CARACTERIZACIÓN MORFOFENOLÓGICA DE UNA COLECCIÓN DE *Megathyrsus maximus* EN EL VALLE DEL PATIA – CAUCA

JHON JAMES BORJA TINTINAGO

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

CARACTERIZACIÓN MORFOFENOLÓGICA UNA COLECCIÓN DE *Megathyrsus maximus* EN EL VALLE DEL PATIA – CAUCA

JHON JAMES BORJA TINTINAGO

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

Directores
cPh. D JULIANA ISABEL CARVAJAL TAPIA
Ph. D. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA

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

Nota de aceptación

Los directores y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

cPh. D. JULIANA ISABEL CARVAJAL TAPIA
Director

Ph. D. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA
Director

cM. Sc. PAOLA ANDREA LONDOÑO
Presidente del Jurado

M. Sc. CARLOS MARTÍNEZ
Jurado

Popayán, 5 de junio del 2019

DEDICATORIA

A mi esposa Claudia Valdés, una mujer de entereza y temple que, mediante su voz de aliento, orientó mis pasos en los momentos más difíciles de mi vida personal y académica. Gracias por ese enorme esfuerzo y sacrificio.

A mi hijo, fuente de inspiración, quien apostó en cada momento importante de su vida, un espacio de tiempo para poder dar lo mejor de mí, en búsqueda de alcanzar este enorme sueño.

En memoria de mi madre de crianza Rosa María Albán Chávez y Carmen Elizabeth Tintinago Albán quienes, gracias a su sacrificio, entereza, entrega y buena crianza, lograron formar una persona llena de amor por el campo. A pesar su ausencia en este especial momento, las llevo en mi pensamiento como ejemplo y modelo de vida. “Que en paz descansen”.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia Borja Valdés por su inversión en tiempo y apoyo incondicional durante mi formación académica.

A la Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme las herramientas que serán los pilares en mi vida profesional y desde luego, en mi vida personal.

Al Grupo de Investigación de Nutrición Agropecuaria de la Universidad del Cauca, por suministrar los recursos técnicos y financieros para la ejecución del proyecto, y convertirse en compañeros amigos con el pasar del tiempo.

A mis directores cPh. D. Juliana Isabel Carvajal Tapia, Ph. D. Nelson Vivas, por su incondicional poyo, orientación y paciencia en el proceso de investigación de mi trabajo.

A cada uno de los docentes que hicieron parte de la orientación académica necesaria para la vida profesional y personal, bajo principios de calidad humana e integral.

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN 15

1. MARCO REFERENCIAL 16

1.1 LOCALIZACIÓN 16

1.2 MARCO TEÓRICO 17

1.2.1 Características de *Megathyrsus maximus* 17

1.2.1.1 Agronómicas 17

1.2.1.2 Plagas y enfermedades 18

1.2.1.3 Valor nutricional y producción animal 18

1.2.1.4 Usos 19

1.2.1.5 Métodos de propagación 19

1.2.2 Morfología de *Megathyrsus maximus* 19

1.2.3 Fenología de *Megathyrsus maximus* 20

1.3 MARCO HISTÓRICO 21

1.3.1 Antecedentes internacionales 21

1.3.2 Antecedentes nacionales 22

1.3.3 Antecedentes regionales 22

2. METODOLOGÍA 24

2.1 ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO 25

2.2 EVALUACIÓN MORFOFENOLÓGICA DE LAS ACCESIONES 26

2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 26

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28

pág.

3.1 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL VALLE GEOGRÁFICO DEL PATÍA 28

3.2 ANÁLISIS DE VARIABLES ESTUDIADAS 29

3.2.1 Análisis de estadística descriptiva 30

3.2.1.1 Máxima precipitación 31

3.2.1.2 Mínima precipitación 37

3.2.2 Análisis multivariado 43

3.2.2.1 Coeficientes de correlación de Pearson 43

3.2.2.2 Análisis de conglomerados en maxima precipitación 44

3.2.2.3 Análisis cluster en mínima precipitación 48

3.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS 50

4. CONCLUSIONES 56

5. RECOMENDACIONES 58

BIBLIOGRAFÍA 59

ANEXOS 63

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Ubicación del predio en el municipio del Patía 16

Figura 2. Diseño espacial del arreglo para evaluaciones morfofenólogicas 24

Figura 3. Precipitación y temperatura el Valle geográfico del Patía en 2017 28

Figura 4. Histograma de frecuencias de vigor en época de máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía 31

Figura 5. Histograma de frecuencias de altura en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía 32

Figura 6. Histograma de frecuencias del ancho de hoja en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía 32

Figura 7. Histograma de frecuencias de largo de hoja en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía 33

Figura 8. Histograma de frecuencias del área transversal del tallo en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía 34

Figura 9. Relación hoja tallo en época máxima precipitación en el valle geográfico del Patía 34

Figura 10. Histograma de frecuencias de relación hoja tallo en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía 35

Figura 11. Porcentaje de floración, según lo días de evaluación en época de máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía 36

Figura 12. Clasificación de la floración en época de máxima precipitación, según días de evaluación y porcentaje de floración en el Valle geográfico del Patía 36

Figura 13. Histograma de frecuencias de vigor en la época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía 37

Figura 14. Histograma de frecuencias de altura en época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía 38

Figura 15. Histograma de frecuencias del ancho de hoja en época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía 38

Figura 16. Histograma de frecuencias del largo de hoja en época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía 39

pág.

Figura 17. Histograma de frecuencias área transversal del tallo en época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía 40

Figura 18. Proporciones de accesiones con tallo para la variable relación tallo:hoja (H:T) de la colección de *M. maximus* en el valle geográfico del Patía en época de mínima precipitación 40

Figura 19. Histograma de frecuencias de relación hoja tallo en época de mínima precipitación 41

Figura 20. Porcentaje de floración, según lo días de evaluación en época de mínima precipitación 41

Figura 21. Clasificación de la floración en época de mínima precipitación, según días de evaluación y porcentaje de floración en el Valle geográfico del Patía 42

Figura 22. Dendrograma de agrupamiento jerárquico morfofenológica *M. maximus* durante época de máxima precipitación en el Valle del Patía - Colombia 46

Figura 23. Clasificación de hojas, según promedios de largo y ancho de la hoja en la época de máxima precipitación 47

Figura 24. Clasificación de hojas, según promedios de largo y ancho de la hoja en la época de máxima precipitación 49

Figura 25. Dendrograma de agrupamiento jerárquico morfofenológica *M. maximus* durante época de mínima precipitación en el Valle del Patía - Colombia 51

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Composición nutricional *M. maximus* 18

Tabla 2. Criterio para la clasificación de la floración 26

Tabla 3. Condiciones edafoclimáticas en el Valle geográfico del Patía 28

Tabla 4. Análisis de suelos finca El Porvenir 2015 29

Tabla 5. Variables morfofenológicas evaluadas de la colección *M. maximus* en máxima y mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía 30

Tabla 6. Variables fenológicas evaluadas de la colección *M. maximus* en máxima y mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía 30

Tabla 7. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre las características morfológicas de *M. maximus* en época de máxima y mínima precipitación 43

Tabla 8. Autovalores de la matriz de correlación en ambas épocas 44

Tabla 9. Promedio de variables en los clústeres en el Valle geográfico del Patía en máxima precipitación 45

Tabla 10. Clasificación de accesiones en los clusters en la época de máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía 45

Tabla 11. Agrupación de accesiones según correlación del promedio entre ancho y largo de la hoja 47

