al fósforo en suelos más pobres y da una producción lineal y respuesta de la proteína ordinaria de hasta 300 kilogramos/ha de nitrógeno si otros nutrientes son suficientemente suministrados. Se recomienda dividir las aplicaciones, cada una de 50 a 100 kilogramos/ha N, se utilizan normalmente cuando es factible económicamente. (Tropicalforages.info, 1999)

Plagas y enfermedades. Mientras los siguientes hongos y nematodos han sido aisladas de la hierba, rara vez tienen algún impacto económico.

Hongos: Fungi: *Aspergillus flavus*, *Cerebella andropogonis*, *Cladosporium* sp., *Claviceps* sp., *Cochliobolus heterostrophus*, *Cochliobolus chroidis* (tizón foliar) *Drechslera australiensis* (*drechslera* mancha de la hoja), *Fusarium equiseti*, *F. gramineum* (smut), *F. oxysporum*, *Helminthosporium carbonum*, *Himaydis* sp., *Nigrospora sphaerica*, *Puccinia chlorides*, *Pythium aphanidermatum*, *Rhizoctonia solani* (summer blight), *Tolyposporium chlorides*, *Trichoderma* sp., y *Uromyces kenyensis*.

Nematodos: *Helicotylenchus dihystra*, *H. nannus*, *H. pseudorobustus*, *H. cavenessi*, *Hemicycliphora truncata*, *Hoplolaimus pararobustus*, *Meliodogyne acronea*, *M. incognita acrita*, *M. javanica*, *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis* (nematode reniforme), *Scutellonema clathricaudatum*, *Trichodorus minor*, *Tylenchus spiralis*, *Xiphinema elongatum*, *X. ifacolum*. 'Katambora' y 'Nemkat' son resistentes a *Rotylenchulus reniformis*, y son usados

como leyes en pasturas para reducir poblaciones de nematodos en la preparación de siguientes cultivos.

El virus mosaico estriado en *Chloris*, que también puede atacar *Ixophorus unisetus*, *Dactylis glomerata*, *Triticum* ssp., *Avena sativa*, *Hordeum vulgare* y *Zea mays* son transmitidos por *Nesoclutha* (obscura) *pallida* (Cicadellidae) y pueden ser llevados en la semilla.

Los insectos peste incluyen el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), las larvas de *Mocis latipes* (ambas *Lepidoptera: Noctuidae*), menos barrenador del tallo de maíz (*Elasmopalpus lignosellus*), pasto rhodes escala o pasto rhodes mealybug (*Antonina graminis*), el chinche (*Hemiptera: Lygaeidae: Blissus* spp.) y los dos salivazos (*Homoptera: Cercopidae: Prosapia bicincta*). Algunos de estos pueden causar daños severos si las condiciones son adecuadas. Las angiospermas, *Striga lutea* y *S. asiatica*, parasitan *Chloris gayana* (Tropicalforages.info, 1999).

Habilidad de propagarse. La propagación vegetativa por "la colocación" estolones y por la semilla que es fácilmente llevada por el viento o adhiriéndose a la piel de animal. Algunas variedades son más fuertemente estoloníferas que otros. Es extensamente naturalizado, encontrado en bordes del camino y otras áreas en todas partes de la zona tropical y región subtropical (Tropicalforages.info, 1999).

Potencial de maleza. *Chloris gayana* invade el suelo perturbado y puede ser una maleza de cultivo. Sin embargo, generalmente se muere después de 4 a 5 años si no se altera más o se fertiliza, y rara vez invade áreas naturales (Marshall, Lewis, & Ostendorf, 2012).

Valor alimenticio

Valor nutritivo. Los niveles de proteína cruda varían con la edad del material y el nivel de nitrógeno disponible, y puede variar de 17% sobre a (Materia seca) en hoja muy joven, a 3% en hojas viejas p.ej. "Callide" rindió 6 t/ha (52% hoja, 9% PC) cortado en 7 semanas , 11 t (28% hoja, 5% PC) a las 13 semanas, 12 t (30% hoja, 3% PC) a 22 semanas y 14 t (20% hoja, 3% PC) a 27 semanas. Los niveles de fósforo en la materia seca también varían con la edad del material y el fósforo disponible del suelo, y se puede extender del 0.4% en crecimiento joven al 0.1% en el material más viejo. Del mismo modo, la digestibilidad "in vitro" de la materia seca

(DIVMS) varía del 40-80%. Los niveles de sodio varían de 300-3.100 ppm, dependiendo la variedad (Tropicalforages.info, 1999).

Palatabilidad/aceptabilidad. Plantas jóvenes son muy palatables, pero después de que las plantas han semillado son menos atractivas. Los Tetraploides se comen generalmente más rápido que las variedades diploides, particularmente cuando están maduros (Tropicalforages.info, 1999).

Toxicidad. No hay registro de toxicidad. Los niveles de oxalato en materia seca son bajos, lo que hace que esta sea una especie ideal como pastura para caballos, aunque hay algunas sospechas de que puede causar problemas de la piel. Si es así, no es un problema común (Tropicalforages.info, 1999).

Producción potencial

Materia seca. Los rendimientos de materia seca oscilan entre aproximadamente 10 - 25 t de MS/ha/año, es palatable con un contenido de proteína que varía según la edad, entre 5 y 9% y una digestibilidad de 40 a 80%. (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2011). De igual manera dependiendo de la variedad, la fertilidad del suelo, las condiciones ambientales, y la frecuencia de corte. Los rendimientos en el segundo año pueden ser el doble de las del establecimiento durante el primer año, pero esto también depende de condiciones ambientales y de manejo. Si bien los rendimientos de materia seca de 35 - 60 t/ha se reportaron, estos no son la norma (Tropicalforages.info, 1999). Varía ampliamente porque depende de la fertilidad del suelo, de la época, y de los cortes o periodos de rebrote. Dado que por ejemplo en la época de invierno el rendimiento es menor. En Queensland, el cv. Katambora presento mayor rendimiento de materia seca que el cv. Callide durante la primavera, sin embargo durante la otoño ocurrió todo lo contrario, razón por la cual la producción promedio durante todo el año es similar (Quesenberry et al., 2004).

Producción animal. Puede soportar aproximadamente de 1 a 4 cabezas/ha según la productividad del pasto. Las ganancias de peso anual de hasta 160 kg/cabeza y 850 kg/ha de

carne al año. La calidad mejora en asociación con leguminosas o el uso de fertilizante nitrogenado (Peters et al., 2011).

(Dzowela, Kumwenda, Msiska, Hodges, & Gray, 1990), reportaron ganancias diarias durante 6 meses de 0.560 a 0.600 kg/cabeza⁻¹ bajo pastoreo de cv. Boma fertilizado y asociado con *Desmodium*, respectivamente.

Conservación de forraje. Rhodes es ampliamente usado para elaboración de heno, para lo cual son preferidos los cultivares de tallos finos por su fácil cosecha y secado, además de presentar altos rendimientos de biomasa y calidad nutricional (Quesenberry et al., 2004).

Fortalezas

- Ampliamente adaptado
- Fácil establecimiento
- Valor nutritivo temprano
- Alta tolerancia a salinidad
- Tolera pastoreo pesado
- Pocas plagas o enfermedades de importancia económica
- Algunas variedades pueden suprimir nematodos (p.ej. cv. Katambora)

Limitaciones

- Época corta de pico de nutrientes en muchos cultivares
- Semilla mullida difícil de sembrar
- Poca adaptación a suelos ácidos e infértiles
- Las plantas requieren una alta fertilidad para persistir
- Baja tolerancia a sombra

(Tropicalforages.info, 1999)

CAPITULO 3. *Cenchrus ciliaris*

Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) crece en un amplio rango de condiciones en regiones tropicales y sub-tropicales alrededor del mundo, porque presenta alta tolerancia a sequía y al pastoreo pesado o fuerte. (Marshall et al., 2012)

Es nativo de regiones tropicales de África y oeste de Asia, su distribución abarca también parte de Australia, EEUU, México y Sur América. Buffel es una de las grandes especies perennes de gramíneas de África que ampliamente distribuida e introducida en diferentes latitudes para mejorar la industria pastoril a comienzos de 1900. Por lo cual llegó a ser considerado un “un cultivo fabuloso” por su habilidad para soportar sequía y responder rápidamente a las lluvias.

Sinónimos

<i>Cenchrus</i>	<i>glaucus</i>	C.	R.	Mudaliar	&	Sundararaj
<i>Pennisetum</i>	<i>cenchroides</i>			Rich.,	nom.	illeg.
<i>Pennisetum ciliare</i> (L.) Link						

Descripción morfológica

Extremadamente variables entre especies, con macollas (poco rizomatosa) perennes, con tipos que varían en hábito de ascendente a erecto, y tallos ramificados de aproximadamente 0,3 - 2,0 m a la madurez. Hojas de hoja lineal, 2 - 13 mm de ancho y 3 - 30 cm de largo; verde, verde azulado a gris verde en color, escabrosas, sobre todo glabro, a veces piloso en la base. La inflorescencia es erecta o inclinada, paja, color gris o púrpura, espiga falsa, 2 - 15 cm de largo y 1 - 2,5 cm de ancho, con unidades de semilla o fascículos insertados a lo largo de un eje en zig-zag.

Cada fascículo es similar a una fresa comprende una sola espiguilla o cluster de 2 - 4 espiguillas, 3,5 - 5 mm de largo rodeado por un involucro de cerdas de varias longitudes de hasta 16 mm de largo; cerdas de púas y (peludas, dando al fascículo una calidad adhesiva. 330000 - 550000 cariósides/kg, o 900000 - 2000000 cariósides/kg. Sistema radicular profundo, fuerte y fibroso a 2 m (Tropicalforages.info, 1999).

Además de considerar que los cultivares comerciales pueden ser agrupados en materiales de porte alto, medio y bajo. Presentando las siguientes características;

Porte alto (crecen hasta 1.5 m): suelos pesados, alta precipitaciones y usados principalmente para producción ganadera. Otra característica es el desarrollo de rizomas.

Porte bajo o pequeño (altura menor a 90 cm): generalmente usados para producción de ovinos y control de la erosión, crecen típicamente en suelos de texturas livianas, presentan menos tolerancia al encharcamiento y presentan pobre desarrollo de rizomas (Marshall et al., 2012).

Ecología

Requerimiento de suelos. Con frecuencia se encuentra naturalmente en suelos arenosos, pero también está bien adaptado a suelos profundos, bien drenados franco arenoso, marga, marga de arcilla y suelos de tierra roja. Aunque lento para establecer en suelos de arcilla de craqueo negro, una vez establecido que crece bien. Requiere buena fertilidad, particularmente con respecto a N, P y Ca. Los niveles de P deben ser > 10 mg/kg y niveles totales de N $> 0,1\%$. pH óptimo en el suelo está entre 7 - 8, pero crece en suelos con pH bajo como 5,5. Muy sensible a los altos niveles en suelo de aluminio y manganeso.

Además de la profundidad del suelo, la profundidad de enraizamiento también está limitada por la alta salinidad del subsuelo o la sodicidad y el pH bajo (< 5). Sin embargo, presenta tolerancia moderada a la salinidad, pero no tan buena como la de *Chloris gayana* (Science, 2010).

Humedad. La gramínea más sembrada comúnmente tolerante a sequía, *Cenchrus ciliaris* se produce de forma natural en áreas con precipitaciones promedio anuales desde 100 mm hasta aproximadamente 1.000 mm, pero más comúnmente entre 300 y 750 mm. Bajo cultivo, ha sido cultivado en zona con precipitaciones hasta de 2.900 mm, aunque esto es excepcional. Las precipitaciones de invierno podrían ser menores a 400 mm. No sobrevive la inundación prolongada, en particular en la temporada fría, pero puede resistir hasta 5 días de la inundación con el efecto adverso insignificante. Las pérdidas del 15-70% ocurren después de 20 días de la inundación. La tolerancia a inundaciones varía con el ecotipo, las variedades más altas parecen ser más tolerantes a las inundaciones (Science, 2010)

Temperatura. Se encuentra desde aproximadamente 33 ° S en Sudáfrica a cerca de 35 ° N en Siria y 37 ° N en Sicilia, y desde el nivel del mar hasta 2.500 m.s.n.m. Esto equivale a un rango de distribución de las especies sobre regiones con temperaturas promedio anuales de aproximadamente 12 - 28 °C. La temperatura óptima para la fotosíntesis en variedades ha sido medida entre 35 °C, y mínimo entre 5 y 16 °C. La tasa de crecimiento relativa aumenta abruptamente de 15/10° - 30/25 °C, con un pequeño incremento adicional a 36/31 °C (Marshall et al., 2012).

Algunas variedades se adaptan mejor a los ambientes más frescos que otros. La supervivencia del invierno varía con ecotipo, algunos sobreviviendo a $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. La parte superior muere por las heladas pero las plantas generalmente se recuperan con la reanudación de condiciones más cálidas. En general, funciona mejor en zonas donde la media mínima en invierno las temperaturas son mayores a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Science, 2010).

Desarrollo Reproductivo. Una floración temprana en días cortos con un óptimo fotoperiodo de 12 horas. El tiempo de floración varía entre los ecotipos (Science, 2010).

Defoliación. El establecimiento es lento y el pastoreo puede ser retrasado 4 – 6 meses después de la siembra, y hasta 9 -12 meses dependiendo de las condiciones de establecimiento. Muy tolerante con el corte regular o el pastoreo (Science, 2010).

Fuego o quema. Muy tolerante, y favorecido por el fuego. La cobertura de *Cenchrus ciliaris* puede incrementar, y las poblaciones de especies susceptibles a fuego disminuir en un régimen de fuego (Science, 2010).

Agronomía.

Directrices para el establecimiento y manejo de pasturas sembradas

Establecimiento. La semilla fresca a menudo tiene un alto nivel de latencia. El porcentaje de germinación puede ser mejorado con el almacenaje de 6 - 18 meses después de la cosecha o separando las cariósides.

El contenido total de semilla viva es comúnmente entre un 30 - 50%. El establecimiento es difícil sobre configuraciones duras y suelos pesados (arcillosos). Se establece fácilmente si la competencia es controlada.

Sembrada entre 0 - 1 cm de profundidad con 1 - 2 kg de semilla/ha, con menor rata en suelos franco - arenosos. La semilla mullida puede causar problemas de puente en las sembradoras mecánicas, aunque la peletización puede mejorar el flujo de la semilla. Mejor sembrado empleando un tambor de rodillos, sembradora de pasto, distribuidor de fertilizante o modificando la cosechadora.

Según (Marshall et al., 2012), durante la fase de establecimiento y crecimiento en el desarrollo de las plántulas son la germinación de la semilla y emergencia de la plántula. Considerando que Buffel requiere una precipitación mínima de 6.3 mm para emerger en suelos francos (3.14 mm al menos dos días consecutivos).

La mezcla con fertilizantes, granos rajados o la utilización de semilla peletizada mejoran la distribución a través de arosembradoras y cosechadoras. Siembre y cuente con el seguimiento de lluvias para el establecimiento. También puede ser establecido vegetativamente a partir de separaciones (Science, 2010).

Fertilización. El fertilizante de establecimiento es raramente necesario ya que *Cenchrus ciliaris* sólo debería ser sembrado en suelos fértiles. Sin embargo, el fósforo puede ser necesario si se siembra con una leguminosa. Significa que con el tiempo se hace improductivo, ya que el nitrógeno es amarrado en el sistema radicular. Generalmente no es económico aplicar fertilizantes nitrogenados para superar esta situación, pero el manejo técnico incluye el uso de leguminosas (por ej. *Leucaena leucocephala*) o limitar el cultivo para liberar N mineral de la materia orgánica del suelo cada 3 - 5 años (Science, 2010).

Aunque Buffel tolera suelos con bajo contenido de nutrientes, la aplicación de nitrógeno puede mejorar el uso eficiente de agua, proteína cruda y los rendimientos de materia seca. Así como el crecimiento de la raíz con aumento de fósforo (Marshall et al., 2012).

Plagas y enfermedades. La plaga más importante en *Cenchrus* es causada por el hongo *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia grisea*), una desenfrenada enfermedad de la mancha de la hoja que reduce la calidad y producción de forraje y semilla, en algunos casos, destruye los soportes.

Pyricularia grisea es altamente variable patógeno y respuestas diferenciales se han descubierto, con algunas variedades de *Cenchrus ciliaris* es resistente a las distintas razas del patógeno.

Especies de hongos que causan daño son *Fusarium oxysporum*, *Bipolaris* sp., y *Claviceps* sp. (Marshall et al., 2012)

Habilidad de propagarse. Se propaga fácilmente por semillas, las cuales se adaptan bien a la dispersión por viento o del agua. La semilla también es movida por el ganado a través de adherencia a piel, o a través de ingestión y defecación. No hay propagación natural en suelos con pH menor a 7, aunque el establecimiento como cultivo es posible en estos suelos (Marshall et al., 2012).

Buffel demuestra buen desempeño bajo condiciones áridas, esto incluye la acumulación de carbohidratos en la base de los tallos para liberación lenta cuando lo necesite, sistema radicular profundo (2.5 m en suelos profundos) permitiéndole el acceso al agua supliendo sus necesidades rápidamente. (Science, 2010)

Potencial de maleza. Invasiva en ambientes áridos y semi-áridos, y ha sido declarada nociva en algunas áreas (Marshall et al., 2012).

Valor alimenticio

Valor nutritivo. Los valores de proteína cruda están generalmente en el rango de 6 – 16%, y la digestibilidad in vitro de la materia seca entre 50 – 60%, dependiendo de la edad de rebrote, cultivar y fertilidad de suelo. Los niveles de P son usualmente más altos que en otras gramíneas tropicales y su rango esta entre 0.15 – 0.65% de la materia seca (Marshall et al., 2012).

Palatabilidad/aceptabilidad. Generalmente menos palatable que *Panicum coloratum* y *P. máximum* pero más palatable que *Setaria incrassata* (Marshall et al., 2012).

Toxicidad. Los niveles de oxalato pueden causar "cabeza grande" (Osteodystrophia fibrosa) en caballos, y el envenenamiento por oxalato en ovejas jóvenes o hambrientas. Sin embargo, con los niveles solubles del oxalato entre 1 - 2% en la materia seca, esto es raramente un problema con los rumiantes adultos (Marshall et al., 2012).

Producción potencial

Materia seca. Los rendimientos dependen en gran medida de la fertilidad del suelo y condiciones de crecimiento, pero esta generalmente en un rango de 2 -9 t/ha de materia seca, y bajo condiciones ideales, hasta 24 t/ha de materia seca (Marshall et al., 2012).