Tabla 12. Promedio de variables, según clúster durante la evaluación en el Valle geográfico del Patía en máxima precipitación 48

Tabla 13. Clasificación de accesiones en los clusters en la época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía 49

Tabla 14. Agrupación de accesiones según correlación del promedio entre ancho y largo de la hoja 50

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Pasaporte de material vegetal 63

Anexo B. Formato evaluación relación hoja tallo 65

Anexo C. Formato evaluación morfofenológica *Megathyrsus maximus* 66

Anexo D. Promedios estadísticos obtenidos en máxima y mínima precipitación 67

Anexo E. Autovectores en ambas épocas 73

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el comportamiento morfofenológico de 132 accesiones de *M. maximus* en el Valle Geográfico Del Patía y realizar una caracterización, según resultados, mediante las variables: porcentaje de floración, vigor, altura, largo y ancho de la hoja, diámetro del tallo y relación hoja tallo (H:T) (épocas de máxima y mínima precipitación). Se aplicó estadística descriptiva y el análisis de componente principales (ACP). Las variables con mayor coeficiente de variación fueron el diámetro del tallo (72,11 y 68,48) y relación H:T (155,06 y 172,56) en máxima y mínima precipitación. En ACP, los dos primeros componentes explicaron el 55,50% y 60,01% de la variación total observada para máxima y mínima precipitación, respectivamente. En máxima precipitación el componente principal (CP) 1 explicó el 35,05% de la variación, donde la altura, ancho de hoja y área trasversal del tallo fueron las variables las importantes; el CP 2 explicó el 20,46% de la variación; donde relación H:T fue la variable más importante. En mínima precipitación el componente principal 1 explicó el 43,83% de la variación; donde el vigor, altura, ancho y largo de hoja y área trasversal del tallo fueron las variables mas importantes; el componente principal 2 explicó el 18,18% de la variación; donde relación H:T fue la variable más importante. En las dos épocas, se encontraron 5 clusters agrupados, debido a la alta variación en el área trasversal del tallo y relación H:T, lo que sugiere una probable diversidad génica e influenciada por el ambiente. Todas las variables morfológicas en máxima precipitación obtuvieron una mejor respuesta, debido a un ambiente favorable. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de evaluar las interacciones génicas de las accesiones con mejor comportamiento mediante un programa de mejoramiento genético.

Palabras clave: *M. maximus*, Morfofenología, Variación, Clúster, Diversidad génica, Componente principal.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the morphophenology behavior of 132 accessions of *M. maximus* in the Patía Geographical Valley and perform a characterization, according to results, by the following variables: percentage of flowering, vigor, height, length and width of the leaf, diameter of the stalk and leaf:stalk ratio (H:T) (times of maximum and minimum precipitation). Descriptive statistic and principal component analysis (PCA) were applied. The variables with the highest coefficient of variation were stalk diameter (72,11 and 68,48) and H: T ratio (155,06 and 172,56) in maximum and minimum precipitation. In PCA, the first two components explained 55,50% and 60,01% of the total variation observed in maximum and minimum precipitation, respectively. In maximum precipitation the main component (MC) 1 explained 35,05% of the variation, where the height, leaf width and transverse area of the stalk were the most important variables; MC 2 explained 20,46% of the variation; where H: T ratio was the most important variable. In minimal precipitation the MC 1 explained the 43,83% of the variation; where the vigor, height, width and length of the leaf and transverse area of the stalk were the important variables; the MC 2 explained 18,18% of the variation; where H: T ratio was the most important variable. In both time, 5 clusters were found grouped, due to the high variation in the transverse area of the stalk and H: T ratio, which suggests a probable genetic diversity and influenced by the environment. In both time, 5 clusters were found grouped, due to the high variation in the transverse area of the stalk and H: T ratio, which suggests a probable genetic diversity and influenced by the environment. All the morphological variables in maximum precipitation obtained a better response, due to a favorable environment. These results raise the importance of evaluating the gene interactions of accessions with better behavior through a breeding program.

Keywords: Morphophenology, Variation, Cluster, Gene diversity, Main component.

GLOSARIO

ÁREA DE COBERTURA: zona del suelo provista de material vegetal que impide la incidencia directa del sol o la lluvia.

APOMÍCTICA FACULTATIVA: proceso natural de reproducción mediante el cual se obtienen semillas por apomixis o fecundación.

ARVENSES: material vegetal no deseado dentro de una plantación, por causar competencia media o baja por luz y nutrientes ante un cultivo principal.

BIOMASA: cantidad de materia vegetal en peso de hojas y tallo que produce una gramínea.

CREPITOSA: gramíneas de rizomas cortos y poblados.

CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS: características propias de una región o área en particular referente al comportamiento del clima y el suelo.

FENOLOGÍA: ciencia que estudia la influencia del clima en los fenómenos biológicos de ritmo periódico, como el florecimiento.

FITÓMEROS: unidad caulinar formada por el nudo, su yema y el correspondiente entrenudo.

GANADERÍA EXTENSIVA: sistema de producción bovino en el que se hace uso del recurso natural forrajero sin ningún tipo de rotación.

Inhibición biológica de la nitrificación: inhibición del proceso natural de nitrificación por la acción biológica de algunas gramíneas mediante exudados en la rizosfera.

MEGATÉRMICA: gramínea adaptada a condiciones de altas temperaturas.

MORFOFENOLOGÍA: ciencia que estudia la forma de las plantas y el comportamiento de la floración, efecto del tiempo y las condiciones ambientales.

MORFOLOGÍA: ciencia que estudia la forma de las plantas causadas por el efecto del tiempo.

RIZOSFERA: área o zona de interacción entre la planta por medio de sus raíces y los microorganismos en el suelo que interactúan simbióticamente.

SECUESTRO DE CARBONO: proceso natural en el que una gramínea fija moléculas de carbono mediante rutas metabólicas desde la atmosfera hacia horizontes profundos de suelo por medio de raíces (exudados y restos vegetales).

VARIABILIDAD GENÉTICA: diversidad de genes o su interacción en una población o especie.

INTRODUCCIÓN

La ganadería extensiva bovina se caracteriza por tener una baja productividad, generar un efecto ambiental negativo y ejercer cambios en el uso del suelo en áreas de protección hacia el uso agrícola y/o pastoreo, conservando gramíneas nativas y/o naturalizadas de baja producción y bajo perfil nutricional, situaciones que se agudizan por el actual cambio climático (Carmona *et al.,* 2005; Garzón, 2011).

Sin embargo, existen alternativas que pueden mejorar la rentabilidad y sostenibilidad ambiental de las empresas ganaderas, mediante el establecimiento de forrajes adaptados a las condiciones edafoclimáticas de una región, con tolerancia a épocas prolongadas de baja precipitación y que a su vez, contribuyan a reducir el impacto negativo ambiental, por medio de la Inhibición biológica de la nitrificación, secuestro de carbono, eficiencia en la respuesta de la fertilización, asociación con otras especies vegetales forrajeras, entre otras (Carmona *et al*., 2005).

Las altas temperaturas y escases en las precipitaciones en periodos influenciados por el fenómeno del niño, afecta la composición nutricional y la producción de biomasa en las praderas que, a su vez, repercuten sobre la productividad de los modelos ganaderos (Díaz *et al*., 2006). Por lo tanto, es necesario identificar gramíneas con potencial de producción que se adapten y/o toleren dichas circunstancias, propias del Valle geográfico del Patía (Posada, 2007).

Dado que el forraje constituye el alimento más económico en un modelo de producción bovina para ceba o leche (Morales, *et al*., 2016), es necesario desarrollar investigaciones con especies o cultivares forrajeros promisorios con potencial agronómico, nutricional y ambiental como lo es *Megathyrsus maximus*, material megatérmico por excelencia (Kunst *et al*., 2007), alto rendimiento en biomasa y adecuado perfil nutricional (Belalcázar *et al*., 1994; Morales *et al*., 2016; Vivas *et al*., 2005). Teniendo en cuenta su respuesta favorable ante ambientes adversos, se evaluó el comportamiento morfofenológico de una colección de *M. maximus* en el Valle geográfico del Patía, como alternativa forrajera para una ganadería competitiva y ecoeficiente (Morales *et al*., 2016).

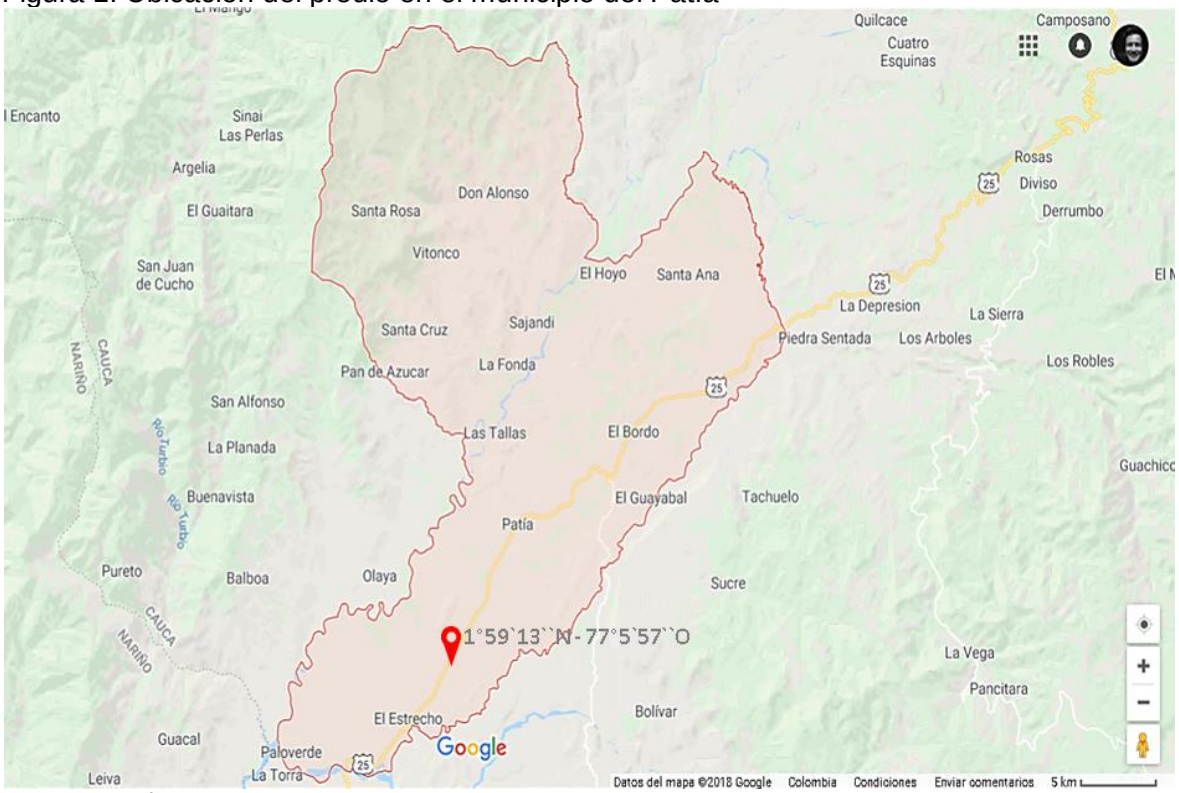
1. MARCO REFERENCIAL

El presente trabajo, fue desarrollado en el marco 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 con recursos del Sistema General de Regalías, ejecutado por la Gobernación del Cauca y operado por la Universidad del Cauca. Hace parte de la Tesis Doctoral “Evaluación agronómica, nutricional y ambiental de 132 accesiones de *Megathyrsus maximus* para selección en el Valle del Patía, Cauca, Colombia”.

1.1 LOCALIZACIÓN

La fase de campo y levantamiento de información, se llevó a cabo en la unidad productiva El Porvenir, propiedad del señor Eduardo Velazco, localizada en el Municipio del Patía, corregimiento El Estrecho, vereda El Cabuyo, geo referenciada bajo las coordenadas norte 1º 59’ 13’’ y oeste 77º 5’ 57’’ (Figura 1), con altura aproximada de 625 msnm, ubicado al suroccidente de Colombia, departamento del Cauca, al sur del departamento, temperatura promedio de 28 y 27,7 ˚C en época de mínima y máxima precipitación respectivamente, y un volumen promedio de 1414 mm de precipitación.

Figura 1. Ubicación del predio en el municipio del Patía



Fuente: Google Maps, 2018.

1.2 MARCO TEÓRICO

Los estudios de morfofenología, están orientados a la identificación de materiales con características de adaptación edafoclimática donde se realiza el estudio (Belalcázar *et al*., 1994), evento que plantea la siguiente investigación. El presente documento constituye una herramienta para la identificación de material vegetal con interés zootécnico y agronómico influenciado por las épocas de máxima y mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía y su posible influencia sobre el rendimiento y calidad nutricional de los forrajes, parámetros productivos y reproductivos de la ganadería afectando considerablemente la rentabilidad y eficiencia de unidades productivas locales (Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2006).

Los efectos de la descertificación son evidentes sobre: las praderas, cuando alcanzan el punto de marchitez permanente durante la época de mínima precipitación y sobre los suelos mediante una alta radiación solar que causa perdida de humedad y aumento de temperatura debido a la pérdida de aboles nativos (Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2006). Estas circunstancias obligarían a los productores ganaderos a establecer modelos de producción ecoeficientes, por lo que, *M. maximus* por sus características morfofenólogicas y posible variabilidad genética, es gramínea adaptable y de adecuados rendimientos (Vallejos, 1988).

1.2.1 Características de *Megathyrsus maximus.*

1.2.1.1 Agronómicas. Dentro de las características agronómicas de la especie para procesos de selección y mejoramiento genético, se encuentra la facilidad de adaptación a la oferta edafoclimática de una región, apropiada composición nutricional de la especie o material a establecer, una adecuada respuesta a la fertilización y buena producción de semillas (Belalcázar *et al*., 1994).

Adaptación: es una especie con un amplio rango de adaptación, se desarrolla desde 0 a 1800 msnm, suelos bien drenados, exige alta fertilidad en el suelo, resiste las sequias debido a su sistema radical que tiende a un mayor crecimiento a medida que aumenta la temperatura con un rango óptimo de 20 a 30 ºC (Estrada, 2001). Esta gramínea es cultivada desde 20º latitud norte y 20 º latitud sur, precipitaciones de 1000 a 3500 mm al año (Peters, *et al*., 2010). Según Belalcázar, *et al*., (1994), existe un aumento directamente proporcional en materia seca de la parte aérea y del número de tallos con respecto a la variación térmica día/noche a 32 y 27Cº, adicionalmente tolera sombra, característica relevante que puede ser usado para mejorar el paisajismo ganadero del Valle geográfico del Patía, mediante arreglos silvopastoriles.

Cobertura: debido a su hábito crecimiento erecto, el área de cobertura es baja (alrededor del 35%), tiende a formar macollas dejando un buen espacio entre plantas que pude ser usado en asocio de leguminosas de crecimiento rastrero (Belalcázar *et al*., 1994).