Producción animal. Puede soportar o cargar hasta 1 buey o 6 ovejas/ha, dependiendo de la precipitación y fertilidad del suelo. El ganado puede ganar hasta 180 – 200 kg/ha/año en 2 cabezas/ha en suelos fértiles bajo buenas condiciones de crecimiento (Marshall et al., 2012).

Fortalezas

- Persistencia
- Tolerancia a sequia
- Rápida respuesta después de lluvias
- Amplio rango de adaptación

Limitaciones

- Necesita alta fertilidad para producción
- El establecimiento es difícil en suelos arcillosos

- No soporta inundaciones prolongadas
- Puede causar problemas en equinos
- Semilla mullida es difícil para la siembra

CAPITULO 4. Arbustivas

Leucaena diversifolia

Nombre científico: *Leucaena diversifolia* (Schltdl.) Benth

Sinónimos:

Acacia divesifolia Schltdl.

Leucaena brachycarpa Urban

Leucaena laxifolia Urban

Leucaena pulverulenta (Schltdl.) Benth. var. *brachycarpa* (Urban) Zárate

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Mimosoideae*

Tribu: *Mimoseae*

Género: *Leucaena*

Especie: *diversifolia*

Es la especie más ampliamente cultivada de leucaena después de *L. leucocephala*. Es de rápido crecimiento, muestra moderada tolerancia al frío, y supera en rendimiento a la *L. leucocephala* en aéreas de montañas tropicales más frescas de mediana elevación.

Origen:

Es original de los estados de Oaxaca y Yucatán en México, es usada como forraje (Jaramillo., 1997).

Descripción botánica

Leucaena diversifolia es un árbol o leguminosa arbustiva, de 3 a 20 m de altura, con un tronco de 20 a 50 cm de diámetro, delado de hata 10 m de altura, ramificaciones ascendentes con ramas horizontales.

Hojas con (min. 14) 16 -24 (max. 28) pares de pinnas; raquis pinnular (mín. 3.5) 5 – 7 (máximo 8) cm de largo, (mínimo 0.6) 0.8 – 1 (máximo 7) mm de largo, (mínimo 0.6) 0.8 – 1 (máximo 1.2) mm de ancho (mín 43) 48 – 58 (máximo 62) pares por pinna, lineal

oblongo, agudo en el ápice, fuertemente asimétrico en la base, glabro a excepción de los márgenes peludos.

Racimos de flores de 11 – 15 mm de diámetro, las yemas flojas; 45 – 90 flores por racimo, en grupos de 1 – 5 (máximo 7) en las axilas de las hojas, crecimiento activo indeterminado, las hojas se desarrollan con flores; filamentos de estambre, anteras y estilo blanco, rosa pálido, a veces rosa brillante, y ocasionalmente color escarlata brillante; anteras escasamente peludas en la punta.

Vainas 1-6 (máx. 7) por cabeza de flor, (mín. 7) 10 – 13 (máx. 15.5) cm de largo, (mín 11) 13 – 16 (máx 17) mm de ancho, estrechamente lineal-oblongo, planas de 6-20 semilla, paredes de vainas delgadas, de color marrón oscuro o pardo rojizo, a veces lustrosas, glabras o cubiertas de pelos densos y aterciopelados, que se abren a ambos lados.

Semillas de 4.3 – 5.5 mm de ancho, 2.7 – 3.4 mm de largo; el más pequeño de todos de la especie *Leucaena* (Mimosoideae, 2009).

El nombre específico “*diversifolia*” significa con hojas de diferentes formas en el mismo individuo del latín “*diversus*” (Divergente) y “*folium*” (hoja).

Adaptación

A diferencia de *L. leucocephala*, es tolerante a suelos con pH inferiores a 6 y presenta buen desempeño hasta 2.000 m.s.n.m. Sin embargo crece mejor entre 1.000 y 1.500 m.s.n.m., pero presenta un rango de adaptación desde 200 a 2.000 m.s.n.m. Con promedios de precipitación entre 1.000 y 3.500 mm anuales, presentando tolerancia media a sequía. Se adapta bien en suelos de baja a mediana fertilidad, con buen drenaje y de pH 5,0 – 7,5. (Arango J, Gutiérrez JF, Mazabel J, Pardo P, Enciso K, Burkart S, Sotelo M, Hincapié B, Molina I, Herrera y Serrano G, 2016).

Manejo

De acuerdo con (Arango J, et al., 2016), su crecimiento inicial es lento; por lo tanto, necesita control de malezas durante los 5 a 6 meses iniciales. De acuerdo a la fertilidad del suelo y el uso, se debe aplicar la mitad de las dosis de fertilizante aplicada en el establecimiento cada 2 o 3 años.

Productividad y valor nutritivo

Según (Peters et al., 2011)), se pueden lograr rendimientos 2 y 4 t de MS/ha por corte, con un contenido de proteína que varía entre 20 – 25% y una digestibilidad alrededor de 60%. Al igual que *L. leucocephala* contiene taninos y mimosina como factores antinutricionales.

Producción forraje.

Con relación a los factores que influyen en la producción de forrajes varios autores consideran que la altura y el intervalo entre cortes son los más importantes, además que consideran que la relación hoja tallo es un parámetro de importancia en materiales con cualidades forrajeras (Peters et al., 2011). Cortando la planta sobre los 75 cm. puede dar en 7 cortes, 2 a 4 ton MS/ ha corte, con buenas características nutricionales (Martinez, 2014).

Plagas y enfermedades

Esta leguminosa parece ser tolerante de algunas plagas. Las plagas y enfermedades que afectan parecen ser específicas como pulgillas, hongo camtomeris, pudrición de las vainas producida por la bacteria *Pseudomona fluorescens* y las hormigas cosechadoras o arrieras (Jaramillo., 1997).

Producción de semilla

El rendimiento de semilla, generalmente es alto en la mayoría de accesiones, sin tener una época específica de producción de semilla durante el año. Particularmente en la región donde se llevó a cabo el presente estudio. Especies como *diversifolia* y

leucocephala presentan producción de semilla durante todo el año (Arango J, et al., 2016).

Leucaena leucocephala

Nombre científico: *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit

Sinónimos:

Acacia leucocephala (Lam.) Link

Leucaena glauca Benth

Mimosa glauca sensu L.

Mimosa leucocephala Lam.

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Mimosoideae*

Tribu: *Mimoseae*

Género: *Leucaena*

Especie: *leucocephala*

Descripción morfológica:

Árbol perenne de 3 10 m de altura y raíces pivotantes, aunque algunas variedades alcanzan hasta los 20 m. hojas compuestas bipinadas de 20 – 40 folíolos lanceolado de 7 – 12 mm y de color verde oscuro; flores axilares en forma de cabezas compuestas de color blanco amarillento; vaina aplanada que contiene entre 4 y 6 semillas color café oscuro, presenta dehiscencia definida (Arango J, et al., 2016).

Establecimiento

Es posible realizar la siembra directamente, o mediante la utilización de viveros o por estacas. Si es sembrado en viveros, su trasplante al campo se hace cuando las plántulas tienen una altura de 50–70 cm. La distancia de siembra varía dependiendo de su uso y propósito. Se recomienda, para bancos de proteína, una distancia entre surcos de 1,5 m, y 1 m entre plantas. En potreros, cuando se asocia con gramíneas, la distancia entre surcos puede ser de doble fila cada 9 m. Su crecimiento inicial es lento; por lo tanto, es necesario hacer control de malezas y plagas (es muy atacada por hormigas y trozadores) durante el establecimiento. Susceptibilidad al insecto psílido (*Heteropsylla cubana*) y a hormigas. Se ha encontrado presencia del compuesto anti nutricional mimosina. (Arango J, et al., 2016).

Manejo

Se puede cortar de 1 a 1,20 m de altura para propiciar rebrotes vigorosos en intervalos de 2 a 3 meses. Durante el año de establecimiento, solo se puede pastorear ligeramente, siempre y cuando tenga una altura superior a 1 m. Una vez establecido, se recomienda realizar el pastoreo cada 2 a 3 meses hasta una altura no menor de 40 cm. Se defolia durante períodos secos prolongados; por lo tanto, su uso en esta época es limitado. Para evitar efectos negativos de la toxina mimosina, se recomienda limitar el suministro de *Leucaena* en la ración a 30%. Se maneja bajo pastoreo directo asociado con gramíneas, como banco de proteína para uso estratégico y bajo corte y acarreo como suplemento (Arango J, et al., 2016).

Productividad y valor nutritivo

Produce de 7–25 t de MS/ha/año; su contenido de proteína cruda oscila entre 12 y 25%; y su digestibilidad entre 65 y 85%. Posee alto contenido de vitamina A. Por su alta calidad, en animales que pastorean o consumen *Leucaena* en la dieta, se obtienen ganancias de peso hasta de 700 g/animal/día y aumentos en producción de leche. Entre algunos de los servicios y/o productos de esta especie vale la pena resaltar la producción de madera, valioso en sistemas de pequeños productores aunque, por su baja densidad, su calidad no es buena, puede ser usada industrialmente para pulpa y energía (Arango J, et al., 2016).

Desmodium velutinum

Nombre científico: *Desmodium velutinum* (Willd.) DC.

Sinónimos:

Desmodium lasiocarpum (P. Beauv.) DC.

Desmodium latifolium (Roxb. ex Ker Gawl.) DC.

Hedysarum lasiocarpum P. Beauv.

Hedysarum latifolium Roxb. ex Ker Gawl.

Hedysarum velutinum Willd.

Meibomia lasiocarpa (P. Beauv.) Kuntze

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Faboideae*

Tribu: *Desmodieae*

Género: *Desmodium*

Especie: *velutinum*

(Hash & Mil, 2000), reportan que *Desmodium velutinum* (Willd.) DC. pertenece al subgénero *Sagotia*, el cual es uno de los grupos más polimórficos y grandes del género *Desmodium*, el cual se caracteriza por contar con la mayoría de los racimos terminales compuestos de 2 a 3 glomérulos florales sostenidos generalmente por brácteas primarias. En Asia, el subgénero está conformado por 29 especies incluyendo 3 subespecies y 8 variedades.

La sección II, en la cual se encuentra *D. velutinum* (Willd.) DC. Se caracteriza por tener brácteas primarias estrechamente triangulares o estrechamente ovadas, que no cubren completamente los botones florales; las suturas inferiores del lomento son profundamente constreñidas y el istmo es usualmente menor que la mitad del ancho del lomento.

Existen alrededor de 350 especies del género *Desmodium*, ubicadas principalmente en regiones tropicales y subtropicales, con características botánicas similares. (Hash & Mil, 2000), *Desmodium velutinum* (Willdenow), pertenece a la familia Papilionaceae, y es una

de las doce especies indígenas de *Desmodium* reportadas en Nigeria. (Mzamane y Agishi, 1986), de acuerdo con algunos autores es un arbusto o subarbusto erecto, de 1 a 3 m de alto, (Argel y Maass 1994), que también presenta crecimiento semierecto y es adaptada a suelos ácidos y de baja fertilidad, (Thomas y Schultze-Kraft, 1990).

Descripción botánica

Perenne, leguminosa de hábito de desarrollo erecto o semierecto, alto y en el caso de algunas accesiones crecen hasta 3 m de altura. Presenta hojas unifoliadas, raramente trifoliadas, ovales de 4 – 20 mm de largo y 2.4 a 13 mm de ancho, pubescentes, aunque algunos materiales no presentan vellosidad; existen accesiones variegadas. Las inflorescencias presentan racimos o panículas terminales o axilares, de 4 – 20 cm de ancho y 2 a 5 flores de color lila hasta rosada, algunas blancas. Vainas oblongas de 1 – 2.5 cm de largo y 2 – 3 mm de ancho y semillas de color amarillo cuando están maduras (Peters et al., 2011).

A su vez, (Cárdenas, 1990), indica que los pecíolos presentan una longitud promedio de 1,5 a 1,8 cm. Las hojas son de formas ovaladas, ovalada lanceolada, ovalada triangular, ampliamente ovaladas, de 4 a 17 x 2,5 a 25 cm. Revestidas por ambas superficies con vellos amarillo a cafés. Su inflorescencia puede ser terminal o axilar, con racimos o panículas de 4 a 10 cm. A menudo las panículas terminales pueden alcanzar 20 cm. Con dos a cinco flores por cada nódulo. Las brácteas son tubuladas o lanceoladas, con 2,5 a 12 x 0,3 a 0,7 mm. Pedicelos de 1,5 mm. Aproximadamente, cáliz de 2 a 3 mm, con 4 lóbulos. Los pétalos del cáliz son relativamente planos, no auriculados. La semilla se presenta en una vaina relativamente plana, oblonga de 1 a 2 cm x 2 a 3 mm. Presentan una incisión entre semillas, la vaina es casi recta, con vellosidades densas rectas y amarillas con entreverados pelos ganchudos y cortos, se presentan en racimos de entre 5 y 7 inflorescencias, en regiones tropicales, su florecimiento se presenta entre agosto y noviembre.

De igual manera Cárdenas (1990), indica que las particularidades exhibidas en la estación Quilichao por *D velutinum*, lo muestran como una planta con partes jóvenes protegidas densamente de pelos de color café amarillento. Estipulas habitualmente resistentes, estriadas, que se agudizan repentinamente desde lo ancho de la base hacia el ápice, de 2 a 7 mm de longitud y de 3,5 mm de ancho. Presenta pecíolos de 0,5 a 4

mm de longitud, densamente vellosos al igual que los tallos jóvenes. Hojas coriáceas de forma variada: ovaladas, elípticas o algunas veces casi esféricas o muy anchas, de 4 a 20 cm. de longitud y de 2,5 a 13 cm. de ancho; venas laterales visibles en la superficie inferior, llegando al margen, con 8 a 10 venas a cada lado de la vena central. Estipulas estrechamente triangulares con un ápice acuminado, 1,5 a 4 mm de longitud y 0,5 a 1 mm de ancho, hacia la base es vellosa. Este material es posible establecerlo por medio vegetativo o semillas botánica (Asare, Shenu, & Agishi, 1984) sin embargo la semilla presenta cierto grado de dureza, razón por la cual es necesario realizar un proceso escarificación.

(Asare et al., 1984), reporta que la inflorescencia es una panícula frondosa, con flores de aproximadamente 5 mm de longitud; racimos terminales y axilares de una longitud de 2 a 30 cm., ligeramente encorvados; brácteas primarias subuladas, cubiertas con pelos largos y pequeños encorvados a lo largo de la margen.

Adaptación

D. velutinum, presenta un amplio rango de adaptación a factores bióticos y abióticos adaptándose bien a diferentes clases de suelos, desde muy ácidos (pH 4.0) hasta alcalinos. Se desarrolla bien bajo alturas entre 0 – 1500 m.s.n.m., con temperatura promedio superior a 20 °C. Aunque prefiere climas un poco más húmedos con precipitaciones anuales de 1000 a más de 3000 mm, sin embargo, puede tolerar hasta 5 meses secos. Adicionalmente cuenta con cierta tolerancia a la sombra (Peters et al., 2011).

Los resultados de la evaluación realizada en la estación de CIAT localizada en Quilichao, Cauca, Colombia. De 137 accesiones en un suelo ácido Ultisol confirma el potencial de *D. velutinum*, como una leguminosa arbustiva de alta calidad nutricional adaptada a suelos ácidos y con buena posibilidad de ser empleado como fuente de suplemento de proteína y energía en la dieta de la ganadería en el trópico (Schultze-Kraft, Peters, Vivas, Parra, & Franco, 2005).

Sin embargo, *Desmodium velutinum* presenta alta defoliación en lugares con más de 4 meses de sequía, y es afectada por malos drenajes. (Argel, P. J., Maass, B., Evans, D. O., & Szott, 1994).

Distribución

(Hash & Mil, 2000), indica que la distribución esta especie comprende el sur este asiático concretamente de Asia (India, Sri Lanka, Himalaya, Birmania, Tailandia, Indochina, Taiwán, Nepal, Sikkim y Malasia) y África. En tanto que Mzamane y Agishi (1986) afirman que es una planta adaptada a la zona de Sudan y al norte y sur de guinea y en las sabanas de Nigeria, siendo también nativo en África, Madagascar y Malasia; Akinola y Afolayan (1991), reportan que *D. velutinum* es una leguminosa arbustiva distribuida en África, Malasia y Sur oeste de Asia, con potencial para alimentación de la ganadería que pastorea en sabanas nativas.

(Shu, shan ma huang, Huang Puhua, Hiroyoshi, 2010), caracterizaron a *D. velutinum* como un arbusto propio de regiones de ladera secas, cerca de las riberas de los ríos y mezclado con bosques mixtos en el suroeste de Guangxi, Guizou, Hainan, sur de Taiwán, sur y sudoeste de Yunnan, India, Indonesia, Laos, Malasia, Myanmar, Nepal, Skkim, Sri Lanka, Tailandia, Vietnam y África tropical.

Actualmente en el banco de recursos genéticos del Centro internacional de Agricultura Tropical CIAT localizado en Colombia, se cuenta con cerca de 140 accesiones de *D. velutinum*, (Argel, P. J., Maass, B., Evans, D. O., & Szott, 1994), colectadas en diferentes regiones y latitudes tropicales, especialmente del sur oeste Asiático.

Establecimiento

Se establece mediante semilla botánica escarificada, puede ser sembrada en surcos manejando distancias entre 0.6 a 1.5 m para surcos y entre 0.5 a 1 m entre los surcos, colocando de 2 a 3 semillas por sitio si se emplea un método de siembra directa a 1 cm de profundidad. Alternativamente se puede establecer inicialmente en viveros y luego de dos o tres meses realizando el trasplante a campo. El crecimiento inicial es lento, es necesario hacer control de malezas durante los primeros meses de establecimiento (Peters et al., 2011).

Productividad y valor nutritivo

En cuanto a producción de forraje *D. velutinum* se encuentra en un rango entre 1.5 y 3 t de MS/ha/corte, con valores de proteína entre 16 y 27% y porcentajes de digestibilidad de 65 a 80%. Hasta ahora no se reportan ensayos de productividad animal empleando esta especie, sin embargo, se conoce que es aceptado por el ganado, siendo mejor en

la época seca. La harina presenta buena aceptación por pollos y cerdos (Peters et al., 2011).

Cratylia argentea

Nombre científico: *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze

Sinónimos:

Cratylia floribunda Benth.

Dioclea argentea Desv.

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Faboideae*

Tribu: *Phaseoleae*

Género: *Cratylia*

Especie: *argentea*

Es un género neotropical de leguminosas distribuido en forma natural o silvestre en América del sur, en países como Brasil, Perú, Bolivia y el nordeste de Argentina. Dentro de este género la especie más ampliamente distribuida es *Cratylia argétea* (*Cratylia*) (Lascano, Carlos., et al) . Este arbusto nativo de la Amazonia, se caracteriza por su amplia adaptación a suelos Ultisoles y Oxisoles en zonas bajas tropicales con sequías hasta de 6 meses. Bajo estas condiciones presenta buenos rendimientos de forraje bajo corte y cuenta con capacidad de rebrotar debido a un desarrollo radicular vigoroso.

Descripción

Es una planta arbustiva perenne, erecta y existen algunas rastreras; su altura normalmente varía entre 1,5 a 3 m. Raíces profundas, hojas trifoliadas; flores de color lila y en raros casos blanco;seudoracimos hasta de 30 cm de largo y hasta 30 flores. Vainas dehiscentes de 20 cm de largo, con 4 a 8 semillas circulares, de color amarillo oscuro a marrón. Al madurar bajo condiciones de alta humedad, su color es marrón oscuro (Peters et al., 2011).

Adaptación

Según (Peters et al., 2011) su desempeño es sobresaliente bajo diferentes condiciones de suelo, incluso de baja fertilidad pero necesita buen drenaje; pH de 3,8 a 6,0. Crece desde el nivel del mar hasta 1200 m.s.n.m. y bajo precipitaciones entre 1.000 a 4.000 mm promedio anual. Presenta buena tolerancia a periodos prolongados de sequía,

permaneciendo siempre verde, puede rebrotar bajo sequías prolongadas de 6 a 7 meses y tolera el fuego. La altura límite sobre el nivel del mar se encuentra entre 1.200 a 1.400 m.s.n.m., no tolera inundación y su crecimiento inicial es lento, particularmente en suelos con pH > 6,0. La producción de semilla no es uniforme.

Establecimiento. Es posible sembrarla de forma directa empleando dos semillas por sitio, a una profundidad 1 a 2 cm, o manejándola en viveros para luego ser llevada a campo. Cuando el objetivo es la producción de semillas, se debe establecer a 3 X 3 m. es conveniente, antes de sembrar, tratar la semilla con fungicidas para evitar problemas sanitarios como pudriciones. El crecimiento inicial es lento, pero se puede mejorar con fertilización fosforada. Es una planta que mejora las condiciones físicas y químicas del suelo (Peters et al., 2011).

Manejo

Una vez se establece la *Cratylia* es posible cortar por primera vez cuatro meses después de la siembra y cuando está tenga 1 m de altura; es tolerante a cortes frecuentes con intervalos entre 50 y 90 días, incluso durante la época seca. Se corta a 30 – 90 cm sobre el nivel del suelo; pero también de acuerdo al manejo que se le de las plantas cortadas a ras de suelo han rebrotado bien. Se puede manejar bajo pastoreo directo con muy buena aceptación por parte de los animales (Peters et al., 2011). Una ventaja de este material es que puede permanecer verde y productiva hasta 6 meses durante la época seca.

Productividad y valor nutritivo

Los rendimientos expresados en materia seca son altos, entre 2 – 5 t/ha en 8 semanas, tanto en época de lluvia como sequía. Presenta un valor nutritivo alto, siendo uno de los mejores materiales de arbustivas para ser trabajadas bajo condiciones de suelos ácidos e infértiles. Los valores de proteína cruda se encuentran entre 18 y 30% y la digestibilidad de 60 – 65%, y contiene muy pocos componentes antinutritivos. Presenta buena palatabilidad para bovinos; para ovejas, el consumo de *Cratylia* inmadura es bajo. En ensayos, se ha encontrado un incremento de leche de 1,1 a 2,2 litros/vaca/día si se usa *Cratylia* como suplemento en vacas de buen genotipo y un alimento basal de baja calidad. *Cratylia* puede reemplazar otros concentrados y suplementos (Peters et al., 2011).

CAPITULO 5. Materiales y métodos

Localización

El presente estudio se realizó en el valle geográfico del Patía, ubicado en el municipio de Patía, al sur occidente del departamento del Cauca, $02^{\circ} 28'$ de latitud norte y $076^{\circ} 33'$ de longitud oeste a una altitud de 608 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 30°C (Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2012).

Figura 1. Localización geográfica del estudio

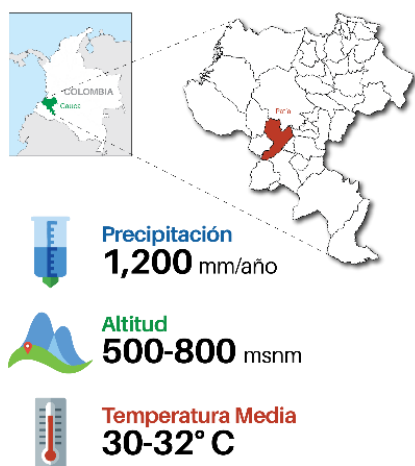
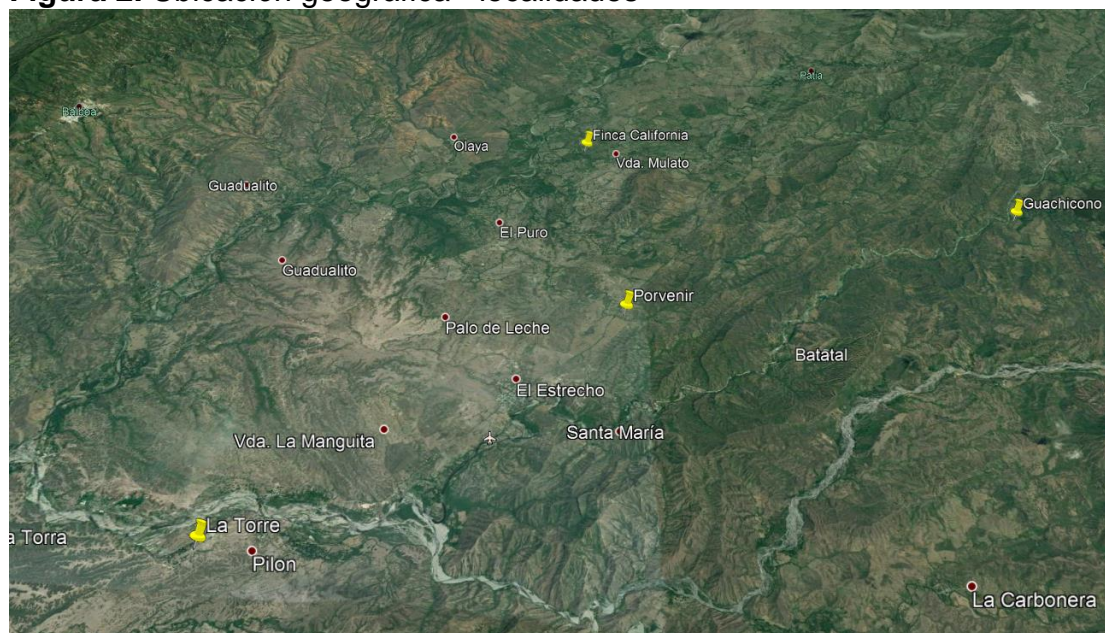


Figura 2. Ubicación geográfica - localidades



Fuente. Google Earth, 2018

Análisis de suelos

A continuación, en la tabla 1. Se presentan los resultados correspondientes al análisis químico completo de suelo realizado para cada una de las localidades, en las cuales se tomó una muestra compuesta de cada lote a una profundidad entre 0 y 20 cm, previo al establecimiento de los ensayos.

Tabla 1. Análisis de suelo químico completo para cada localidad.

Localidad	Guachicono	California	Porvenir	La Torre
Suelo				
Parámetro (unidad)				
pH (Un)	6.10	5.57	5.63	6.31
P – Bray II (mg/kg)	13.17	9.01	3.07	32.1
MO (g/kg)	23.49	37.56	58.31	13.3
Ca (cmol/kg)	6.95	9.45	15.07	4.02
Mg (cmol/kg)	2.59	3.83	7.02	2.03
Na (cmol/kg)	0.17	0.10	0.16	0.04
K (cmol/kg)	0.31	0.66	0.49	0.19
CICE (cmol/kg)	10.02	23.8	24.45	NA
CIC (cmol/kg)				8.52
Fe (mg/kg)	28.55	55.08	12.53	56.3
Cu (ppm)	1.57	2.63	1.68	3.63
Zn (mg/kg)	2.11	1.25	2.36	1.88
Mn (mg/kg)	10.85	33.39	47.77	18.7
S (mg/kg)	15.53	23.18	19.54	19.7
B (mg/kg)	0.47	1.14	0.80	0.43
Textura	Franco arenoso	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco arenoso

Como se observa en la tabla, se trata de suelos con pH ligeramente ácidos con tendencia a neutralidad, pero sin saturación o presencia de aluminio en concentraciones limitantes para el desarrollo de las plantas. En cuanto al contenido de fósforo presenta contenidos de bajo a muy alto, en el caso de "La Torre" que presenta un contenido muy alto luego le sigue la localidad "Guachicono" que presenta un contenido alto de este elemento los cuales contrastan con la localidad "Porvenir" que presenta un contenido bajo para el elemento fósforo, por su parte la localidad "California" presenta contenido medio. En el caso del contenido de materia orgánica (MO) las cuatro localidades presentan contenidos altos teniendo en cuenta que en clima cálido la tasa de mineralización es mayor. Para los elementos menores se observa un comportamiento similar en los contenidos de los diferentes elementos analizados; hierro (Fe) presenta un alto contenido en las cuatro localidades, Cobre (Cu) presenta contenidos que van de medio a alto en el caso de la localidad "La Torre". A su vez el zinc (Zn) se encuentra en rangos de bajo a medio, siendo la única localidad con el contenido bajo "California". Manganeso (Mn) en las cuatro localidades arroja contenidos altos. De igual manera se comportó en las cuatro localidades el contenido de azufre (S) y boro (B). Con excepción de la localidad La Torre donde el contenido de fósforo es alto, lo cual probablemente se deba a que este es un tipo de suelo aluvial. El contenido de MO encontrado para las localidades es alto teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona, bajo la cual la tasa de mineralización es alta. Finalmente, en cuanto al parámetro de capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), hay diferencias entre las localidades debido a que dos localidades presentan una CICE alta (California y Porvenir), en el caso de Guachicono esta fue media y para la localidad La Torre esta fue baja, debido probablemente a la textura franco arenosa de esta, teniendo en cuenta que un parámetro físico como la textura tiene correlación directa con el parámetro químico de capacidad de intercambio catiónico.

Clasificación de suelos presente en las localidades de Patía y Mercaderes:

Conjunto Olaya - Entic Haplustolls: Son suelos moderadamente desarrollados, representativos de las partes medias y bajas de la unidad, afectadas por erosión moderada a severa de tipo laminar, en surcos y soliflucción plástica en patas de vaca. Moderadamente profundos a profundos, bien a excesivamente drenados, limitados por la roca en avanzado grado de meteorización y/o contenidos muy altos de arcilla. El perfil

edáfico es de tipo A-C con horizonte superficial Ap. grueso, de color pardo rojizo oscuro, texturas arcillosas y francas arcillosas, al que le sigue un horizonte C de color rojo y textura arcillosa sobre la saprolita. Los análisis químicos presentan una reacción moderadamente ácida; saturación de bases baja, a muy alta y alta capacidad de cambio catiónico, bajos contenidos de carbono orgánico. Se presentan afloramientos rocosos con una distribución discontinuo y frecuente (CRC, 2006). Esta clasificación corresponde a los suelos de localidades como California y Provenir, lo cual se relaciona con los resultados de los análisis de suelos.

En el caso de la Localidad “La Torre” corresponde al conjunto Galindez - Lithic Ustorthents: Corresponde a un suelo esquelético, sin ningún grado de evolución pedogenetica, característicos de estas geoformas y climas, muy superficiales, con presencia de capas de arena consolidada como limitante en su profundidad. El escurrimiento superficial es fuerte, la erosión moderada a severa y el drenaje natural excesivo. Solo dos capas de colores pardo y pardo amarillento claro y texturas arenosas componen el perfil modal, las cuales descansan sobre la roca. Químicamente son suelos de reacción neutra, saturación de bases y capacidad de intercambio catiónico altas y contenidos de carbono orgánico medianos a bajos.

Precipitación

Este parámetro climático presento fuertes cambios durante el tiempo de establecimiento y evaluación del ensayo. Durante el primer año de establecimiento (2015), se presentó un fenómeno del niño que se extendió hasta el tercer trimestre de 2016, donde las lluvias finalizando el segundo semestre permitieron llevar a cabo tanto el establecimiento como las evaluaciones agronómicas.

En las siguientes gráficas se indica el comportamiento en cuanto a la precipitación promedio anual, discriminada por meses. Y donde es posible observar las épocas críticas durante el fenómeno del niño, así como la normalización progresiva de las condiciones que normalmente predominan en la región.

Figura 2. Precipitación promedio mensual en la localidad de California, durante los años en que se llevó a cabo el establecimiento y evaluación de las colecciones.

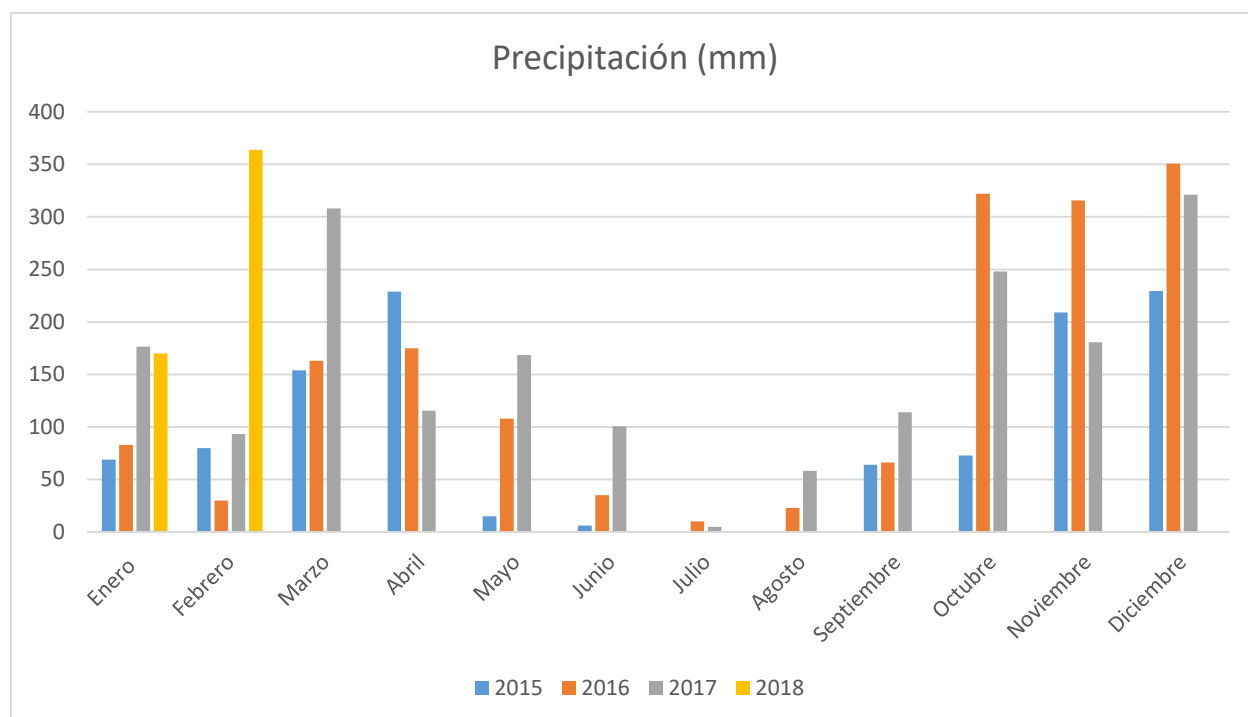


Figura 3. Precipitación promedio mensual de la localidad Porvenir, durante los años en que se llevó a cabo el establecimiento y evaluación de las colecciones.