Producción de materia seca: se estima entre 10 y 30 t de MS/Ha/año con accesiones de alto rendimiento como Mombaza 33 t de MS/Ha/año, Tanzania de 26 t de MS/Ha/año (Belalcázar *et al*., 1994) y producción total de forraje verde año de 165 y 132 t/ha/año, respectivamente (Jank, 2003).

Respuesta a la fertilización: para *M. maximus* Belalcázar *et al*. (1994) encuentra una buena respuesta a la aplicación de 50 Kg Nitrógeno, de 15 a 20 kg de Fósforo, 25 de Potasio y 500 kg de cal dolomítica 3 días luego del pastoreo, con incrementos de 38 kg por cada kg de nitrógeno, curvas de extracción obtenida en los ensayos realizados en los Llanos Orientales, Altillanura colombiana y para el Pie de Monte Amazónico.

Producción de semillas: produce semillas todo el año, con rendimientos de 250 a 350 kg en altas temperaturas y bajas precipitaciones (mayor a 27°C y similares a 800 mm/año) (Peters *et al*., 2010; Jank, 2003; Vallejos, 1988). Esta gramínea se caracteriza por ser una especie apomíctica facultativa con cerca del 1% de reproducción sexual (Belalcázar *et al*., 1994), característica a tener en cuenta en procesos de obtención de semilla.

1.2.1.2 Plagas y enfermedades. En esta especie no se reporta plagas de importancia económica. En la espiga se reportan afectaciones por carbono *Tilletia ayresii* y a nivel foliar por *Cercospora fusimaculans,* algunas variedades de esta especie, pueden ser susceptibles al ataque del salivazo *Aeneolamia sp* (Estrada, 2001).

1.2.1.3 Valor nutricional y producción animal. En general, la especie expresa un comportamiento normal en cuanto al valor nutricional, en función de la edad (Navarro, 2016), ver Tabla 1.

Tabla 1. Composición nutricional *M. maximus*

Estado de desarrollo	PC %	DIVMS %	FDN %	FDA %	Hemi %	Celu %	Lign %	ED Mcal	EM/ kg	Ca %	P %
Prefloración lluvia	15	71,35	64.90	43.08	20.39	31.30	5.9	2.10	1.72	0.49	0.22
Prefloración Sequía	9,3	63,52	65.71	44.75	20.96	33.38	6.2	1.81	1.49	0.47	0.14
45 días	7	73,92	68.10	43.52	24.50	33.32	4.3	2.18	1.79	0.76	0.17
60 días	6	68,82	71.08	46.72	25.45	35.41	4.9	2.00	1.64	0.60	0.31
Floración	4,7	51,32	73.46	47.12	26.34	33.76	4.6	1.38	1.13	0.62	0.13

Fuente: Laredo *et al*., 1988.

Porcentaje de proteína cruda (% PC): se encuentra en el rango de 10 a 14%, este valor depende de los días a cosecha o pastoreo y del estado de floración (Peters, *et al*., 2010). Vallejos, (1988) reporta valores de 10,5% durante mínima precipitación (60 días de corte o pastoreo y 10% de floración) y 13,28% en máxima precipitación (60 días de corte o pastoreo y 10% de floración).

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS): se estima, en promedio, en 70% (Belalcázar *et al*., 1994; Estrada, 2001).

En general, la calidad nutricional de *Megathyrsus maximus*, está dada por múltiples factores como: época de cosecha o pastoreo, estado o porcentaje de floración, periodo de descanso, nivel de defoliación, nivel de fertilidad del suelo y la implementación de planes de fertilización (Bernal, 1994; Peters *et al*., 2010; Fortes *et al*., 2004; Estrada, 2001).

La capacidad de carga puede variar, teniendo en cuenta la oferta edafoclimática; se estima una capacidad de carga de 2,5 a 4 animales adultos/ha en época de máxima precipitación y 1,5 a 2 animales adultos/ha en mínima precipitación (Peters *et al*., 2010). Para Estrada (2001), la apliación de 50kg de nitrogeno y rotacion de proteros mantendría de 4 a 5 animales adultos/ha y de 2 a 2,5 animales adultos/ha sin fertilización ni manejo.

1.2.1.4 Usos. Principalmente para pastoreo, no obstante, la mayoría de cultivares son de porte alto, lo que facilita el corte manual (machete, mecanizado con tractor o guadaña) para suministro en forraje verde, elaboración de silo, heno, harina y/o pastoreo directo (Villaseñor *et al*., 1998; Thomas *et al*., 1984).

La frecuencia y altura de corte tiene una influencia directa sobre la estructura del dosel de una pradera, afectando la relación hoja tallo, tasa de crecimiento, población de tallos, tasa de expansión foliar y la remoción de meristemos apicales, variables fundamentales para una pradera productiva (Fortes *et al*., 2004; Romero, 2014). Para mantener una adecuada recuperación al corte o pastoreo, se recomienda una altura de cosecha de 30 cm que asegura la activación de mecanismos de respuesta a la defoliación como fotosíntesis compensatoria, distribución de carbono y las reservas de carbohidratos (Fortes *et al*., 2004; Peters *et al*., 2010; De las Rivas, 2001).

1.2.1.5 Métodos de propagación. Se establece mediante dos métodos: reproducción sexual con semilla de buena calidad empleando de 4 a 6 kg/ha al voleo, con una germinación mínima de 20% y una pureza del 70% (Estrada, 2001) y de 10 a 12 kg con semilla obtenida de la misma plantación, al ser una gramínea de reproducción apomíctica, la descendencia será idéntica a la madre y reproducción asexual por macollas, este método es considerado de alto costo, debido a la cantidad de material vegetal necesario por hectárea para su establecimiento y la cantidad de mano de obra para la siembra (Belalcázar *et al*., 1994).

1.2.2 Morfología de *Megathyrsus maximus*. Especie nativa de África, aunque, se encuentra distribuida y naturalizada en los trópicos (Izurieta, 2005). Es considerada perenne, crepitosa (Gramíneas de rizomas cortos y poblados), tiende a formar macollas con diámetro promedio de 1 m, con una altura que varía entre 1,60 y 1,85 cm, alcanza alturas de hasta 3, 4 m (Usberti *et al*., 2002; Belalcázar *et al*., 1994; Bernal, 1994).

En la etapa vegetativa, las gramíneas generan macollamiento o hijamiento que se detiene en la entrada al estado al productivo, cada macollo lo conforma la repetición de unidades denominadas fitómeros, diferenciados a partir del mismo meristemo apical, la

diferenciación de las células del meristemo apical produce primordios capaces de desarrollar un macollo (Belalcázar *et al*., 1994).

Los tallos tienen un crecimiento erecto, ascendente y sin la presencia de tricomas, la mayoría de las accesiones presentan 12 entrenudos con longitudes entre 4 a 12 cm (Belalcázar *et al*., 1994; Vallejos, 1988).

Las hojas alcanzan entre 25 a 80 cm de largo con un acho aproximado de 0,5 a 3,5 cm, márgenes o bordes ligeramente acerradas, presencia de lígula membranosa pilosa, no poseen aurículas (Belalcázar *et al*., 1994).

Las raíces largas, fibrosas, de rizomas cortos, nudosas con la formación de bulbos, llegan medir hasta 4 metros confiriéndole cierta tolerancia a la sequía debido a la capacidad de movilizar agua desde capas más profundas del suelo (Belalcázar *et al*., 1994).