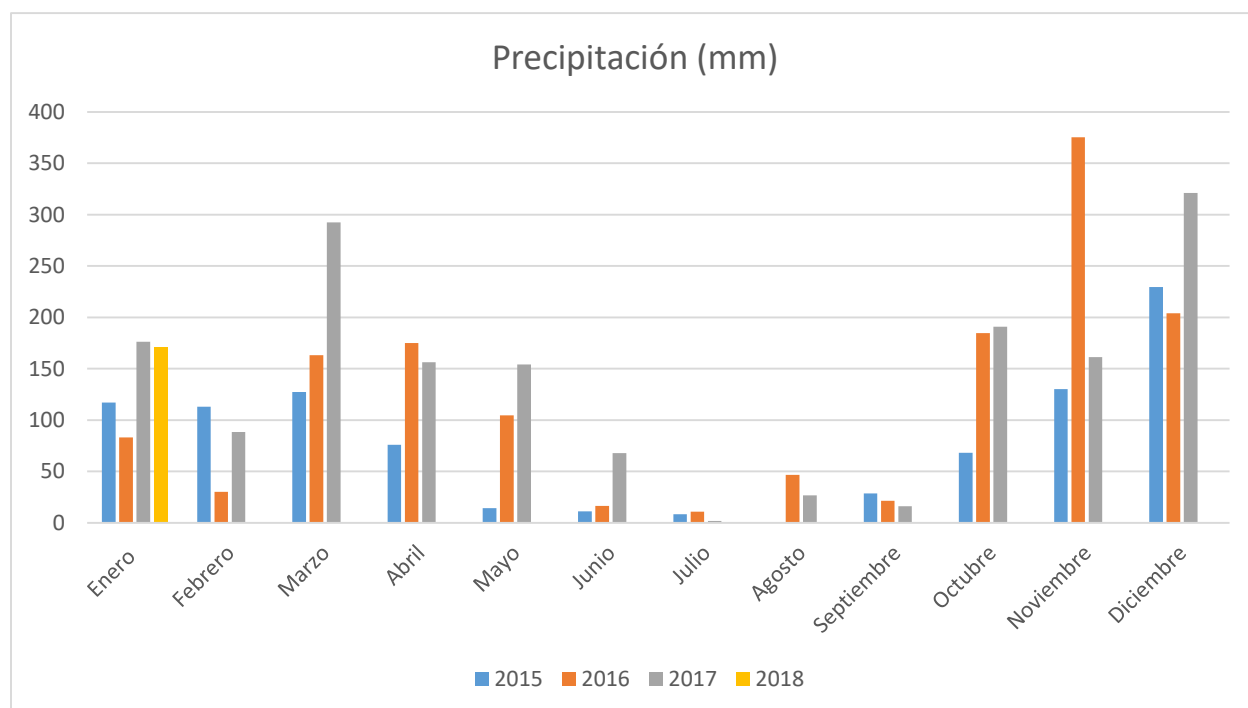
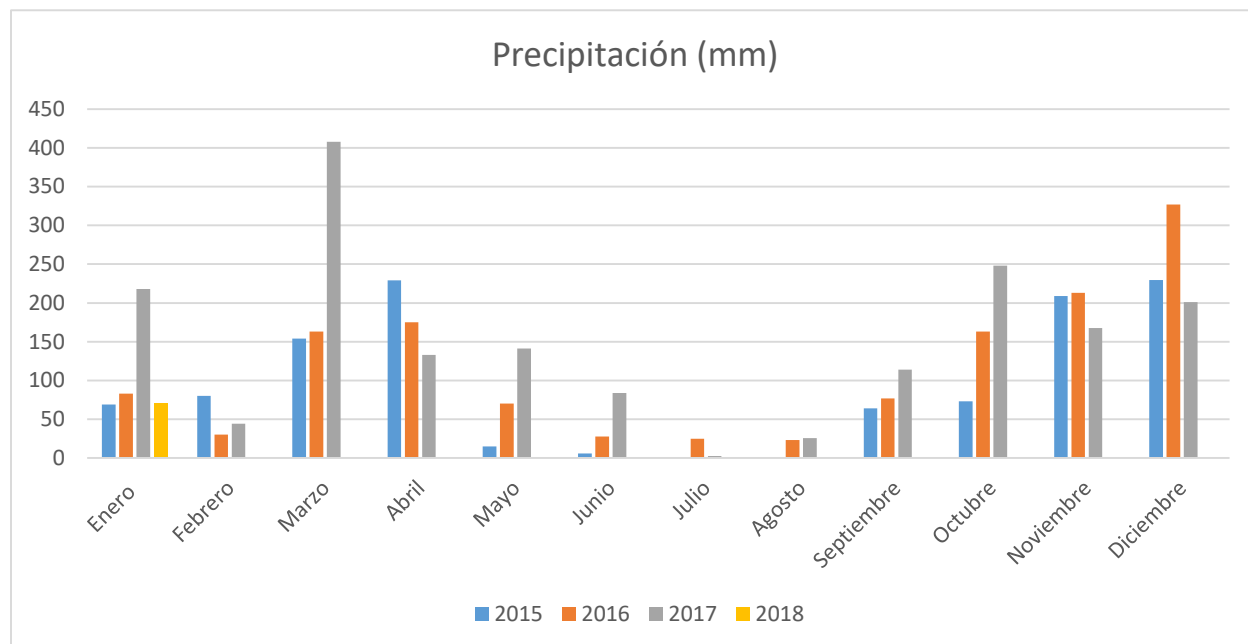


Figura 4. Precipitación promedio mensual de la localidad Guachicono, durante los años en que se llevó a cabo el establecimiento y evaluación de las colecciones.



condiciones climáticas particularmente

En términos de precipitación. Estas diferencias en promedio pueden estar entre 200 y 300 mm/año.

Teniendo en cuenta las anteriores gráficas elaboradas a partir de los datos climatológicos de las estaciones meteorológicas del IDEAM localizadas en la región, así como las estaciones meteorológicas portátiles instaladas desde el año 2016 por el grupo de investigación NUTRIFACA. Se observa que durante el año 2015 se presentó una época seca de aproximadamente 5 meses, además de contar con una menor precipitación durante el segundo semestre de lluvias (octubre - diciembre), situación que coincidió con el establecimiento de la localidad Guachicono.

Por su parte durante el año 2016, se presentó una época seca de menor intensidad respecto al año anterior, probablemente porque se fue presentando una leve normalización de las condiciones climáticas que tradicionalmente ocurren en la zona, luego de haberse presentado el fenómeno del niño. Sin embargo, durante este primer

semestre con el fin de aprovechar las lluvias, se realizó la siembra de los ensayos en las localidades California y Porvenir, siembra que se vio sujeta a la presentación de la época seca que afecta la región a mitad de año, sin embargo, no se utilizó ningún tipo riego. Finalmente, el año 2017 e inicios del 2018 presentaron condiciones favorables para llevar a cabo las evaluaciones restantes para cumplir los objetivos del presente estudio. El año 2017 en particular presentó una mayor precipitación acumulada respecto al año anterior que habían presentado condiciones atípicas.

Establecimiento ensayos genotipo - ambiente

Diseño. El área empleada para los ensayos *Cenchrus ciliaris* fue de 1320 m² (39 x 34 m), para los de *Chloris gayana* 1560 m² (47 x 34 m) y para materiales arbustivos 414 m² (23 x 18 m).

Criterios para selección de lotes

Se tuvo en cuenta la pendiente del terreno y que los lotes se encontraran libres de árboles para disminuir los efectos de la sombra.

Adecuación de terreno

Se efectuó control de malezas manual y químico en el área destinada para el establecimiento de los ensayos.

Preparación de terreno

Se empleó labranza convencional, básicamente mediante 3 pases de rastra, en el caso de la finca California adicional al rastrillo se empleó arado. Debido a las condiciones climáticas, la siembra no se realizó de inmediato en las fincas California y el Porvenir, razón por lo cual fue necesario efectuar otro pase de rastrillo antes del proceso de siembra. Se aplicó abono paz del río o calfos (0-9-0-40) – (CaO) a razón de 10 bultos por hectárea antes del último pase de rastra con el fin de garantizar su incorporación, esta fertilización se realizó con el fin de mejorar la disponibilidad de fósforo y bases en el suelo teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelos.

Siembra de gramíneas.

En las cuatro localidades se empleó semilla botánica y material vegetativo. Teniendo en cuenta la metodología y el diseño experimental donde las plantas fueron sembradas a 0.5 m entre plantas y surcos, dentro de parcelas de 3 x 3 m. En el caso de las arbustivas se plantaron en surcos a 1 m entre plantas.

Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana

En las localidades se empleó material vegetativo y semilla. Para las fincas California y Guachicono se empleó material vegetativo procedente del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, en el caso de la hacienda la Torre y el Porvenir se llevó material de la finca California y plantas sembradas en *jiffy* pellets. En todas las localidades la siembra se efectuó en surco a una distancia de 0.5 m entre surcos para garantizar una buena cobertura.

Para el caso de la localidad Guachicono la siembra tanto de las colecciones de *C. ciliaris* como *C. gayana* así como de las leguminosas arbustivas se realizó en diciembre de 2015.

California: la siembra de las colecciones de gramíneas *C. ciliaris* y *C. gayana* se llevó a cabo el 13 de abril de 2016, vale la pena resaltar que el caso de *C. gayana* se tuvieron que realizar dos resiembras con el fin de garantizar su establecimiento para llevar a cabo las evaluaciones agronómicas.

La Torre: el 9 de diciembre de 2016 se realizó la siembra de las dos colecciones de gramíneas permitiendo realizar las evaluaciones agronómicas durante el año 2017 e inicios de 2018.

Leguminosas arbustivas

En las fincas California y el Porvenir se trasplantaron plántulas y la semilla se sembró en 4 surcos. Para las haciendas Guachicono y la Torre, solo se empleó semilla al momento de la siembra.

La Torre: el 9 de diciembre de 2016 se realizó la siembra de las dos colecciones de gramíneas y los seis materiales de leguminosas arbustivas, permitiendo realizar las evaluaciones agronómicas durante el año 2017 e inicios de 2018.

California: En el caso de las leguminosas la siembra se realizó junto con las gramíneas, sin embargo, fue necesario realizar una resiembra en el mes de octubre, empleando material proveniente de invernadero con jiffys.

Porvenir: en el mes de octubre de 2016, se realizó la siembra de las 6 accesiones de leguminosas arbustivas, de las cuales fue necesario realizar resiembra debido a las condiciones abióticas adversas que presentaba el lote seleccionado. Probablemente debido a las características físicas del suelo, el cual presenta una textura fina o arcillosa que dificultó el establecimiento de los materiales forrajeros particularmente cuando se presentaban periodos de lluvia intensos, ocasionando encharcamiento por la poca capacidad de infiltración de este suelo y por ende la pérdida de los materiales.

Resiembra

- **Materiales arbustivos:** En las localidades de California, El porvenir y Guachicono, se utilizaron plántulas de vivero y semilla. Otro método empleado para asegurar bajo una densidad de 16 plántulas por parcela razón por la cual al momento de realizar un raleo de plantas de otras repeticiones donde la población de plantas era mayor se trasplantaron a repeticiones donde se requería resiembra.

Hacienda Guachicono

- ***Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana*:** Se realizaron 2 resiembras, en la primera se empleó semilla y en la segunda se llevó material de los bloques con mayor

Hacienda California.

- ***Cenchrus ciliaris*.** Se realizó una única resiembra en la cual se repobló cada una de las parcelas con porciones de macollas tomadas dentro de las mismas.
- ***Chloris gayana*:** Se efectuaron 4 resiembras, las dos primeras fueron con semilla, la tercera con plantas sembradas previamente en jiffys y en la cuarta resiembra se tomó parcela a parcela repoblando con el material existente dentro de estas.

Hacienda la Torre.

- ***Cenchrus ciliaris***: Se realizó una única resiembra con material vegetativo procedente del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.
- ***Chloris gayana***: Se efectuaron 2 resiembras, la primera con material vegetativo procedente del CIAT y la segunda con semilla botánica.

Finca el Porvenir.

- ***Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana***: Se realizaron 2 resiembras, la primera con plántulas sembradas en jiffys y semilla, en la segunda se empleó material procedente de la finca California. En el caso del ensayo de *Chloris gayana* no fue posible realizar el establecimiento de este material a pesar de las resiembras realizadas, esta colección se perdió razón por la cual no fue posible realizar su evaluación agronómica. Lo anterior probablemente se deba las condiciones edáficas del lote, debido principalmente a problemas de encharcamiento y de acuerdo a la literatura consultada este material no tolera encharcamiento.

Raleo. Esta actividad se llevó a cabo en los ensayos de materiales arbustivos, buscando contar con una densidad de 16 a 20 plantas por parcela y dado que la siembra se realizó en surcos no era conveniente manejar una densidad alta teniendo en cuenta el hábito de crecimiento de este tipo de especies.

Control de arvenses. En todas las localidades se manejó control manual dentro de las parcelas, limpieza de calles con métodos mecánicos (guadaña) y control químico con el producto comercial Roundup en las calles. En los ensayos *Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana* se empleó herbicida selectivo para hoja ancha y en el caso de los materiales arbustivos las malezas de hoja ancha se controlaron manualmente.

Época de establecimiento

Los ensayos se mantuvieron libres de maleza mediante control manual y productos de síntesis química (herbicida). Luego se procedió con el primer corte de estandarización que generalmente se llevó a cabo 12 semanas después de la siembra, con el fin de dar

inicio a la fase de evaluación correspondiente a la fase de producción); evaluaciones que se realizaron cada 6 semanas.

Cortes de estandarización en gramíneas

La labor de estandarización o corte se realizó con el fin de garantizar que los diferentes genotipos estuvieran presentaran igualdad de condiciones para dar inicio a la fase de producción, razón por la cual una vez los materiales completaron 12 semanas de haberse sembrado en campo se realizó el corte de estandarización

Cortes de estandarización leguminosas

La altura y/o radio variaba dependiendo de las especies, por ejemplo, en el caso del *D. velutinum* cuyo hábito de crecimiento es semi-postrado siendo diferente al resto de los materiales arbustivos que presentan un hábito de crecimiento más erecto. Razón por la cual para este material el corte se realizó a una altura de 0.5 m, mientras en los demás materiales se realizó a una altura de 1 m.

Metodología de evaluación

El desempeño y adaptación de los materiales, fue evaluado bajo la metodología de la Red Internacional de Pasturas Tropicales (RIEPT). Donde las dos colecciones de gramíneas (*Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana*) y las accesiones de leguminosas arbustivas (*Cratylia argentea*, *Desmodium velutinum*, *Leucaena diversifolia* y *Leucaena leucocephala*) se establecieron con el propósito de evaluar su potencial. Aplicando la metodología RIEPT y las evaluaciones regionales B – ERB, bajo los cuales se realiza la evaluación agronómica y producción de materia seca utilizando diferentes localidades o agroecosistemas en los cuales sean contrastantes y representen las condiciones dentro de una misma zona agroecológica. Se hizo énfasis en la evaluación de producción de cada genotipo como respuesta para precisar su adaptación al medio (Toledo, 1982), estas mediciones se efectuaron bajo periodos contrastantes de precipitación. Con el fin de crear información que sea ventajosa para futuro trabajos así como para el diseño de experimentos bajo pastoreo, ramoneo y/o corte, al tiempo que sirvan como elemento de referencia para la elección por parte de los productores y finalmente su liberación comercial especialmente en el caso de las gramíneas, las cuales pueden convertirse en

otra opción forrajera para ser incorporadas en sistemas ganaderos localizados en regiones cálidas con fuertes periodos de sequía o diferentes tipos de estrés abiótico.

Teniendo en cuenta la metodología de la RIEPT (Toledo, 1982), los cortes se realizaron con marcos de PVC de área conocida (0.25 m²) empleando una tijera a una altura de 20 cm, en el centro de la parcela, en cada una de las cuatro repeticiones establecidas de cada genotipo. El forraje cosechado se pesó en campo empleando una balanza electrónica, con el fin de medir su producción en forraje verde total (FVT), luego se obtenía una submuestra entre 200 y 300g para ser secada a 65⁰C en horno con recirculación de aire forzado hasta obtener peso constante, y finalmente obtener el peso seco de la submuestra y con ello el porcentaje de materia seca (% MS). Adicionalmente cuando se realizaron muestreos para calidad nutricional dicha submuestra se llevó al Laboratorio de Calidad de Forrajes y Nutrición Animal del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, para su acondicionamiento. Donde básicamente el forraje seco fue molido en una malla o criba de 1 mm y empacado herméticamente para finalmente mediante química húmeda y NIRS estacional analizar su composición nutricional (proteína cruda, fibra en detergente neutro, fibra en detergente ácido y digestibilidad in vitro de la materia seca).

Los genotipos evaluados, cuentan con la respectiva identificación según el registro del banco de germoplasma del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT y aparecen en el anexo A

Variables evaluadas

Durante el proceso de evaluación se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

- **Vigor:** expresado por el estado general 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.
- **Cobertura:** se mide como el porcentaje por m² de acuerdo con los periodos predeterminados de crecimiento (6 semanas) en las épocas de mínima y máxima precipitación.

- **Altura de planta:** evaluada como la distancia desde el piso hasta donde dobla la hoja más alta, expresada en centímetros.
- **Porcentaje de malezas:** medida del área cubierta por especies no deseadas (gramíneas y leguminosas).
- **Porcentaje de floración:** medida como el número de plantas que se encuentran en el proceso de producción de semilla.
- **Diámetro de la planta:** medida de referencia entre los extremos opuestos de las ramas laterales de la planta que se expresa en centímetros.
- **Presencia de plagas:** para cada evaluación se tuvo en cuenta el daño ocasionado por diferentes factores bióticos entre ellos insectos, virus, y todos aquellos microorganismos que interactúan con las plantas. Estos se calificaron teniendo en cuenta la escala propuesta por (Toledo, 1982) de 1 a 4; siendo 1 la presencia del insecto (daño inferior al 1%), 2; daño leve (1 – 10%), 3; daño moderado (11 – 20%) y 4; daño severo o grave (más del 30%).
- **Presencia de enfermedades:** para cada evaluación se evaluó los daños causados por enfermedades de acuerdo a la escala definida por (Toledo, 1982): 1; presencia de la enfermedad (5% 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 plantas afectadas).
- **Producción de forraje en materia seca (MS):** se obtiene a través del pesaje de la producción total de forraje del marco de 0.25m² en el caso de gramíneas y de tres plantas en cada corte de evaluación de producción, posteriormente se toma una submuestra para estimar porcentaje de materia seca mediante el secado en hornos de ventilación controlada y finalmente con el dato de la submuestra verde y el peso seco de dicha submuestra obtenerlo.
- **Caracterización nutricional:** está se llevó a cabo tomando una muestra de cada accesión por replica y luego conformando una muestra compuesta (36 gramíneas) y (6 arbustivas), evaluando su contenido de proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), digestibilidad “in vitro” de la materia seca (DIVMS). Estos análisis se realizaron en el laboratorio de

calidad de forrajes y nutrición animal del CIAT – Palmira, siguiendo los protocolos descritos en la tabla 2. Los análisis se realizaron mediante química húmeda y espectroscopia por infrarrojo cercano (NIRS) para el cual se calibraron las curvas.

Para la caracterización nutricional de las 36 accesiones de gramíneas y 6 leguminosas arbustivas, se tomaron dos muestras compuestas de 200 g (época seca y lluvias) para la localidad de Guachicono y California, en las otras tres localidades se tomó en una sola época.

En el caso de las especies de leguminosas arbustivas no se realizó determinación de taninos totales ni condensados.

Tabla 2. Análisis y protocolos utilizados para determinación de calidad nutricional

Análisis	Abrev.	Método
Materia Seca a 105°C	M.S	ISO 6496 :1999
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
Proteína Cruda	PC	AOAC 984.13:1990 , Kjeldahl AN 3001 FOSS
Predicción NIRS	NIRS	<i>ISO 12099: (2010).</i>

Fuente. Elaboración propia

Diseño experimental

Se trabajó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), el cual conto con 4 repeticiones, que corresponden a los bloques trazados de manera perpendicular a la pendiente de cada uno de los lotes seleccionados para cada localidad. De acuerdo al diseño de campo, para cada repetición en el caso de las especies arbustivas estas fueron sembradas en cuatro surcos con cinco plantas individuales. La distancia entre surcos y plantas fue de 1 m. Entre el borde de la última hilera de una parcela y la primera hilera

de la parcela siguiente se manejó una distancia de 2 m. tal y como aparece en el diseño de campo relacionado en el anexo B.

En el caso de las gramíneas se sembraron en cuatro surcos, dejando 0.5 m entre estos. Entre el borde de la última hilera de una parcela y la primera hilera de la parcela siguiente se aplicó una distancia de 2 m.

Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos obtenidos durante la etapa de evaluación o producción, se trabajaron varias herramientas o software estadístico. Teniendo en cuenta las fuentes de variación presentes en este estudio tales como época, repetición, accesión y localidad; fue necesario aplicar estadística descriptiva, como análisis factoriales múltiples empleando RStudio, de igual manera se trabajó con SPSS. Y luego se llevaron a cabo análisis de varianza, prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$) y finalmente análisis de componentes principales. Como una opción para la clasificación de las 36 accesiones de gramíneas mediante la observación de asociación de variables y minimizar las mismas con el objeto de manejar la variabilidad.

CAPITULO 6. Resultados (*Chloris Gayana*)

Al realizar el análisis estadístico se encontraron diferencias estadísticas para las fuentes de variación; repetición, accesión, época y la interacción repetición por accesión.

Vigor. Al realizar el ANDEVA se encontraron diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) en cada una de las localidades, razón por la cual se procedió a realizar la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), lo cual permitió observar la conformación de dos grupos donde la mayoría de los materiales presentaron valores superiores a 4.7 y solo dos materiales presentaron valores menores a 4, entre ellos uno de los testigos. Lo anterior confirma que solo existen diferencias estadísticas con las accesiones 18498 y 16021, y que los demás materiales presentaron un comportamiento muy uniforme en el caso de la localidad California. En la localidad Guachicono de acuerdo a los promedios poblacionales se formaron más grupos, sin embargo, vale la pena resaltar que los materiales de mejor comportamiento en términos de vigor fueron los testigos, contrario al desempeño que estos presentaron en las localidades California y La Torre. Lo cual probablemente se deba a la calidad de suelos. Lo anterior conllevó a que los materiales de *C. gayana* con mejores valores o promedios para esta variable coincidieran para las localidades California y La Torre.

Cobertura. Una vez realizada la ANDEVA ($Pr < 0.05$), se encontraron diferencias estadísticas entre accesiones, por lo tanto, fue necesario llevar a cabo una prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$) donde se logró observar la conformación de grupos, cuando se analizaron los datos obtenidos por localidades fue posible observar que los materiales o cultivares que fueron empleados como testigos, presentaron los mayores valores de cobertura. y entre estos el material comercial *B. brizantha* CIAT 26110, cv. Toledo fue el que sobresalió tanto en California como en la Torre, a su vez en Guachicono sobresalieron los híbridos Cayman y Cobra, pero vale la pena resaltar que dentro de los materiales evaluados se destacaron accesiones como la 15570, 6633, 981 y 18498. Otro aspecto importante en el comportamiento de estas variables fueron los valores que se observaron en cada localidad, esto debido a que California y Guachicono presentaron valores más altos si se compara con la Torre donde estos fueron más bajos.

Altura. Teniendo en cuenta la ANDEVA ($Pr < 0.05$) se procedió a realizar una comparación de medias mediante Duncan ($Pr < 0.05$), la cual permitió observar los valores obtenidos para esta variable en cada una de las localidades, encontrando que al igual que para la variable cobertura los materiales con mayor altura en las tres localidades fueron los materiales testigo Mombasa y Toledo, en el caso de California y la Torre fue Mombasa y en Guachicono Toledo. Pero de igual manera se destacaron accesiones como 18483, 6633 y 13103.

Malezas. Esta variable presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre accesiones, y significativa entre épocas. En las cuatro localidades se observaron variaciones en cuanto a la presencia de malezas respecto a las accesiones evaluadas. Teniendo en cuenta lo anterior las accesiones con mayor presencia o invasión de malezas fueron Massai y 6627 en California, 13097 y 13053 en Guachicono, y 6627 y 10097 en la Torre.

Plagas. De acuerdo con la ANDEVA ($Pr < 0.05$) realizada para esta variable y debido a que se encontraron diferencias estadísticas se realizó una prueba de promedios Duncan ($Pr < 0.05$), esto con el fin de observar que materiales presentaban mayor incidencia. Lo cual permitió observar que para las tres localidades se presentó la conformación de dos grupos de acuerdo a las evaluaciones de presencia o incidencia de plagas, encontrando en términos generales que solo hubo presencia de algunas plagas, quizás insectos pero que en ninguno de los materiales se presentaron afectaciones moderadas o severas. Y que por el contrario los niveles fueron menor a 1, a excepción de los materiales control, Mombasa, Toledo, cobra y Cayman, así como dos materiales de *Chloris* 1053 y 7384.

Enfermedades. Para esta variable de acuerdo a los análisis realizados de ANDEVA ($Pr < 0.05$) y la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), se encontró que la afectación o presencia de enfermedades fue menor si se compara con lo obtenido para la variable plagas. Sin embargo, de acuerdo a los valores de los promedios poblacionales, se observó para las tres localidades que el material control Mombasa reflejó presencia de alguna enfermedad, de igual manera las accesiones 13097, 13072 y 6627 también sufrieron presencia de síntoma de alguna enfermedad, que de acuerdo a lo observado en campo probablemente fue en hoja y ocasionado por algún hongo. El cual no generó un daño de importancia económica.

Floración (%). Esta variable presento un comportamiento muy similar bajo las tres localidades, debido a que los materiales evaluados presentaron porcentajes de floración superiores al 70%, e incluso en la localidad California la accesión 13097 presento hasta un 99%. 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, donde a excepción del Panicum las Brachiarias presentaron valores menores al 5% de floración.

Materia Seca (%). En cuanto al porcentaje de materia seca, el comportamiento de los materiales evaluados se caracterizó por tener una tendencia de mayores contenidos de materia seca, respecto a los materiales empleados como testigos. A excepción del cultivar Mombasa en la localidad de Guachicono que presento un valor de 27%, a manera general en las tres localidades los porcentajes estuvieron en los rangos promedio, sin embargo, al observar los datos de California en esta localidad los valores fueron menores respecto a Guachicono y la Torre, lo cual probablemente se deba a un efecto de las condiciones agroecológicas de cada localidad en particular.

Producción de forraje en materia seca (%). Los resultados obtenidos permiten luego de realizar al ANDEVA ($Pr < 0.05$) y la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), logró evidenciar que para dos de las localidades como lo fueron Guachicono y La Torre los mejores materiales en cuanto a producción de biomasa fueron los materiales o cultivares testigo *B. brizantha* cv. Toledo, *P. maximum* cv. Mombasa con 48.4 y 41.8 t MS/ha/año, como se observa en la tabla 3. Seguidos de los híbridos cv. Cobra y Cayman, 42.6 y 36.6 t MS/ha/año. Sin descartar accesiones como la 6631, 6633, 13329, 15573, 13072 que presentaron promedios de biomasa en forraje seco de 37.4, 40.5, 37.1, 34.9, 33.5 t MS/ha/año. A pesar de no haber superado a los materiales comerciales la producción de forraje en materia seca si se comparan con los rendimientos que reportan los argentinos para dos variedades de grama Rhodes o *C. gayana* como son el cultivar Top Cut y Fine Cut que bajo condiciones de la Provincia de Buenos Aires cuyo régimen promedio anual de lluvias es de 800 a 1000 mm, durante su primer año de producción presentaron rendimientos de 7352.08 y 9809.36, respectivamente

Esta situación fue diferente para la localidad California, donde los mejores materiales fueron los genotipos de *Chloris* evaluados, conformándose dos grupos liderado el primero por los materiales 13330 y 10097 con promedios de producción en toneladas de

materia seca de 39.4, 38.5 t MS/ha/año. Seguidos de acuerdo a los promedios poblacionales por las accesiones 15570 y 15573. Con promedios de producción en toneladas de materia seca de 37.2, 36.6 y 36.5, respectivamente. Siendo superiores a los rendimientos obtenidos por los testigos comerciales como Mombasa, Toledo, Massai y Cayman cuyos rendimientos fueron de 35.2, 32.6, 24.2 y 23.3 ton/ha/año, respectivamente.

Los promedios obtenidos para en la presente evaluación para la colección de *C. gayana* son superiores a los alcanzados por (Pilar, 2013), en la cuenca del salado en la Provincia de Buenos Aires, donde se evaluó la productividad de los cultivares comerciales de Rhodes Finetcut y Topcut en (kg MS/ha), reportando en el año de establecimiento 6291.67 y 4601.8 (kg MS/ha), respectivamente pero sin encontrar diferencias significativas ($Pr < 0.05$). Sin embargo, en el segundo año si se presentaron diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) encontrando una productividad de 8838.61 y 4136.39 para Finetcut y Topcut, respectivamente.

A pesar de que Argentina cuenta con condiciones subtropicales su desarrollo ganadero en regiones marginales ha sido posible gracias al trabajo con forrajes con *C. gayana*, razón por la cual la mayoría de trabajos tienen alguna relación con Argentina, sin embargo se tienen condiciones o regiones con problemáticas semejantes, una de ella es la condición de suelos salinos en la Provincia de Santiago del Estero, bajo este tipo de condiciones (Delgado, C. Rosegrant, M. Steinfeld, H. Ehui, S. and Courbois, 1999), evaluó la productividad de los cultivares comerciales de *Chloris gayana* más empleados y encontró producciones promedio anual para Callide, Top Cut, Fine CUt, Katambora y Común de; 11.674, 10.487, 9.894, 9.833 y 7.409 kg MS/ha/año, respectivamente. Lo cual sin duda permite concluir que bajo las condiciones agroecológicas de bosque seco tropical esta especie presenta mayor productividad y por ende potencial para ser tenida en cuenta como una opción forrajera.

De igual manera fueron superiores al rango de productividad entre 10 y 25 t MS/ha/año reportado por (Peters et al., 2011), para *C. gayana*. Lo anterior permite inferir que la colección evaluada presento un buen desempeño bajo condiciones de bosque seco tropical, o clima cálido en un valle interandino como el de Patía. Aspecto que hace interesante y potencializa estos resultados porque sin duda alguna las mejores

accesiones podrán ser llevadas a otras regiones bajo condiciones agroecológicas similares.

Tabla 3. Producción de forraje en materia seca por hectárea/año de *Chloris gayana*.

GUACHICONO		CALIFORNIA		LA TORRE	
Accesión	Producción de forraje (Ton MS/ha/año)	Accesión	Producción de forraje (Ton MS/ha/año)	Accesión	Producción de forraje (Ton MS/ha/año)
Toledo	48.4 a	13330	39.4 a	Toledo	40.8 a
Cobra	42.6 b	10097	38.5 a	6633	40.5 a
Mombasa	41.8 b	10225	37.2 ab	Mombasa	37.4 ab
1053	38.8 b	15570	36.6 ab	13329	37.1 ab
Cayman	38.4 b	15573	36.5 ab	Cayman	36.6 ab
6631	37.4 b	13103	36.4 ab	981	36.6 ab
15573	34.9 b	Mombasa	35.2 ab	Cobra	35.7 abc
10225	33.2 b	981	34.3 ab	13072	33.6 abc
6633	33.1 b	6633	33.9 ab	1053	32.8 abc
13072	32.6 b	7757	33.7 ab	18498	32.0 abc
18498	32.4 b	13329	33.6 ab	10097	31.8 abc
13175	32.2 b	13072	33.5 ab	10225	31.3 abc
981	31.6 b	Toledo	32.7 ab	15570	31.1 abc
13103	31.0 b	13053	32.4 ab	6631	31.1 abc
13329	30.7 b	1053	32.2 ab	13175	28.5 abc
7384	30.1 b	645	31.7 ab	7757	28.4 abc
7757	30.0 b	6631	30.8 ab	645	27.4 abc
15570	29.7 b	6627	30.3 ab	13053	25.9 abc
13097	26.5 b	13097	29.5 ab	13330	24.9 abc
10097	26.4 b	7384	29.5 ab	7384	24.8 abc
645	26.2 b	13175	28.2 ab	15573	24.0 bc
13330	25.7 b	18498	24.5 b	6627	23.3 bc
13053	24.5 b	Massai	24.3 b	13097	21.1 bc
6627	19.4 b	Cayman	23.7 b	13103	20.3 c

CAPITULO 7. Resultados (*Cenchrus ciliaris*)

A continuación, se describen los principales resultados obtenidos en el presente estudio, teniendo en cuenta que el trabajo se realizó bajo 4 localidades estos se presentaron por localidad y luego se correlacionaron entre estas para seleccionar los materiales con mejor desempeño.

Este material fue evaluado bajo cuatro localidades (California, Guachicono, El Porvenir y La Torre) contrastantes en cuanto a sus condiciones agroecológicas, razón por la cual los resultados que se presentan a continuación permitirán seleccionar los materiales con mejor desempeño agronómico luego de tres años de evaluaciones durante épocas de máxima y mínima precipitación. Teniendo en cuenta que se trató de una evaluación de germoplasma novedoso bajo la interacción genotipo – ambiente, los materiales empleados como testigos fueron cultivares comerciales (*B. brizantha* cv. Toledo, *B.* híbrido cv. Cayman y Cobra, así como *P. maximum* cv. Mombasa y Massai) que previamente fueron evaluados bajo estas condiciones de bosque seco tropical, lo cual permitió posteriormente su incorporación a los sistemas ganaderos de la región, permitiendo con ello hacer frente a las épocas climáticas adversas.

Vigor. Mediante el análisis estadístico de ANDEVA se encontraron diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) entre dos de los factores de variación accesiones y épocas evaluadas, razón por la cual se procedió a realizar la prueba de promedios de Duncan ($Pr > 0.05$). La cual a su vez permitió validar el comportamiento, en este caso vigor para cada una de las localidades, al analizar en este caso California se encontró un primer grupo donde se destacaron las accesiones 18483, 16609, 6642, 15687, 6647 y Cayman. Mientras que los materiales con menores valores de acuerdo al promedio poblacional fueron 6645 y 12464. A su vez en la localidad Guachicono se destacaron los materiales; 6642, Toledo, 16609, 6647 y Cayman. Coincidiendo los materiales de menores valores con los de California. En cuanto a la localidad El Porvenir se encontró que los materiales con mayor promedio poblacional fueron; 6642, Mombasa, Toledo, 12825, 16617 y 18483. De igual manera los de menor valor para esta variable fueron las accesiones 12464, 777 y 6645, lo cual coincide con las dos localidades anteriores. Y finalmente para la localidad

La Torre, se destacaron por su promedio poblacional las accesiones; 18483, 15687, seguida por 13299, Cayman, 6652 y 6642. Contrario a las accesiones 777 y 6645, la cuales presentaron los menores valores. Lo anterior permite inferir que para esta variable de respuesta en las cuatro localidades se destacaron las mismas accesiones y de igual forma los menores desempeños también fueron las mismas. También es posible concluir que los materiales de *C. ciliaris* evaluados presentaron un comportamiento similar en el caso de esta variable respecto a los cultivares comerciales, en este caso testigos como Mombasa y Toledo que de acuerdo a otras evaluaciones reportadas por (Carrillo & Galindez, 2014) bajo las condiciones de la región, se encontraron valores para vigor en los tratamientos de *Panicum maximum* cv. Mombasa entre 4.67 y 4.73. De igual manera (Segura & Legarda, 2011) reportaron valores de 4.83 para *P. maximum*, bajo una localidad como Versailles con condiciones agroecológicas similares a California. Esto valida la respuesta en términos de vigor de los materiales de *C. ciliaris* evaluados.

Cobertura. Para esta variable se encontraron diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) entre las repeticiones, accesiones y épocas. De igual manera cuando se analizó la interacción de repetición por accesión y accesión de época también se encontraron diferencias estadísticas. Teniendo en cuenta lo anterior se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan ($Pr < 0.05$), mediante la cual se conformaron grupos de acuerdo a los promedios poblacionales, en cada una de las localidades.

Para la localidad California, el primer grupo está conformado por las accesiones; 6642, 6647, Cayman, Toledo, 13299 y 18483. Luego las accesiones 6962, 15687, 6652, 16660, 16868 y 16617, la cuales conforman el segundo grupo donde vale la pena resaltar que se encuentra el testigo Mombasa. Material que se ha caracterizado por su desempeño bajo las condiciones agroecológicas de la región. El tercer grupo está conformado por las accesiones; 12825, 6645 y 777. Seguido de un cuarto grupo conformado por 12464, 16609 y 2020, finalmente el quinto grupo se encuentra conformado por las accesiones 16021 y 1098, donde también vale la pena resaltar se encuentra uno de los materiales control en este caso Massai.

Por su parte en la localidad Guachicono se destacaron los materiales; 16609, Cayman, 6647, Cobra, Toledo, 6642 y 12825. Al tiempo que coincidieron con los materiales de menor valor para esta variable; 12464, 16868, 16660 y 16617. De igual manera en El

Porvenir sobresalieron materiales como; Toledo, 6642, 18483, Cayman y 12825. Y finalmente en La Torre, se destacaron materiales como; 18483, Cobra, Cayman, Toledo y 6647, por sus valores de cobertura en porcentaje. Pero contrario a estas accesiones se observó que materiales como 1098, 2020 y 16660, presentaron valores bajos para esta variable que tiene relación directa con la competencia que estos materiales pueden tener con especies no deseadas al establecer la pradera.

Altura. Al correr ANDEVA ($Pr < 0.05$), se encontraron diferencias estadísticas significativas. Razón por la cual se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan ($Pr < 0.05$), encontrando la formación de diferentes grupos para el caso de esta variable dependiente. A manera general en las cuatro localidades se destacaron los materiales testigo como Mombasa y Toledo, seguidos de las accesiones 6642, 13299, 15687, 16609 y 16868. Como los materiales con mayores valores de altura, contrario a lo encontrado para las accesiones 777, 6652 y 6645 que conformaron el último grupo. Lo importante ahora es analizar el comportamiento de esta variable teniendo en cuenta las características fenotípicas de las especies, debido a que los materiales empleados como testigo son materiales con un hábito de crecimiento erecto y porte alto. Para los cuales según (Carrillo & Galindez, 2014) se logran alcanzar en el caso de Mombasa hasta 240 cm de altura, de igual manera es importante tener en cuenta que los materiales de *C. ciliaris* pueden ser de porte alto o enano de acuerdo a su procedencia genética.

Malezas. Una vez realizada la ANDEVA, se encontraron diferencias estadísticas para esta variable, cuya unidad de medida fue en porcentaje pero que presenta una relación directa o complementaria con la variable cobertura, en el presente estudio se encontraron diferencias estadísticas entre accesiones, así como en la interacción accesión por época. Teniendo en cuenta lo anterior se realizó una prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), que a su vez arrojó para las cuatro localidades los materiales con menor presencia de malezas durante el tiempo de evaluación destacándose los cultivares Toledo, Mombasa, Cayman, Cobra, 18483 y 13299. A su vez se observó que algunos materiales presentaron valores superiores al 20% en cuanto a presencia de malezas donde llamo la atención el cultivar Massai que fue usado como testigo.

Plagas. Para esta variable una vez se corrió la ANDEVA ($Pr < 0.05$), teniendo en cuenta las observaciones tomadas durante las nueve evaluaciones realizadas, no se

encontraron diferencias estadísticas significativas entre accesiones, pero si entre épocas. Razón por la cual al realizar la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), evidencian dos grupos que permitieron observar que los mayores valores del promedio poblacional son cercanos a 1.

Enfermedades. Para esta variable no se encontraron diferencias estadísticas entre accesiones, para cada una de las localidades. Pero si se observó para la época, razón por la cual se decidió aplicar una prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), la cual permitió observar la conformación de dos grupos, con un orden de mayor a menor valor teniendo en cuenta los promedios poblacionales, pero entre las accesiones no existieron diferencias estadísticas significativas. Que presentaron valores de 1, que para esta variable es considerado como presencia de la enfermedad, las demás accesiones o materiales presentaron valores inferiores a 1, lo cual permitió inferir que no se presentaron daños de importancia económica.

Floración (%). Para esta variable se encontraron diferencias estadísticas, razón por la cual se decidió aplicar una prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), la cual permitió observar la conformación de grupos de acuerdo a los valores obtenidos de los promedios poblacionales para cada una de las accesiones evaluadas. Esta variable permitió observar el comportamiento de esta a floración de estos materiales estimada a manera de porcentaje en cada una de las evaluaciones, cabe mencionar que en este caso los materiales con menor porcentaje de floración fueron los testigos o cultivares comerciales (Toledo, Mombasa y Cayman). Por su parte accesiones como 12464, 2020, 6652 y 15687, se destacaron por presentar valores superiores al 70% de floración.

Materia seca (%). Esta variable es clave para calcular finalmente la producción de forraje en base seca, en el presente estudio una vez se llevó a cabo la ANDEVA se presentaron diferencias estadísticas entre accesiones y épocas, por ello fue necesario realizar la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), donde se observó que los materiales con mayores contenidos de materia seca expresado en porcentaje en las cuatro localidades fueron los *Panicum maximum* cv. Mombasa y Massai acompañados por accesiones como la 777, 6645, 16660, 12464. Y que a su vez los híbridos de *Brachiaria* como Cayman y Cobran presentaron los valores más bajos de materia seca.

Producción de forraje en materia seca. Para el caso de la variable producción, teniendo en cuenta las fuentes de variación del presente experimento se realizó una ANDEVA, la cual indico diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) entre repeticiones, accesiones y época. Razón por la cual se continuo con una prueba de Duncan ($Pr < 0.05$), la cual mostro la conformación de grupos teniendo en cuenta el promedio poblacional. Para el caso de *C. ciliaris* la mejor localidad de acuerdo a los promedios poblacionales obtenidos bajo estas condiciones resalta el desempeño agronómico en términos de producción de forraje y específicamente en la época seca las mejores accesiones fueron; 6642, 16617, 777 y 16868 de igual manera se destacaron materiales como 1098, 13299, 15686, 18483, 16609. Así como los cultivares comerciales Massai, Toledo y Cobra.

Tabla 4. Producción de forraje en materia seca por hectárea/año de *Cenchrus ciliaris*.

CALIFORNIA		GUACHICONO		LA TORRE		PORVENIR	
Accesión	Producción de forraje (Ton MS/ha/año)	Accesión	Producción de forraje (Ton MS/ha/año)	Accesión	Producción de forraje (Ton MS/ha/año)	Accesión	Producción de forraje (Ton MS/ha/año)
Cobra	59.4 a	6642	64.1 a	Mombasa	74.0 a	Mombasa	32.8 a
Mombasa	47.1 b	16609	57.5 ab	15687	44.4 b	6642	29.3 ab
Toledo	40.1 bc	18483	54.0 abc	Toledo	38.9 bc	16617	28.6 ab
1098	35.9 bcd	Massai	52.6 abcd	12825	38.5 bc	Toledo	27.4 ab
6642	35.8 bcd	Toledo	52.6 abcd	6642	36.6 bcd	12825	26.9 ab
15687	34.7 bcd	15687	49.6 abcd	Cobra	36.1 bcd	12464	26.7 ab
Cayman	34.6 bcd	12825	49.3 abcd	16609	35.5 bcd	1098	26.6 ab
Massai	34.5 bcd	13299	49.1 abcd	16868	32.6 bcd	16609	26.5 ab
13299	32.7 cd	16660	47.7 bcd	Cayman	31.4 bcd	Cayman	25.8 ab
16609	31.5 cd	Mombasa	47.0 bcd	18483	31.4 bcd	15687	25.4 ab
6647	31.0 cd	Cobra	46.7 bcd	2020	30.8 bcd	18483	25.4 ab
16868	30.5 cd	1098	46.5 bcd	1098	30.6 bcd	777	24.8 ab
777	29.3 cd	777	45.9 bcd	12464	30.3 bcd	16868	23.8 ab
18483	28.5 cd	6652	45.4 bcd	6652	30.2 bcd	13299	23.6 ab
12825	28.1 cd	16617	44.5 bcd	16617	30.2 bcd	Massai	22.4 ab
6652	27.6 cd	16868	43.2 bcd	777	29.4 cd	6647	22.3 ab
16660	27.3 cd	Cayman	42.7 bcd	6647	28.2 cd	6645	22.0 ab
6645	27.2 cd	6647	41.6 bcd	13299	27.8 cd	6652	21.9 ab
16617	26.2 cd	12464	40.5 cd	Massai	26.5 cd	16660	21.7 ab
2020	26.1 d	2020	37.3 de	6645	25.1 cd	Cobra	19.7 b
12464	23.3 d	6645	24.9 e	16660	22.8 d	2020	18.4 b

Teniendo en cuenta los resultados productivos obtenidos de las accesiones de *C. ciliaris* evaluadas, estas fueron muy superiores a los reportados por otros estudios realizados bajo condiciones de trópico seco como el llevado a cabo por (Valle, Palma, & Sangines, n.d.) En el cual encontraron diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) para la variable producción de biomasa cuando se estableció el *C. ciliaris* solo y asociado con *Gliricidia sepium* indicando valores rendimientos de 2.3, 3.5 y 5.2 t MS/ha/año para el pasto en monocultivo, asociado con 5000 y 14285 plantas por hectárea de *Gliricidia sepium*, respectivamente.

Sin embargo otro estudio llevado cabo en Dubai por (Al-Dakheel, Iftikhar Hussain, & Abdul Rahman, 2015) con el objetivo de evaluar el impacto del riego con agua salina sobre los atributos agronómicos y de calidad de accesiones de *C. ciliaris*, encontraron rendimientos anuales con rangos de 98 a 353 t/ha con baja salinidad (5 dSm^{-1}), 78 a 269 t/ha con nivel medio de salinidad (10 dSm^{-1}) y entre 73.5 y 225.5 t/ha con un nivel alto de salinidad (15 dSm^{-1}). Estos resultados si bien son superiores en términos de rendimiento, además del efecto del agua salina permiten suponer unos elevados rendimientos cuando se dispone de un buen suministro de agua.

CAPITULO 8. Resultados (*Leucaena diversifolia*)

Vigor. En las cuatro localidades descritas anteriormente fueron evaluadas dos accesiones de esta especie, las cuales fueron *L. diversifolia* CIAT 21242 e ILRI 15551. Para la variable vigor, se encontraron diferencias entre estas dos accesiones, en las cuatro localidades la mejor accesión fue ILRI 15551, incluso en California fue el material que presento mejor promedio poblacional comparado con otros géneros como *Desmodium* y *Cratylia*. La accesión ILRI 15551 presento el menor valor en la localidad Guachicono. Los resultados encontrados son similares a los encontrados por (Martinez, 2014), bajo las condiciones de la meseta de Popayán donde se evaluaron 23 accesiones de *L. diversifolia* entre las cuales se destacó la accesión ILRI 15551 por su desempeño respecto a la variable vigor, con un valor cercano a 4.

Diámetro. Para esta variable las accesiones de *L. diversifolia* presentaron promedios inferiores a los encontrados para *L. leucocephala*, especialmente en aquellas localidades en las cuales la calidad del suelo fue superior. Contrario a lo observado para las dos localidades que presentan condiciones edafoclimaticas menos favorables debido básicamente a la fertilidad y humedad del suelo. Lo anterior finalmente definió en gran medida el desarrollo y por ende el desempeño de los genotipos bajo cada una de las localidades.

Altura. Vale la pena resaltar que bajo condiciones de las localidades Guachicono y Porvenir, el material que presento los mayores valores para la variable altura fue *L. diversifolia* ILRI15551. A su vez presento el segundo valor promedio de altura en la localidad California, siendo finalmente la localidad de la Torre la de menor valor en términos de altura. Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Martinez, 2014), bajo condiciones de la meseta de Popayán donde una de las accesiones que se destacó para esta variable fue ILRI 15551, siendo superior a la accesión CIAT 21242.

Plagas. En las cuatro localidades tanto para las accesiones de *L. diversifolia* como las de *L. leucocephala* no se presentaron diferencias estadísticas para esta variable, esto debido a que fue muy baja la presencia de plagas.

Enfermedades. De igual manera que para la variable plagas, para el caso de las Leucaenas no se presentaron afectaciones moderadas o severas en relación con las

enfermedades, razón por la cual se esto se reflejó en no encontrarse diferencias estadísticas significativas.

Floración (%). El porcentaje de floración presento diferencias en términos de localidad, en el caso de California ninguna de las dos accesiones de *diversifolia* presentaron floración.

Mientras que en las otras tres localidades se presentaron porcentajes bajos menores al 3%, a excepción de Guachicono donde se encontró que la accesión ILRI 15551 presento un 28% de floración. Probablemente porque debido a las condiciones climáticas adversas se indujo al proceso de floración.

Materia Seca (%). Bajo dos de las localidades los materiales con mayores porcentajes de materia seca, fueron los materiales de *L. diversifolia*, en la localidad de Porvenir fue la segunda después de la *Cratylia*, y finalmente en La Torre fue en la única localidad donde los materiales de *L. diversifolia* no presentaron los valores más bajos.

Producción de forraje en materia seca. Esta es sin duda la variable que resume el desempeño y adaptación de los materiales, de acuerdo a los resultados obtenidos en la ANDEVA y luego con la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$).

Lo anterior permitió observar un comportamiento marcado en términos de producción de biomasa de acuerdo a las condiciones edafoclimaticas, lo anterior porque materiales como *L. diversifolia* se comportaron mejor en aquellas localidades donde el suelo tanto en calidad química como en la humedad fue superior. Contrario a lo que sucedió en las localidades donde la fertilidad y precipitación o humedad del suelo era inferior, donde los mejores materiales fueron *D. velutinum* y *C. argentea*.

CAPITULO 9. Resultados (*Leucaena leucocephala*)

Vigor. Esta variable presento valores sobresalientes para los materiales de *L. leucocephala*, sin embargo su comportamiento difirió dependiendo de las condiciones agroecológicas de cada localidad. Vale la pena resaltar que este material presento el mejor desempeño en las localidades California, Guachicono y La Torre, mientras que en la localidad Porvenir su comportamiento no fue similar al de las otras localidades. A manera general en California presento valores de vigor entre 4.7 y 4.4 para las

accesiones CIAT 17263 y 21888. En Guachicono a su vez presento valores promedio de 4.7 y 4.5 para CIAT 21888 y 17263, respectivamente. Para el caso de la Torre presento valores entre 4.3 y 4.4 para CIAT 17263 y 21888. Y finalmente en Porvenir presento valores entre 4.0 y 4.1, CIAT 17263 y 21888.

Lo anterior permite inferir que las condiciones agroecológicas presentaron una relación directa con el desempeño para este parámetro que a su vez presenta relación directa con el estado general de la planta.

Diámetro. Los resultados obtenidos permiten corroborar la interacción genotipo ambiente que se mencionaba para el vigor, debido a que para esta variable el comportamiento fue muy similar teniendo en cuenta las condiciones de cada localidad. Encontrando los mayores valores que en este caso fueron medidos en centímetros y que de una u otra manera permitió inferir que el crecimiento o desarrollo de esta especie fue mejor en aquellas localidades donde la calidad del suelo fue mejor respecto a otra en la que las condiciones no le fueron tan favorables. Razón por la cual se destacó en las localidades California, Guachicono y La Torre, mientras que en la localidad Porvenir las dos accesiones de *L. leucocephala* fueron inferiores a las obtenidas para otras especies como *D. velutinum*.

Altura. De acuerdo a los resultados obtenidos que se han venido reportando para cada una de las variables es claro que de acuerdo a las condiciones de cada localidad se obtuvieron los mejores desempeños de las especies evaluadas, para esta variable se encontró que en la localidad California tanto las accesiones de *L. leucocephala* como las de *L. diversifolia* presentaron los mayores valores para la variable altura, la cual presenta una relación directa con el desarrollo y adaptación de los materiales a las condiciones agroecológicas. Este comportamiento se repite en las localidades Guachicono, Porvenir y La Torre. Lo cual sin duda corrobora la adaptación de estos genotipos, al presentarse valores superiores a 1 m de altura en el caso de La Torre pero que bajo localidades como California o Guachicono fue superior a los 2 m de altura.

Plagas. Esta variable al igual que las anteriores se convierte en un indicador de la posible adaptación a las condiciones agroecológicas de la región, para el caso de los materiales de *L. leucocephala* se encontró un comportamiento homogéneo bajo las cuatro localidades. Y de acuerdo a la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$) no se

presentaron diferencias estadísticas, las dos accesiones presentaron valores inferiores a 1 siendo este en la escala de evaluación el indicador de presencia de plagas. Lo anterior corrobora lo observado en campo al no encontrarse en las evaluaciones afectaciones que pudieran haberse considerado de importancia económica.

Enfermedades. Esta variable podría tener relación con la anterior o no necesariamente, sin embargo lo encontrado luego de realizar la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$) previo análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas para el caso de enfermedades. Vale la pena resaltar que en localidades como California y Guachicono las evaluaciones realizadas tanto en época seca como de lluvias indicaron valores de 0.

Floración (%MS). Para la variable flor se encontró un bajo porcentaje de floración, lo cual probablemente se deba que al no ser objeto del presente estudio la producción de semilla y debido a los cortes de estandarización realizados con el fin de realizar las evaluaciones de producción así como el tiempo de rebrote definido por la metodología de evaluación probablemente influyeron en la presentación de bajos porcentajes de floración. Sin embargo es probable que si los materiales se establecen con la finalidad de producción de semilla se podrían obtener mejores porcentajes de floración. Sin embargo para el presente estudio la localidad donde se presentaron mayores porcentajes fueron California, Guachicono y Porvenir. Probablemente en este caso la floración pudo deberse a procesos relacionados con estrés hídrico que normalmente ocurren bajo épocas de sequía prolongada.

Materia seca (%). Esta variable aunque presento diferencias entre localidades, en general presento valores promedios entre 24 y 28% para el caso de *L. leucocephala*. Valores que están dentro del rango promedio para este tipo de materiales forrajeros.

Producción de forraje en materia seca. En cuanto a la variable cuantitativa de mayor relevancia el comportamiento de las accesiones al igual que para algunas de las variables antes mencionadas, fue variable de acuerdo a las condiciones agroecológicas de cada localidad. Para el caso de California es de resaltar que los mejores materiales teniendo en cuenta los valores poblacionales promedios obtenidos luego de la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), indican que las accesiones CIAT 17263 y 21888 presentaron rendimientos de forrajes en toneladas de materia seca de 9.9 y 7.7,

respectivamente. Valores que se encuentran dentro del rango de productividad reportado por (Peters et al., 2011) de 7 a 25 t de MS/ha.

El rendimiento fue similar en Guachicono donde se obtuvieron producciones de 8.8 y 6.8 para CIAT 21888 y 17263, respectivamente. Productividades cercanas a las encontradas por (Casanova-Lugo, Petit-Aldana, Solorio-Sánchez, Parsons, & Ramírez-Avilés, 2014) bajo condiciones de suelos ácidos en Veracruz, México. Donde evaluaron 20 accesiones de *Leucaena* entre ellas la accesión CIAT 17263, con la cual se obtuvieron rendimientos de 8.3 t MS/ha/año al llevar la producción promedio por planta en gramos de materia seca al arreglo de banco forrajero con una densidad de 10.000 plantas/ha.

Sin embargo bajo las condiciones de la localidad el Porvenir y La Torre, los rendimientos obtenidos no fueron como los anteriores, en la localidad el Porvenir se alcanzaron 2.1 y 1.9 t MS/ha/año para CIAT 21888 y CIAT 17263, respectivamente. Y en la Torre 4.2 y 2.9 para CIAT 21888 y 17263, respectivamente. Valores inferiores a los reportados por (Peters et al., 2011), pero cercanos a los obtenidos por (Casanova-Lugo et al., 2014) de 3.4 t MS/ha bajo condiciones de trópico seco en la península de Yucatan, México.

CAPITULO 10. Resultados (*Desmodium velutinum*)

Vigor. En el caso de *D. velutinum* el valor más alto para esta variable se obtuvo en la localidad de California con 4.7 seguido por 3.8 que fue el valor promedio que se obtuvo para este material en las otras tres localidades. Lo cual en el caso de California coincide con el vigor observado por (Vivas, 2005) en la estación de CIAT, Quilichao al evaluar la colección de esta especie conformada por 137 accesiones bajo dos épocas contrastantes (sequía y lluvia).

Diámetro. Las dos localidades donde se obtuvieron los mayores valores para esta variable fueron Porvenir y La Torre, con valores promedio de 173.3 y 113.6 cm, respectivamente. Sin embargo en las localidades Guachicono y California se encontraron valores de 142 y 126.1 cm, respectivamente. A pesar de que se encontraron por debajo de otras especies como *Leucaena* estos valores son similares a los encontrados por (Vivas, 2005), bajo condiciones de Quilichao, donde reporta 121 cm como valor promedio de la colección evaluada.