La inflorescencia se desarrolla en forma de panoja abierta con una longitud de 12 a 40 cm, espigas bifloras, la flor inferior es la masculina y la superior la hermafrodita, tiene numerosos racimos, ascendentes dispuestos en verticilos, cada uno con múltiples espiguillas (Bernal, 1994; Belalcázar *et al*., 1994).

Según Belalcázar *et al*. (1994): "Dentro de esta especie existen 3 variedades botánicas: *P. maximun* var*. typica,* vigorosa con hojas grandes y tallos gruesos, la cual es el tipo de planta de mayor producción de forraje, se caracteriza por los cultivares "hamil" (CIAT 686) y "Coloniao" (CIAT 6180); *P. maximun* var*. trichoglume,* plantas de vigor medio con numerosos tallos finos, hojas cortas y anchas, adecuadas principalmente para pastoreo, caracteriza esta variedad el cultivar Petri (Green Panic) (CIAT 6045); y *P. maximun* var*. Coloratum,* plantas de porte bajo, también adaptadas para pastoreo, caracterizada por los cultivares Makueni (CIAT 622 y 6175) y Riversdale (Común) (CIAT 683).

Las condiciones edafoclimáticas de una región causan un efecto directo sobre las respuestas de tejidos y órganos en gramíneas, estas respuestas tienen como objeto mantener la supervivencia de la especie y perpetuar los genes (Belalcázar *et al*., 1994). Con la presente investigación, se clasificarán las accesiones con mejor respuesta morfológica con tenga el un potencial de respuesta a las altas temperaturas y baja temperatura en la unidad experimental.

1.2.3 Fenología de *Megathyrsus maximus*. En los procesos de selección y mejoramiento genético en forrajes, se tiene en cuenta la concentración de nutrientes y la digestibilidad de los mismos, sin embargo, estas dos variables presentan un comportamiento inverso con la edad de la planta el porcentaje de floración (Azcón *et al*., 2008). A mayor edad al pastoreo o corte, las gramíneas disminuyen la concentración de minerales (con excepción de Ca, B y el Fe), debido al aumento de carbohidratos no

estructurales, estructurales y lignina (Azcón, *et al*., 2008). La distribución y disponibilidad de estas sustancias fotosintetizadas, está estrechamente relacionada con los tejidos fuente o producción (hojas y tallos) y tejidos de reserva o almacenamiento (flor, semilla y ápice de crecimiento) como mecanismo de conservación de la especie (Azcón, *et al*., 2008). Así, la fenología permite la clasificación de material vegetal para procesos de mejoramiento, teniendo en cuenta la edad de la planta y el valor nutricional al momento de la evaluación.

1.3 MARCO HISTÓRICO

1.3.1 Antecedentes internacionales. En el año 1982, Francia ofrece una colección de 426 especies del género *Panicum sp,* ahora *M. maximus* para impulsar investigaciones en la ganadería bovina con el objetivo de identificar material promisorio bajo parámetros morfológicos y agronómicos para adaptación a diferentes ofertas edafoclimáticas, a la vez que garantice un alto potencial productivo y posteriormente facilitar procesos de comercialización del material obtenido (Jank, 2003).

Posteriormente, en Costa Rica, Vallejos (1988) evaluó la adaptación de 136 accesiones de *Brachiaria* y 52 accesiones de *Megathyrsus maximus* provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, bajo las condiciones del bosque húmedo tropical para identificar materiales promisorios. La investigación se realizó en la estación experimental Los Diamantes del ministerio de agricultura y ganadería en Guápiles, Costa Rica, donde se evaluó variables de producción, morfofenología, características nutricionales, numero de estolones y nudos enraizados, síntomas de deficiencia y toxicidad mineral y habito de crecimiento de los materiales, encontrando material de buena adaptación a la zona (Vallejos, 1988). para *Megathyrsus* spp se encontró: ataques de un 23% causado por *Cercospora fusimaculans*; MS de 659 a 4377Kg/ha/corte; relación hoja tallo entre 0,4 y 5,5 g/g; la DIVMS entre 55,6 y 69,5% y entre 45,8 y 68,2% en hoja y tallos, respectivamente y la PC en hojas entre 17 y 19% y tallos entre 9 y 11 (Vallejos, 1988).

Rodríguez (2009), en Costa rica, evaluó diferentes edades y alturas de corte sobre el rendimiento y valor nutricional de *Megathyrsus maximus*, *Jacq.* cv. Mombasa, las mediciones se realizaron en seis edades de rebrote (10, 20, 30, 40, 50 y 60 días) y dos alturas de corte a 20 y 40 cm, encontrando una típica correlación entre la edad de rebrote a los 10, 20, 30, 40, 50, 60 días y el aumento en la producción de MS 1218, 2629, 3815, 7242, 9104 y 10352 kg $MSha^{-1}$, respectivamente.

El valor nutricional disminuyo con el aumento de la edad de *M. maximus* en el contenido de PC (10,5; 11; 10; 9; 8; y 6,55 %), digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) (68,5; 67,0; 66,5; 64,0; 64,0 y 62,5 % DIVMS) a edades de 10, 20, 30, 40, 50, 60 días, respectivamente (Rodríguez, 2009). En este trabajo se concluyó que a mayor edad *M. maximus*, aumenta el contenido de materia seca y disminuye el valor nutricional (PC y DIVMS) (Rodríguez, 2009).

1.3.2 Antecedentes nacionales. En el departamento de Sucre, Navarro (2016) evaluó el efecto de la frecuencia de corte a los 25, 35 y 45 días, intensidad lumínica (incidencia directa de luz solar y 40% de incidencia de sombra natural) proveniente del dosel de Campano *Pithecellobium saman* sobre variables morfológicas del *M. maximus*, Jacq cv Tanzania cortado a 40 cm de altura, análisis del grado de asociación entre variables morfológicas y de calidad nutricional a los 25, 35 y 45 días de corte y a 40 cm de altura bajo la incidencia directa de luz solar. Las parcelas experimentales se arreglaron según un diseño en parcelas subdivididas, y los datos se analizaron considerando ese tipo de diseño, donde se encontró que el factor luminosidad influyo las variables: altura de la planta ($p<0,001$), altura del rebrote ($p<0,001$), largo de la hoja ($p=0,009$), ancho de la hoja ($p=0,012$), número de macollas por planta ($p<0,001$), perímetro de la macolla ($p=0,002$), diámetro de la macolla ($p<0,001$) y número de tallos verdes ($p<0,001$). La frecuencia de corte influyo: altura de planta ($p=0,028$), altura del rebrote ($p=0,001$), largo de la hoja ($p=0,015$), número de macollas/planta ($p=0,036$) y número de tallos verdes/planta ($p=0,045$); además, no se halló un efecto significativo ($p>0,05$) entre la luminosidad y frecuencia de corte para las variables estudiadas.

Se encontró correlación positiva entre las variables morfológicas ancho de la hoja y número de hojas por planta con el contenido de extracto etéreo EE del pasto; correlación negativa entre altura del rebrote, número de tallos verdes por planta, diámetro de la macolla, número de macollas por planta y número de tallos verdes por planta en el contenido de FDN, FDA y P. El cultivar Mombasa tenía correlación positiva entre número de macollas por planta, número de tallos verdes por planta, número de macollas por planta, diámetro de la macolla, número de tallos secos por planta y número de tallos verdes por planta, con el contenido de Cenizas y FDA; y correlación negativa con la variable altura, altura del rebrote y número de tallos secos con el contenido de P y MS. Finalmente se concluye que cultivares como Tanzania y Mombasa son una opción forrajera viable evaluadas en zona de trópico húmedo.

Hanan *et al*. (2009), evaluó la biomasa aérea y valor nutritivo *M. maximus* cv Gamelote a los 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días de corte. El ensayo se llevó a cabo en Antioquia en la Estación Experimental de Río Negro de la Universidad Nacional “Simón Rodríguez”, Río Negro Municipio Acevedo, estado Miranda. Las variables estudiadas fueron Materia Seca de Biomasa (MSB), Altura (A), Relación Hoja: Tallo (H:T), proteína cruda (PC), Degradabilidad de la materia seca (DMS), contenido de P y Calcio (Ca) mediante un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones en arreglo de parcelas divididas. Se evidenciaron efectos significativos del período del año y la edad de la planta sobre la producción de MSB, A y relación tallo hoja, así: a mayor edad de la planta, menor relación tallo hoja, de la misma manera el comportamiento en el contenido de PC; a mayor edad, menor contenido de P, Ca, DMS. En conclusión, se evidenció un buen comportamiento del pasto *M. maximus* en Río Negro, municipio Acevedo, Miranda.

1.3.3 Antecedentes regionales. Ruíz *et al*. (2015) evaluó la adaptación y producción del *Panicum maximum* cv Massai en el municipio del Bordo (Cauca, Colombia). Luego del establecimiento de la pradera, se realizó la toma de muestras y medición de variables (producción por metro cuadrado, producción hectárea, producción año, altura de la planta

y largo de la raíz): a los 30, 60 y 90 días, adicionalmente, se analizó la calidad nutricional del forraje en cada una de las etapas. Los resultados coincidieron con lo reportado anteriormente, con una producción de materia seca de 24,16 t/ton/año, materia seca al día 30 de 22,8%. Se estimó una altura promedio de 74,50 cm al día 90, proteína cruda de 11,8 para el día 90, diferente al reportado. En conclusión, en el estudio se evidenció que la gramínea expresó un buen comportamiento, desarrollo y resistencia durante la investigación.

Vivas *et al*. (2005) evaluó tres sistemas de manejo de praderas (Naturalizado, Mejorado y Silvopastoril) en el valle del Patía, sur del Cauca, Colombia, región de épocas prolongadas de bajas precipitaciones y su capacidad para la inhibición biológica de la nitrificación, los suelos son ácidos pH de 5.8, de origen aluviales y coluviales, con una alta tasa de mineralización de la materia orgánica (Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2006).

Los sistemas productivos considerados para el estudio, fueron: praderas naturalizadas, pastos mejorados y sistemas silvopastoriles mediante un diseño de bloques al azar, tomando muestras de suelo (cercanas a la rizosfera) a una profundidad de 10 cm, posteriormente se incubaron para determinación de tasas de nitrificación teniendo en cuenta el tipo de cobertura vegetal y enmiendas efectuadas realizadas (Vivas *et al*., 2005).

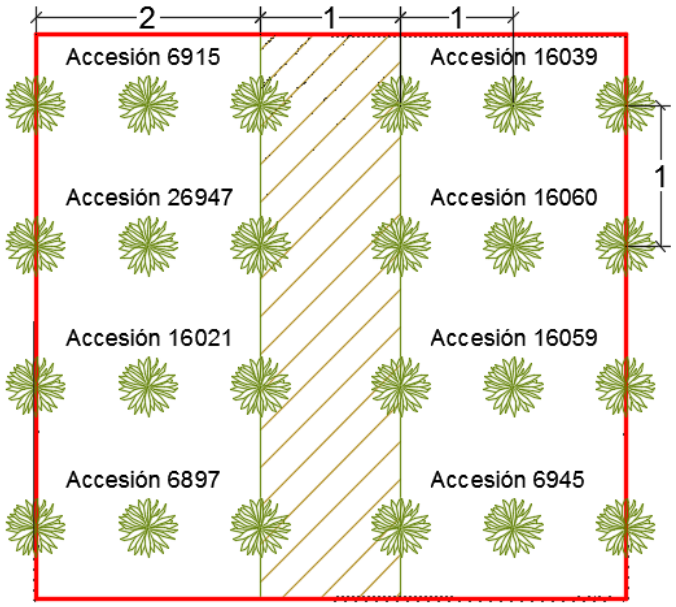
La mayor tasa de nitrificación se encontró en el sistema silvopastoril (4.4mg N - NO^3 - kg suelo/día) en la que probablemente se atribuye el efecto de las leguminosas en los resultados por medio del efecto de simbiosis con las bacterias nitrificantes para la trasformación del nitrógeno atmosférico (Vivas, *et al*., 2005). En el sistema con pasturas mejoradas, la tasa de nitrificación se estimó, luego de fertilizar en de 3.9 mg N- NO^3 - kg suelo-1día-1, vale resaltar que en algunas unidades experimentales se encontró 0.26 mg N- NO^3 - kg suelo/día, seguramente por la presencia de *Brachiaria* híbrido y *Megathyrsus maximus* con capacidad de inhibir la nitrificación mediante exudados de raíz liberados al suelo (Vivas, *et al*., 2005). Se reportó en los sistemas naturalizados 2.5 mg N- NO^3- kg suelo/día (considerados valores medios), situación explicada a las pocas prácticas de manejo y bajos aportes de nitrógeno (Vivas *et al*., 2005).

Se recomienda establecer asociaciones entre leguminosas y gramíneas con alta capacidad de IBN para evitar la pérdida de nitrógeno atmosférico y mejorar la eficiencia en los planes de fertilización nitrogenada (Vivas *et al*., 2005).

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó mediante un enfoque cuantitativo en un arreglo espacial en surcos lineales de un metro, que permitieron la medición de las variables cada 15 días, en las épocas de máxima (desde octubre a diciembre de 2017) y mínima precipitación (desde junio hasta agosto 2017). Se procesó estadísticamente la información y se realizó la clasificación morfofenológica del material vegetal (Figura 2).

Figura 2. Diseño espacial del arreglo para evaluaciones morfofenólogicas



El material vegetal fue aportado por el banco de germoplasma del programa de forrajes tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Palmira con numeración CIAT y accesiones comerciales (Anexo A).

2.1 ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO

Se realizó un análisis de suelo para determinar las concentraciones de nutrientes y su posible efecto negativo sobre la expresión de las variables. Posteriormente, se realizó un pastoreo para reducir la altura de gramíneas nativas y aplicación de Glifosato (200 cc/litro) a los 15 días del pastoreo para el control de malezas que pudieran generar limitación al desarrollo de las accesiones en el lote.

La siembra se realizó por medio de labranza mínima por medio de tres hoyos (20 x 20 x 20 cm, cada uno) por metro lineal; en cada metro lineal se plantó una accesión (una macolla por hoyo), separadas entre calle a 1 m (Figura 2).

El mantenimiento del lote se realizó controlando las arvenses entre los surcos, con el uso de herbicidas de contacto de hoja angosta y hoja ancha (glifosato y amina 2D) a dosis recomendada por el laboratorio, evitando la competencia por nutrientes y alteración en los resultados de la evaluación.

2.2 EVALUACIÓN MORFOFENOLÓGICA DE LAS ACCESIONES

En cada época se realizó un corte de estandarización a 30 cm del suelo para simular una altura de pastoreo, posteriormente, a los 13, 26, 42, 56 y 69 días se evaluaron las siguientes variables: porcentaje de floración, vigor, largo y ancho de hoja, altura de la planta, diámetro transversal del tallo (ANEXO C) y relación hoja /tallo (Anexo B). A continuación, se describe el procedimiento de evaluación para cada una de ellas.