Altura. Los valores encontrados para esta variable se encuentran desde 91.8 cm en la localidad Guachicono hasta 113.6 cm en La Torre. Valores que coinciden con el rango entre 70 y 110 cm reportado por (Vivas, 2005), en el cual también hace referencia a los tres hábitos de crecimiento encontrados para esta especie, y que de acuerdo a lo observado para la accesión CIAT 23981, esta presenta un hábito de crecimiento semirrecto y por ende los valores de altura encontrados.

Plagas y enfermedades. Los valores encontrados de acuerdo a la prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), indican que la incidencia de este tipo de estrés biótico fue baja, considerándose solamente como una presencia. Lo cual coincide con lo reportado por (Vivas, 2005), quien durante la fase de evaluación, aunque se presentó presencia de algunos comedores de hoja especialmente en los periodos de transición de lluvias estas fueron clasificadas como incidencias bajas, no determinantes como factor de selección.

Floración. Teniendo en cuenta la metodología de evaluación empleada, bajo la cual se realizaron cortes de estandarización con una frecuencia de seis semanas, si se tiene en cuenta que de acuerdo con (Vivas, 2005), los días promedio a floración son de 191 difícilmente se lograría obtener porcentaje de floración superiores a los encontrados en las cuatro localidades.

Materia seca (%). Los porcentajes de materia seca encontrados bajo el presente trabajo, permiten inferir que se encuentran dentro de los rangos que se consideran normales o promedio para este tipo de especies. En las cuatro localidades el promedio estuvo entre 25.2 y 29%, correspondiendo el mayor valor a la localidad de Guachicono.

Producción de forraje en materia seca. *D. velutinum* fue el material con mejor desempeño en localidades como la Porvenir y La Torre, donde las condiciones agroecológicas son adversas para el desempeño de otros materiales forrajeros. De acuerdo con los datos obtenidos de la ANDEVA se decidió realizar una prueba de promedios Duncan ($Pr < 0.05$), la cual indicó que el *D. velutinum* CIAT 23981 fue el material con mejores rendimientos de forraje en materia seca para estas dos localidades con rendimientos de 8.9 y 5.8 t MS/ha/año para Porvenir y La Torre, respectivamente. Productividades que dependiendo de las condiciones o la región se encuentran dentro del rango reportado por (Peters et al., 2011) de entre 1.5 y 3 t MS/corte, y de acuerdo con (Vivas, 2005) se pueden obtener hasta 6.4 cortes para *D. velutinum* bajo una

frecuencia de corte de 8 semanas. Sin embargo en las localidades California y Guachicono si bien estuvo por debajo de otros materiales como Leucaena sus rendimientos promedio estuvieron alrededor de 7.5 y 5.5 t MS/ha/año, respectivamente. Al comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con los obtenidos por (Vivas, 2005) en Quilichao, bajo condiciones de suelos ácidos con alta saturación de aluminio donde obtuvo con la producción promedio de forraje en materia seca de las 20 mejores accesiones tanto en máxima como en mínima precipitación un promedio de 14.4 t MS/ha/año y con las 10 mejores 15.8 t MS/ha/año, los rendimientos del presente estudio fueron inferiores. Sin embargo teniendo en cuenta las condiciones edafoclimáticas de la región, que si bien presenta mejores condiciones o calidad de suelo, se presentan épocas prolongadas fuertes.

CAPITULO 11. Resultados (*Cratylia argentea*)

Vigor. La accesión CIAT 18516 de *C. argentea* presento un comportamiento muy homogéneo para la variable vigor, encontrándose en un rango entre 4.1 y 4.6, donde el menor rango correspondió a la localidad de La Torre y el mayor a las Porvenir y Guachicono, lo anterior refleja el grado de adaptación que presenta este material a las condiciones de la zona, probablemente debido a las características que presenta esta especie y al amplio rango de condiciones agroecológicas.

Diámetro. Esta variable presento diferencias entre las cuatro localidades en el caso de California y Guachicono presento valores entre 110.5 y 119.9 cm, respectivamente. Contrario a lo encontrado en Porvenir y La Torre, 68.4 y 67.1 cm respectivamente. Lo cual probablemente se deba a las condiciones edafoclimaticas menos favorables en las dos últimas localidades.

Altura. Al igual que la anterior variable el comportamiento de esta fue similar para las localidades California y Guachicono, 126.7 y 128.3 cm, respectivamente. Y de 117 y 67.1 cm, para la Porvenir y La Torre. Siendo estos valores acordes a los reportados por (Lascano, Carlos., et al) , quien bajo una densidad de siembra de 12.346 plantas por hectárea encontró valores promedio de 123 cm para la variable altura. Dato que coincide con los obtenidos en el presente estudio a excepción del promedio de la localidad La Torre.

Plagas y Enfermedades. Teniendo en cuenta las evaluaciones realizadas y los datos obtenidos a los cuales se les realizó una ANDEVA y una prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), los valores encontrados para estas dos variables permiten inferir que la accesión de *C. argentea* contó con la presencia de plagas y enfermedades, pero que ningún factor biótico afecto de manera significativa el desarrollo y producción de esta.

Flor. Este material no presento floración bajo condiciones de las localidades California y Guachicono, y presentó un bajo porcentaje de floración bajo condiciones de La Torre y Porvenir con 0.2 y 3% de floración. Lo anterior debido probablemente a lo expuesto con las otras especies de leguminosas arbustivas que de acuerdo con su fenología, no logra

el tiempo necesario para llegar a floración por la metodología y fines del presente estudio. Pues según (Lascano, Carlos., et al) , dependiendo de la época y la región donde se establezca pueden pasar hasta 14 meses para llegar a floración.

Materia seca (%). El porcentaje de materia seca de *C. argentea* para las cuatro localidades vario presentándose menores porcentajes en las localidades California y Guachicono, 24.3 y 26%, respectivamente. Y un valor promedio de 29% para el caso de Porvenir y La Torre. Lo cual probablemente estuvo relacionado con las condiciones agroecológicas presentes en cada una de las localidades.

Producción. Para esta variable que finalmente permitió observar el comportamiento de esta especie bajo las condiciones de cuatro localidades contrastantes en condiciones agroecológicas, luego de realizar una ANDEVA y encontrar diferencias estadísticas se procedió a realizar una prueba de promedios de Duncan ($Pr < 0.05$), se encontró que al igual que otras de las especies de leguminosas arbustivas evaluadas en el presente trabajo, la accesión CIAT 18516 presento un mejor desempeño bajo condiciones de California y Guachicono con producciones de forraje en materia seca de 7.3 y 9.8 t MS/ha/año, respectivamente. Productividad superior a la reportada por (Lascano, Carlos., et al) , de 4.86 t MS/ha/año manejando una densidad de 12.346 plantas por hectárea bajo condiciones de Granada, Meta, Colombia. Sin embargo al considerar la productividad obtenida en Porvenir y La Torre para este material, 3.7 y 3.8 t MS/ha/año, respectivamente. Considerando una densidad de siembra de 10.000 plantas por hectárea lo que equivale a un arreglo de banco forrajero. El rendimiento reportado por , bajo condiciones de suelos ácidos con saturación de aluminio es superior al encontrado para estas dos localidades que si bien presentan mejores condiciones de suelo en cuanto a la parte química se presentan sequías prolongadas que hacen necesaria la búsqueda de especies forrajeras avanzadas como el caso de *C. argentea*.

En cuanto a calidad nutricional a continuación se presentan los resultados obtenidos para los materiales evaluados, bajo cada localidad. En el caso particular de la localidad Guachicono se logró obtener para las dos colecciones de gramíneas, análisis bajo dos épocas contrastantes (lluvias y sequía).

En la tabla 3 se indican los valores de calidad nutricional obtenidos para *C. ciliaris* en Guachicono bajo época de lluvias, donde las accesiones 16660 y 18483 presentaron valores de 13,7 y 12,9% de proteína cruda. Siendo superiores a los encontrados para los materiales testigo Cayman y Toledo con 12,5 y 12,3%, respectivamente.

Finalmente en la tabla 5, se presentan los rendimientos en términos de forraje en materia seca por hectárea/año bajo las cuatro localidades donde se realizaron las evaluaciones agronómicas para los materiales de leguminosas arbustivas. Es de resaltar que de acuerdo a las condiciones agroecológicas de cada localidad fue el desempeño de los materiales, por ejemplo en aquellas localidades donde dichas condiciones eran favorables en términos de fertilidad del suelo, materiales como *L. leucocephala* presentaron mejor desempeño. Contrario a lo observado cuando la fertilidad y humedad del suelo eran menores, materiales como *L. diversifolia* y *D. velutinum* fueron los de mayor producción de forraje seguidos por un material como *C. argentea* que se caracteriza por su tolerancia y adaptación a condiciones agroecológicas adversas.

Tabla 5. Producción de forraje en materia seca bajo las cuatro localidades.

CALIFORNIA		PORVENIR		GUACHICONO		LA TORRE	
Accesión	Producción de forraje (ton MS/ha/año)	Accesión	Producción de forraje (ton MS/ha/año)	Accesión	Producción de forraje (ton MS/ha/año)	Accesión	Producción de forraje (ton MS/ha/año)
17263	9.9 a	23981	8.9 a	15551	13.4 a	23981	5.8 a
21888	7.7 ab	18516	3.7 b	18516	9.8 ab	21888	4.2 ab
18516	7.3 ab	15551	2.9 b	21888	8.8 ab	18516	3.8 ab
15551	6.6 ab	21242	2.4 b	23981	7.5 b	21242	3.6 b
23981	5.5 bc	21888	2.1 b	17263	6.8 b	17263	2.9 b
21242	3.1 b	17263	1.9 b	21242	6.7 b	15551	2.2 b

Tabla 6. Calidad nutricional de *C. ciliaris* – localidad Guachicono, época de lluvias.

Accesión	%MS	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
16660	93,04	14,78	64,71	36,21	70,04	13,73
18483	93,00	15,71	62,53	33,74	72,33	12,98
Cayman	92,17	14,16	56,70	26,46	66,79	12,55
Toledo	92,76	11,65	66,81	34,50	65,01	12,38
16609	92,78	16,61	62,11	34,11	74,06	12,21
16617	93,48	16,98	63,02	35,37	68,73	12,19
1098	92,14	15,58	66,13	36,71	74,91	12,13
6647	92,27	17,80	62,49	35,12	69,59	12,04
13299	93,04	14,93	65,74	37,45	69,84	10,76
777	93,59	15,86	67,41	39,06	70,16	10,75
6645	93,02	17,03	62,72	34,74	68,94	10,72
16868	93,23	15,99	64,67	35,88	67,95	10,47
2020	92,68	14,44	66,50	38,26	70,86	10,43
6642	92,28	16,45	65,91	37,56	73,82	10,42
Massai	93,23	12,79	67,26	36,10	62,38	10,36
6652	93,50	15,39	68,12	38,82	64,07	10,02
12825	93,33	13,95	67,84	38,35	69,90	10,01
15687	92,15	15,15	70,49	40,30	69,42	9,79
12464	93,69	15,32	67,28	40,37	61,88	9,52
Cobra	92,72	13,93	60,96	30,83	62,29	9,16

En la tabla 6 y 7, se presentan los resultados obtenidos de *C. ciliaris* en época seca y de lluvias para la localidad de Guachicono. En la cual se observó que los materiales evaluados donde se destaca la accesión 16660 que para la época seca presentó un 12,5% de proteína cruda, siendo superado solamente por *B. brizantha* cv. Toledo con 12,6%. Es importante resaltar la calidad no solo en términos de proteína cruda, debido a que otros parámetros como la digestibilidad in vitro de la materia seca es alta para este tipo de gramíneas tropicales. De igual manera los valores encontrados para FDN y FDA son valores buenos e incluso superiores a los encontrados para los materiales testigo. De igual manera en la época seca se destaca la accesión 16660, siendo superado únicamente por Toledo uno de los materiales testigo. Al comparar las accesiones evaluadas se puede observar que al menos 6 materiales presentaron valores superiores a testigos como Cayman y Cobra que son híbridos de *Brachiaria* y de los cuales se esperarían mayores valores de proteína cruda. Es importante resaltar que a pesar de la

floración precoz que presentan los materiales de *C. ciliaris* se reportan valores de proteína altos. Sin embargo a pesar de que la proteína es uno de los parámetros de relevancia, es importante analizar el comportamiento de las fibras en dichos materiales. Debido a que si bien presentaron valores superiores de proteína respecto a los híbridos, los contenidos de FDA y FDN son superiores a los encontrados para estos materiales que se caracterizan por presentar mayores niveles de calidad nutricional respecto a otros materiales comerciales.

Tabla 7. Calidad nutricional de *C. ciliaris* – localidad Guachicono, época seca.

Accesión	%MS	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
Toledo	91,80	13,15	63,87	34,79	61,32	12,63
16660	91,77	12,94	62,78	37,33	63,37	12,59
15687	92,29	12,99	64,25	37,01	66,57	12,35
16617	92,20	12,27	65,43	35,78	66,34	12,26
1098	92,11	12,84	65,37	37,25	64,88	12,00
16609	91,99	13,24	61,78	35,28	66,87	11,70
18483	91,66	13,25	63,10	36,47	63,71	11,52
Cobra	91,27	14,11	58,55	30,41	61,63	11,43
13299	92,33	13,08	63,27	38,11	62,39	11,14
6642	91,71	14,52	65,10	39,11	62,42	11,13
6647	91,81	15,33	62,19	35,21	63,52	11,09
2020	92,19	12,76	66,68	38,22	63,23	11,00
Cayman	91,67	15,35	56,06	28,67	59,51	10,82
16868	92,42	13,31	66,61	37,96	64,43	10,78
777	91,93	12,98	64,88	37,50	61,68	10,77
12464	92,17	11,57	65,06	37,72	55,44	10,69
12825	92,29	12,90	64,41	35,71	61,14	10,37
6652	92,09	15,47	64,08	36,16	62,70	10,06
6645	92,18	13,19	66,30	39,02	59,06	8,91
Massai	92,50	12,76	70,36	40,76	52,50	8,05

De igual manera en la tabla 8 y 9 se indica el desempeño en términos de proteína cruda de *C. gayana* bajo las dos épocas contrastantes en la localidad Guachicono. Observándose un mejor comportamiento de los materiales testigo específicamente los híbridos bajo la época de lluvias y Toledo junto con dos accesiones de la colección evaluada en la época de sequía. En cuanto a parámetros como FDN y FDA, se observan

diferencias entre las dos épocas presentando menores valores bajo época de lluvias siendo coherente con el comportamiento fisiológico de este tipo de especies tropicales. De igual manera se observan mayores valores de FDN y FDA en las accesiones de *C. gayana* en las dos épocas comparado con los materiales testigo. En cuanto al parámetro de DIVMS también se observa variación entre épocas y entre accesiones de acuerdo a lo observado en el análisis bromatológico.

Tabla 8. Calidad nutricional de *C. gayana* – localidad Guachicono, época lluvia.

Accesión	%MS	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
Cayman	91,26	13,53	55,86	27,66	64,16	13,63
Cobra	91,74	12,98	56,55	30,08	61,25	12,54
15573	91,70	11,49	66,24	36,24	61,01	11,99
13072	91,40	11,78	66,26	36,03	63,48	11,86
13103	92,26	11,66	67,98	36,20	64,17	11,60
6627	91,91	12,09	67,85	35,12	61,82	11,47
18498	92,02	12,30	66,38	36,48	64,03	11,44
15570	92,10	12,24	67,96	35,21	61,23	11,37
10225	91,86	11,62	67,41	36,69	62,16	11,30
10097	91,82	11,85	67,08	35,68	55,35	11,30
13097	91,37	10,81	68,50	35,85	60,93	11,15
6633	92,07	12,11	67,16	35,99	60,05	11,04
1053	91,99	3,26	69,66	37,81	59,90	11,01
13053	91,71	11,90	66,89	36,04	59,69	10,86
981	92,03	10,79	69,57	37,23	58,33	10,53
645	91,70	12,08	67,15	36,71	61,49	10,52
13330	92,11	12,17	67,88	35,83	61,48	10,51
7384	92,13	10,82	68,91	37,37	62,13	10,50
13329	91,90	10,67	69,11	38,33	60,66	10,35
7757	92,07	10,55	68,35	37,85	65,03	10,32
Toledo	91,59	12,25	65,96	35,51	57,67	10,21
13175	92,28	11,63	69,12	36,73	57,86	10,18
6631	92,25	11,36	66,06	36,66	61,78	10,11
Massai	92,21	11,16	69,81	39,36	56,57	9,11

Tabla 9. Calidad nutricional de *C. gayana* – localidad Guachicono, época seca.

Accesión	%MS	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
Toledo	91,19	12,23	63,28	31,93	67,65	13,89
18498	92,39	12,09	67,69	33,91	69,02	12,27
645	92,93	12,40	72,16	36,19	67,95	11,05
Massai	92,53	11,46	68,70	35,51	59,95	10,92
10097	92,20	11,13	73,00	38,25	66,69	10,85
10225	91,88	12,89	69,28	36,08	67,81	10,81
6627	92,09	11,58	74,42	38,48	61,09	10,53
Cobra	91,86	11,82	66,18	36,37	61,41	10,33
13053	92,11	11,04	70,46	36,73	64,00	10,32
15573	93,15	10,78	72,97	37,58	63,12	10,12
15570	92,21	12,08	68,02	34,84	65,38	10,05
13097	93,23	12,10	68,82	34,88	62,96	10,05
13072	91,99	11,39	73,06	37,54	62,91	9,78
13175	92,00	10,73	71,12	36,39	60,42	9,58
Cayman	92,19	14,36	60,39	30,54	63,96	9,45
7757	93,26	10,42	75,83	39,58	65,11	9,36
1053	92,23	10,84	74,74	38,99	61,65	9,30
13103	92,10	12,12	71,06	37,05	62,36	9,00
13330	91,87	11,64	72,16	36,42	68,02	8,92
13329	92,05	11,74	71,96	36,61	64,28	8,91
7384	93,62	11,41	74,52	37,92	57,20	8,24
981	93,06	10,51	73,83	38,45	51,96	7,09
6633	92,67	11,14	73,66	38,23	59,14	6,95
6631	92,21	10,73	75,43	39,86	62,25	6,89

En la tabla 10, se presenta el reporte del análisis bromatológico de las leguminosas arbustivas evaluadas bajo condiciones de Guachicono, observando valores de proteína cruda entre 21 y 25% los cuales se encuentran dentro de los valores promedios reportados para estos materiales, es de resaltar el valor de proteína de las dos accesiones de *L diversifolia* el cual bajo condiciones de Guachicono fue superior a los otros genotipos, pero inferiores en términos de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) respecto a los otros materiales. De igual manera en términos de fibras este material fue superior, lo cual para este tipo de parámetros desde el punto de vista nutricional no es deseable.