Vigor: permite evaluar la adaptación del material vegetal en la unidad productiva, mediante calificación subjetiva de color, crecimiento y sanidad, en una escala de 1 a 5, con la siguiente clasificación: de 1 a 3,2 accesiones con dificultad de adaptación, de 3,2 a 4 adaptación media, de 4 a 4,6 buena adaptación y excelente adaptación mayor a 4,6. El patrón de comparación fue todo el ensayo (Vivas, 2005; Toledo *et al.,* 1982). Aunque en el presente estudio no se tuvo en cuenta el desarrollo de la raíz, Vallejos (1988) reporta una alta correlación directa entre el largo de la raiz y el vigor para esta especie.

Altura de plantas (ALT): En el surco lineal de cada accesión, se promedió la altura en centímetros de cinco plantas seleccionadas al azar, desde el ras del suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirar la hoja y sin incluir las inflorescencias (Toledo *et al*., 1982).

Ancho de la hoja (AH): con el apoyo de la cinta métrica, se promediaron dos mediciones (centímetros) por hoja en la parte más ancha.

Largo de la hoja (LH): con cinta métrica se realizó la medida (centímetros) desde la lígula hasta el ápice de una hoja promedio.

En los resultados del multivariado, se clasifican las accesiones de hojas largas anchas, largas y angostas, Cortas y anchas y cortas angostas.

Área transversal del tallo (AT): se planteó inicialmente realizar la medición del diámetro circular, sin embargo, la mayoría de las accesiones evaluadas presentaron tallos de sección comprimida, por lo que se procedió a tomar las medidas de largo y ancho transversal a una altura de cinco cm del corte de estandarización; posteriormente se calculó el área transversal mediante la fórmula para áreas elípticas:

$$AT=\pi*a*b \quad \text{(Ec. 1)}$$

En donde a es el radio menor y b el radio mayor del tallo.

Relación hoja tallo (H:T): se tomó una muestra representativa de forraje por cada accesión cortada a la altura de pastoreo; se secó en horno a 60°C durante 24 horas, posteriormente se empleó una balanza digital para determinar el peso total de la muestra y del tallo (se realiza la separación manual del tallo y de la hoja). La diferencia entre el peso total (PTt) y el tallo (PTl), determina el peso de la hoja (PHj). Con estos datos, posteriormente se realizó el cálculo por medio de la siguiente expresión matemática:

$$PHj=PTt-PTl \quad \text{(Ec. 2)}$$

La mayor cantidad de nutrientes digestibles en gramíneas, se encuentran en las hojas y en menores concentraciones en el tallo, por lo anterior, las accesiones con amplias relaciones H:T tienen mayor valor nutricional (Vallejos, 1988).

Floración: se determinó el porcentaje de floración por accesión y se clasificaron según los días evaluados y porcentaje de floración encontrado según Tabla 2.

Tabla 2. Criterio para la clasificación de la floración

Criterios	Días a floración	% de floración
Sin floración		0
Floración precoz	<13	≥50%
Floración Intermedia	13-56	10-50%
Floración Tardía	≥56	≤10%

Se obtuvieron cuatro 4 grupos así: sin floración, material que no expresó floración; floración precoz es el material vegetal que a los 13 días de evaluación presentaron 50% o más de floración; floración intermedia es el material vegetal que entre los 13 a 56 días presentaron una floración entre 10% y 50% y floración tardía es el material vegetal que luego de los 56 días presentaron una floración mayor a 50% (Belalcázar *et al*., 1994, Estrada, 2001; Izurieta, 2005).

2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar la clasificación morfofenológica de la colección, se usó la estadística descriptiva que permitió la agrupación por media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos (Tabla 5). La presentación grafica de resultados se muestra en histogramas por medio del programa estadístico SAS (Statistical

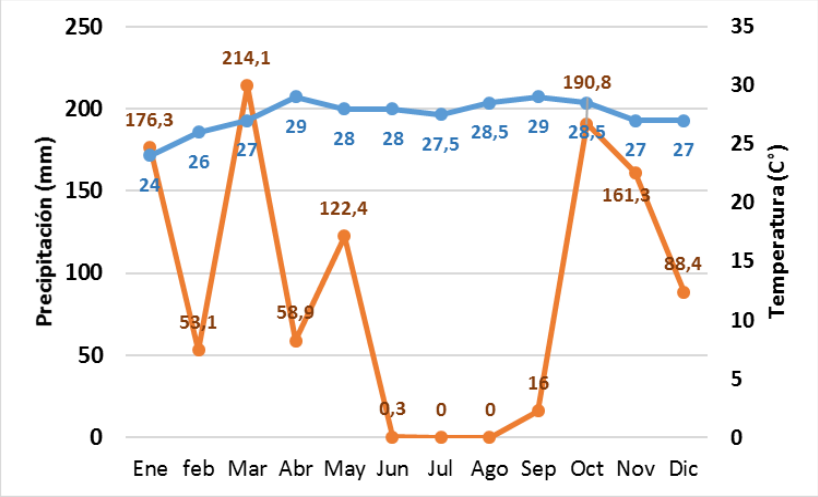
Analysis System) versión 9,4 del 2018. Debido a la cantidad de variables estudiadas y la dificultad de establecer la correlación entre ellas, se realizó un análisis multivariado que permitió establecer el índice de correlación y agrupación en clusters por medio del programa estadístico SAS (Tabla 7. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre las características morfológicas de *M. maximus* en época de máxima y mínima precipitaciónTabla 7 para la época de máxima y mínima precipitación, respectivamente).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL VALLE GEOGRÁFICO DEL PATÍA

En los datos obtenidos en la estación meteorológica en la finca El Porvenir, se observó que durante los meses de enero, marzo y octubre se presentaron las máximas precipitaciones con valores de 176,3, 214,1 y 190,8 mm y temperaturas de 24, 27 y 28,5 °C, respectivamente. A pesar de encontrarse altas precipitaciones, el promedio de temperatura fue de 26,5 °C; en contraste, los meses de junio a septiembre se encontraron valores de 0,3, 0, 0 y 16 mm, respectivamente y temperaturas de promedio de 28,25 °C siendo los meses más cálidos y secos (Figura 3).

Figura 3. Precipitación y temperatura el Valle geográfico del Patía en 2017



Según la Tabla 3, el promedio de temperatura para las dos épocas es similar (28,5 °C y 27,7 °C); en mínima precipitación se encontró entre junio y agosto, ejerciendo estrés hídrico sobre el material evaluado que posiblemente repercute en los resultados de la investigación; los meses de máxima precipitación fueron entre octubre y diciembre con 146,8 mm, en promedio.