Tabla 10. Calidad nutricional de las leguminosas arbustivas – localidad Guachicono.

Material	Accesión	%MS	%MO	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
<i>L. diversifolia</i>	CIAT 21242	92,46	93,66	6,34	57,04	46,24	43,12	25,93
<i>L. diversifolia</i>	CIAT 15551	92,68	93,79	6,21	59,36	44,65	43,72	24,74
<i>L. leucocephala</i>	CIAT 17263	93,57	92,20	7,80	52,74	35,17	55,31	24,42
<i>C. argentea</i>	CIAT 18516	91,92	86,80	13,20	54,70	31,62	61,09	22,45
<i>D. velutinum</i>	CIAT 23981	92,12	87,66	12,34	45,13	25,69	62,21	21,84
<i>L. leucocephala</i>	CIAT 21888	93,13	91,43	8,57	54,71	36,94	49,22	21,56

Tabla 11. Calidad nutricional de *C. ciliaris* – localidad California.

Accesión	%MS	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
16868	92,51	9,67	66,88	37,68	65,57	13,42
Mombasa	92,60	11,57	66,57	35,28	52,99	13,07
18483	92,40	11,41	69,02	38,73	60,42	12,18
Cayman	91,74	10,53	66,30	33,70	59,39	11,55
16617	93,06	10,59	70,55	40,82	56,91	11,26
Toledo	92,18	8,58	69,15	35,36	59,37	10,89
6642	92,83	10,90	68,51	39,98	59,60	10,88
777	93,07	11,39	68,57	39,92	53,76	10,40
12464	92,61	11,94	70,67	39,90	55,82	10,37
6652	93,13	14,74	67,38	38,66	59,02	10,27
15687	92,98	9,99	69,56	41,17	56,52	10,13
2020	93,01	10,14	71,39	41,72	55,14	9,91
6647	92,82	12,99	66,68	38,76	57,15	9,90
1098	93,14	10,40	70,73	39,93	58,77	9,74
6645	92,90	12,08	65,79	37,75	52,94	9,69
16660	93,42	10,69	70,32	41,09	59,50	9,56
16609	93,11	10,24	70,54	40,08	57,92	9,35
Massai	93,05	7,56	73,58	42,73	54,17	8,92
13229	92,65	11,61	70,19	40,34	59,82	8,25
12825	93,09	12,31	70,68	41,46	53,20	7,68

Tabla 12. Calidad nutricional de *C. gayana* – localidad California.

Accesión	%MS	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
Cayman	91,12	12,22	58,38	31,86	61,96	13,21
Mombasa	92,11	10,33	69,32	40,79	53,55	10,76
7384	92,14	8,59	72,22	41,12	58,01	10,30
981	92,09	7,96	73,95	42,83	51,82	9,42
10097	92,68	7,47	73,31	43,29	47,73	8,84
6631	92,57	7,82	71,68	41,69	53,80	8,60
645	92,13	8,71	70,21	39,92	56,37	8,47
6627	92,21	7,27	75,19	39,35	52,71	8,32
18498	92,36	7,00	72,42	42,63	55,61	8,31
7757	92,71	7,77	72,85	40,39	50,47	8,29
13103	92,58	6,59	73,57	40,28	56,48	8,23
13329	92,42	7,39	72,71	43,08	52,82	8,21
Toledo	92,49	8,90	69,12	37,41	55,19	8,08
13072	93,11	6,91	75,38	42,41	49,05	8,04
10225	92,26	8,96	71,05	41,17	52,76	8,01
13175	93,11	7,73	72,37	41,15	50,34	7,85
13330	92,40	7,53	74,66	42,24	49,16	7,78
1053	92,62	7,42	73,38	43,79	51,15	7,47
13097	93,12	7,19	74,33	42,17	49,40	7,46
15573	92,45	8,25	71,90	40,67	52,44	7,01
6633	92,39	8,04	71,31	41,06	48,60	6,97
15570	92,30	7,54	74,34	43,44	48,01	6,79
Massai	92,61	9,03	75,37	47,20	48,59	6,56
13053	92,39	6,39	75,65	42,33	47,66	6,13

En cuanto a la localidad California los resultados del análisis bromatológico se indican en las tablas 11 y 12. Al igual que los materiales de *C. gayana* la colección de *C. ciliaris*, presento valores superiores o similares a los cultivares comerciales seleccionados como testigo para el parámetro de proteína cruda, de igual manera en términos de fibras estos materiales indicaron mayores valores de fibra detergente neutra y ácida.

Tabla 13. Calidad nutricional de las leguminosas arbustivas – localidad Guachicono.

Material	Accesión	%MS	% MO	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
<i>L. leucocephala</i>	CIAT 21888	93,47	90,18	9,82	48,82	27,87	74,24	30,92
<i>L. leucocephala</i>	CIAT 17263	93,41	90,92	9,08	48,00	32,33	72,18	30,83
<i>L. diversifolia</i>	ILRI 15551	92,85	91,78	8,22	51,61	34,54	69,05	29,56
<i>L. diversifolia</i>	CIAT 21242	92,91	91,11	8,89	47,15	35,87	64,58	28,36
<i>D. velutinum</i>	CIAT 23981	93,22	89,41	10,59	50,49	29,1	67,02	25,24
<i>C. argentea</i>	CIAT 18516	93,44	85,93	14,07	53,16	30,05	65,23	23,88

De igual manera en la tabla 13, se indican los valores de calidad nutricional para las leguminosas arbustivas evaluadas bajo condiciones de California, donde al igual que en la otras cuatro localidades se destacan los materiales de *Leucaena*, con la diferencia que bajo estas condiciones en los demás parámetros como FDN, FDA y DIVMS también fueron las mejor calidad.

Tabla 14. Calidad nutricional de las leguminosas arbustivas – localidad El Porvenir.

Material	Accesión	%MS	%MO	%Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
<i>L. diversifolia</i>	ILRI 15551	93,3	92,7	7,2	51,3	39,3	56,0	27,9
<i>L. leucocephala</i>	CIAT 21888	92,7	92,3	7,6	52,4	36,5	61,4	27,7
<i>L. leucocephala</i>	CIAT 17263	93,1	92,6	7,3	52,9	29,7	67,3	26,5
<i>L. diversifolia</i>	CIAT 21242	92,2	94,1	5,8	57,3	45,5	42,3	25,3
<i>D. velutinum</i>	CIAT 23981	93,3	90,0	9,9	49,8	29,1	65,6	22,3
<i>C. argentea</i>	CIAT 18516	92,8	87,5	12,4	52,5	29,8	58,8	18,2

En las tablas 14 y 15 se presenta el reporte del análisis bromatológico realizado a las seis accesiones de leguminosas arbustivas evaluadas bajo las localidades Porvenir y La Torre. En la cuales al igual que Guachicono y California se destacan las accesiones de *Leucaena* particularmente en el parámetro de proteína cruda, sin embargo en parámetros como fibras y digestibilidad materiales como *D. velutinum* y *C. argentea* presentan valores que de acuerdo a estos parámetros pueden presentar mejores desempeños en términos de nutrición animal.

Tabla 15. Calidad nutricional de las leguminosas arbustivas – localidad La Torre.

Material	Accesión	%MS	%MO	% Cenizas	%FDN	%FDA	%DIVMS	%PC
<i>L. diversifolia</i>	ILRI 15551	91,8	89,6	10,3	44,5	24,3	72,0	26,6
<i>C. argentea</i>	CIAT 18516	91,9	90,5	9,4	49,4	31,6	66,7	26,6
<i>L. leucocephala</i>	CIAT 17263	92,2	92,5	7,4	50,8	28,3	60,1	26,4
<i>L. leucocephala</i>	CIAT 21888	91,5	93,5	6,5	52,9	34,3	51,8	25,1
<i>D. velutinum</i>	CIAT 23981	92,4	90,8	9,1	52,5	32,0	61,8	21,9
<i>L. diversifolia</i>	CIAT 21242	92,5	87,1	12,8	50,5	31,3	61,6	19,8

MS: Materia seca

MO: Materia orgánica

FDN: Fibra en detergente neutro

FDA: Fibra en detergente ácido

DIVMS: Digestibilidad in vitro de la materia seca

PC: Proteína cruda

Conclusiones

1. Los materiales evaluados tanto gramíneas como leguminosas arbustivas presentan potencial para ser considerados una opción forrajera que permita afrontar las épocas o condiciones agroecológicas adversas que se presentan en regiones de clima cálido y particularmente en el enclave sub-xerofítico del valle de Patía.
2. De las dos colecciones de gramíneas evaluadas, en el caso de *Chloris gayana* las mejores accesiones teniendo en cuenta la interacción genotipo ambiente y las épocas contrastantes fueron 13330, 10097, 10225, 1053, 6633 y 6631. Y en el caso de *Cenchrus ciliaris* 6642, 15687, 16868, 18483, 13299 y 16609.
3. El desempeño agronómico de las leguminosas arbustivas presento una fuerte influencia de las condiciones agroecológicas particulares de cada localidad, lo cual permitió encontrar los materiales adecuados para cada nicho o condición particular, de tal manera que donde se tuvieron suelos un poco más fértiles sobresalió *Leucaena* y donde la calidad u oferta edafoclimática no era tan favorable sobresalieron *Desmodium velutinum* CIAT 23981 y *Cratylia argentea* CIAT 18516.
4. Los resultados de calidad nutricional fueron buenos si se tiene en cuenta que los materiales naturalizados presentes en la zona presentan contenidos nutricionales inferiores a los reportados en el presente estudio, además de validar que a pesar de que los materiales de *C. ciliaris* y *C. gayana* presentaban una floración precoz que posiblemente hacía suponer disminuciones de valores nutricionales, no fue así se corrobora que la calidad nutricional no decaía con esa floración precoz.

Recomendaciones

1. Es necesario avanzar con el proceso de investigación bajo condiciones de pastoreo, con el fin de observar el efecto de estos materiales sobre la productividad animal, si bien se cuenta con información que puede ser referente, tal y como se observó en la presente investigación, el desempeño de los materiales varía de acuerdo a las condiciones agroecológicas y particularmente a las condiciones de trópico.
2. Podría ser clave para continuar con las etapas de investigación la genotipificación mediante técnicas moleculares de los materiales seleccionados con el fin de establecer si son diploides o tetraploides y con esto ajustar aún más tanto su uso como nicho específico de establecimiento.
3. Al pensar en incorporar estos materiales a los sistemas ganaderos es clave su evaluación de tolerancia a sombra, especialmente si se piensan trabajar bajo los arreglos silvopastoriles que se están promoviendo y manejando en la región.
4. En cuanto a la parte de calidad de semilla, sería importante realizar un trabajo específico que permita conocer el comportamiento en cuanto a producción y todo lo relacionado con la poscosecha y calidad de esta.

Bibliografía

- Al-Dakheel, A. J., Iftikhar Hussain, M., & Abdul Rahman, A. Q. M. (2015). Impact of irrigation water salinity on agronomical and quality attributes of *Cenchrus ciliaris* L. accessions. *Agricultural Water Management*, 159, 148–154.
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.06.014>
- Alcaldía Municipal de Patía Cauca. (2012). Plan de Desarrollo Municipal de Patía Cauca 2012 – 2015, 156. Retrieved from
<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos PDF/patia-pd-2012-2015.pdf>
- Arango J; Gutiérrez JF; Mazabel J; Pardo P; Enciso K; Burkart S; Sotelo M; Hincapié B; Molina I; Herrera Y; Serrano G. (2016). *Estrategias Tecnológicas para Mejorar la Productividad y Competitividad de la Actividad Ganadera: Herramientas para Enfrentar el Cambio Climático. CIAT No. 414.*
- Argel, P. J., Maass, B., Evans, D. O., & Szott, L. T. (1994). No Title. *In Workshop on Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils 3-8 Jul 1994 Turrialba (Costa Rica).*
- Asare, E. O., Shenu, Y., & Agishi, E. A. (1984). Preliminary studies on indigenous species for dry season grazing in the northern Guinea savanna zone of Nigeria. *Tropical Grasslands*.
- Boonman, G. (1993). *East Africa's grasses and fodders: Their ecology and husbandry.*
- Carrillo, S., & Galindez, J. G. (2014). *EVALUACIÓN EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS CON ASOCIACIONES FORRAJERAS PARA SISTEMAS DE PASTOREO EN EL VALLE DEL PATÍA.* Cauca.
- Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J., Solorio-Sánchez, F. J., Parsons, D., & Ramírez-Avilés, L. (2014). Forage yield and quality of *Leucaena leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in mixed and pure fodder banks systems in Yucatan, Mexico. *Agroforestry Systems*, 88(1), 29–39. <https://doi.org/10.1007/s10457-013-9652-7>
- CENSO-BOVINO-2017. (2017).
- CRC. (2006). Caracterización Biofísica Patía, 118. Retrieved from
<http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/patia/CARACTERIZACION BIOFISICA PATIA.pdf>

- DANE. (2015). *Resultados del 3er Censo Nacional Agropecuario*.
- Delgado, C. Rosegrant, M. Steinfeld, H. Ehui, S. and Courbois, C. (1999). *Chloris gayana*. Retrieved from <http://www.tropicalforages.info/key/forages/Media/Html/entities/Overview.htm>
- Dzowela, B. H., Kumwenda, M. S. L., Msiska, H. D. C., Hodges, E. M., & Gray, R. C. (1990). Seasonal trends in forage dry matter production of some improved pastures and animal performance in relation to chemical composition in Malawi. *Animal Feed Science and Technology*, 28(3–4), 255–266. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(90\)90157-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(90)90157-4)
- 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. (2013).
- FAO. (2006). Livestock a major threat to environment. *Fao*, 29(November), 1–3. Retrieved from <http://www.fao.org/newsroom/en/News/2006/1000448/index.html>
- FEDEGAN. (2014). *Plan de desarrollo ganaderos 2014-2019*.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). *Tackling Climate through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*. Rome.
- Haffar, I., & Alhadrami, G. (1997). Effect of various bale treatments on physical quality and chemical composition of Rhodes grass (*Chloris gayana*) hay. *Grass and Forage Science*, 52(2), 199–206. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1997.tb02350.x>
- Hash, H. O. I., & Mil, R. R. L. (2000). H Y L O D E S M U M , A N E W N A M E F O R P O D O C A R P I U M (L E G U M I N O S A E), 57(2), 171–188.
- Jaramillo., L. (1997). Caracterización de cinco (5) especies arbóreas forrajeras con potencial de uso en zonas de ladera del Valle del Cauca., 42–77.
- Lascano Carlos, Rincón Alvaro, Plazas Camilo, Avila Patricia, Bueno Guillermo, A. P. (2002). *Cultivar Veranera* (Alberto Ra). Villavicencio. Retrieved from http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/cratyllia_argentea_cv_veranera.pdf
- Marshall, V. M., Lewis, M. M., & Ostendorf, B. (2012). Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *Journal of Arid Environments*, 78, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.005>

- Martinez, C. (2014). No Title, 87.
- Mimosoideae, F. (2009). *Leucaena diversifolia* Leucaena diversifolia Benth., 0, 1–6.
- Peters, M., Franco, L. H., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2011). Especies forrajeras Multipropósito: Opciones para productores del trópico Americano. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, 212. Retrieved from [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Books/Especies Forrajas MultipropositoTropico Americano.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Books/Especies_Forrajas_MultipropositoTropico_Americano.pdf)
- Pilar, M. (2013). Facultad de Ciencias Agrarias Ingeniería en Producción Agropecuaria “Evaluación de la producción de biomasa de dos cultivares de.
- Quero Carrillo, A. R. (2013). *Gramíneas Introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos*. (A. R. Quero Carrillo, Ed.) (1a Edición). Montecillo, Texcoco.
- Quesenberry, K. H., Sollenberger, L. E., & Newman, Y. C. (2004). Published 2004 24, (45), 809–832.
- RAO, I., PETERS, M., CASTRO, A., SCHULTZE-KRAFT, R., WHITE, D., FISHER, M., ... RUDEL, T. (2015). LivestockPlus - The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 3(2), 59. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(3\)59-82](https://doi.org/10.17138/TGFT(3)59-82)
- Schultze-Kraft, R., Peters, M., Vivas, N., Parra, F., & Franco, L. H. (2005). Desmodium velutinum : A high-quality shrub legume for acid soils in the tropics. *Tropical Grasslands (Australia)*, 39(4):231. Retrieved from [http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical Grasslands Journal archive/PDFs/Vol_39_2005/Vol_39_04_2005_pp231_231.pdf](http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical_Grasslands_Journal_archive/PDFs/Vol_39_2005/Vol_39_04_2005_pp231_231.pdf)
- Science, A. (2010). هايگ يعترم (Cenchrus ciliaris) كوشوپ (رد لحارم فلتخم ندر رد ناتسا رهشوب 4, 9(September), 1732–1734. هبيعت بيكرت بياميش
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2012). Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi, 1(514), 1–2.
- Segura, D. Y., & Legarda, J. D. (2011). *RESPUESTA AGRONOMICA DE OCHO VARIETADES DE GRAMINEAS EN TRES AMBIENTES DEL TROPICO BAJO PATIA - CAUCA*.

- Shu, shan ma huang, Huang Puhua, Hiroyoshi, O. (2010). 121. DESMODIUM Desvaux, J. Bot. Agric. 1: 122. 1813, nom. cons., 268–278.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De Haan, C. (2006). Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. *FAO, Rome, Italy*, 1–377. <https://doi.org/10.1007/s10666-008-9149-3>
- Thornton, P. K., Ericksen, P. J., Herrero, M., & Challinor, A. J. (2014). Climate variability and vulnerability to climate change: A review. *Global Change Biology*, 20(11), 3313–3328. <https://doi.org/10.1111/gcb.12581>
- Toledo, J. M. (1982). *Manual para la evaluacion Agronomica RIEPT. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)* (José M. To). Cali, Colombia.
- Tropicalforages.info. (1999). *Chloris gayana*;
- Valle, J. L., Palma, J. M., & Sangines, G. L. (n.d.). Biomasa y composición nutricional de la asociación *Gliricidia sepium* *Cenchrus ciliaris* - *Gliricidia sepium* al establecimiento. *Avances En Investigación Agropecuaria*, (Cc), 1–7.
- Vivas, N. (2005). Evaluación agronómica de 137 accesiones de, 88. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/6583/1/nelsojosevivasquila.2005.pdf>