Tabla 3. Condiciones edafoclimáticas en el Valle geográfico del Patía

Época	Periodo de evaluación	Fechas observaciones	Tem máx (°C)	Tem mín (°C)	Prodio Temp (°C)	Hum min (%)	Hum max (%)	Promedio Humedad (%)	Total precipitación (mm)
Mínima precipitación	Junio - Agosto	Junio 29, julio 13 y 26 y agosto, 9 y 23.	28,5	27,5	28	0	0,3	0,1	0,3
Máxima precipitación	Octubre - diciembre	11 y 24 de octubre, 9 y 23 de noviembre, 7 y 19 de diciembre	28,5	27	27,7	88,4	190,8	146,83	440,5

El análisis de suelo realizado, no reportó limitaciones químicas que pudieran tener efectos negativos sobre las evaluaciones, sin embargo, se aplicaron enmiendas y correctivos, teniendo en cuenta los siguientes resultados (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de suelos finca El Porvenir 2015

Parámetro	Valor	Unidad
Prof	0,2	Cm
pH	6,12	Unidad
N-Total	0,22	%
MO	4,5	%
Sat. AL	0	%
P	6,3	ppm
B	0,36	ppm
Cu	2,3	ppm
Fe	10,8	ppm
Mn	13,1	ppm
Zn	2,5	ppm
Co	0,6	ppm
Mo	0,5	ppm
Al	0	meq/100g
Mg	6,95	meq/100g
K	0,19	meq/100g
Na	0,41	meq/100g
CiCe	22,88	meq/100g
Textura	FAa	meq/100g

Un pH de 6,12 clasifica el suelo como ligeramente ácido, valor adecuado para la mayoría de los cultivos; presenta un alto contenido de materia orgánica (4,5%) para la zona y que sugiere un buen manejo de la capa arable, debido a la alta mineralización que impone las altas temperaturas y la mínima precipitación en la región; la relación C/N se estimó en 11,9:1 que indica un suministro normal de nutrientes por descomposición de la materia orgánica; el contenido de P de 6,3 ppm de categoría baja; la relación Ca:Mg se calculó en 2,2:1 considerado bueno, a pesar de esto, se plantea llevar a una relación de 3:1 mediante la aplicación de enmiendas teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelos, se requiere 5,5 toneladas de Calfos/ha y que para el lote de investigación con área de 310 m^2, requiere de 170 kg de Calfos, fraccionada a 2 aplicaciones, una por año de 85 kg. La primera aplicación se realizó al voleo 15 días antes de la siembra de las accesiones (Estrada, 2001).

3.2 ANÁLISIS DE VARIABLES ESTUDIADAS

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos por medio de estadística descriptiva (promedio aritmético, desviación estándar, valor mínimo y máximo en las dos épocas) de los datos obtenidos; se detalla el comportamiento de la floración durante las mediciones realizadas.

3.2.1 Análisis de estadística descriptiva.

Tabla 5. Variables morfofenológicas evaluadas de la colección *M. maximus* en máxima y mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía

Variable	Época de precipitación	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de desviación	Mínima	Máxima
Vigor	Máxima precipitación	4,62	0,36	7,71	3,2	5
	Mínima precipitación	4,12	0,69	16,56	1,75	5
Altura (cm)	Máxima precipitación	87,99	18,07	20,53	35,94	131,8
	Mínima precipitación	54,11	8,92	16,547	34,7	836
Ancho de la hoja (cm)	Máxima precipitación	1,95	0,54	27,9	0,8	5,66
	Mínima precipitación	1,64	0,44	26,87	0,78	4,05
Largo de la hoja (cm)	Máxima precipitación	57,83	13,52	23,38	25,8	163,44
	Mínima precipitación	41,99	11,72	28,36	18,2	140,5
Área trasversal del tallo (mm^2)	Máxima precipitación	30,50	22,00	72,11	0	82,2
	Mínima precipitación	25,95	17,77	68,48	0	90,32
Relación hoja tallo (g/g)	Máxima precipitación	23,37	36,20	155,06	0,25	100
	Mínima precipitación	18,33	31,67	172,56	0,73	100

La siguiente clasificación corresponde a la cantidad de accesiones clasificadas según su porcentaje de floración, en los días evaluados para ambas épocas (Tabla 6).

Tabla 6. Variables fenológicas evaluadas de la colección *M. maximus* en máxima y mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía

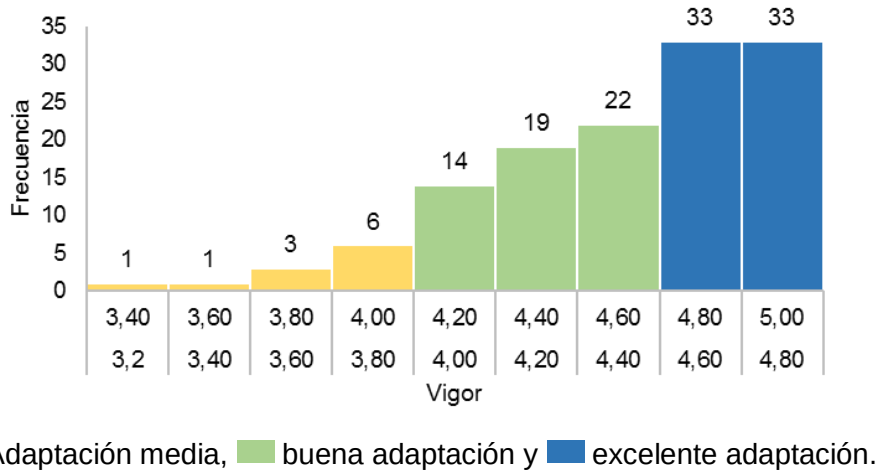
Días de evaluación		13				26				42				56			
floración (%)		0	≤10	10-50	>50	0	1-10	10-50	>50	0	1-10	10-50	>50	0	1-10	10-50	>50
Precipitación	Mínima	111	11	9	1	66	25	23	18	39	23	35	35	28	21	37	46
	Máxima	32	41	44	15	4	3	47	78	0	4	41	87	0	2	35	95

3.2.1.1 Máxima precipitación.

Vigor: el promedio fue 4,6 que se puede clasificar, a nivel general de la especie, como buena adaptación; el valor promedio de cada accesión, se encuentra desviado ±0,35 con respecto a la media, lo que quiere decir que se puede encontrar la mayoría de los valores entre 4,25 a 4,95; el coeficiente de variación es un 8% el valor de la media, lo que significa que los datos analizados provienen de una población homogénea; el rango de esta variable, se ubicó entre 3,2 a 5 calificado como bueno a excelente, posiblemente influenciado por la época. Vivas *et al*. (2005) reportan valores similares para la misma especie, (4,73 y 4,76) (Tabla 5).

Se encontró que: 11 Accesiones CIAT 16005, 36000, 16004, 6837, 6898, 26360, 6836, 6990, 6501, 6927 y 6864 (8.33%) tenían un vigor entre 3,2 y 4 consideradas de adaptación media; 55 accesiones (41,67%), se ubicaron entre el rango de 4 a 4,6 de buena adaptación y la mayoría (66 accesiones) que corresponde al 50% del total de la colección tenían entre 4,6 a 5 clasificadas como excelente adaptación (Figura 4).

Figura 4. Histograma de frecuencias de vigor en época de máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía

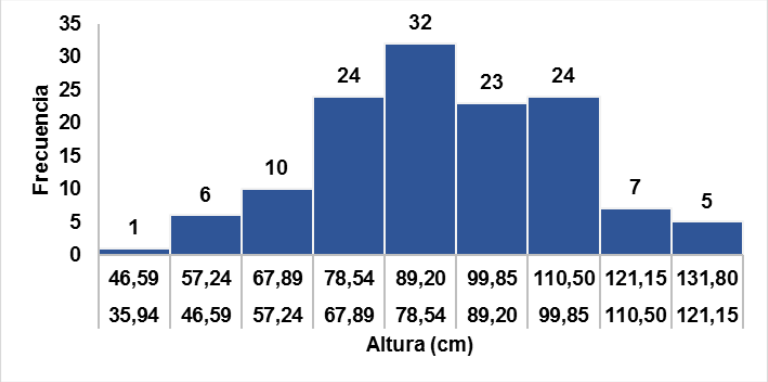


Altura: de acuerdo con la Tabla 5, el promedio fue 87,99 cm; la altura media de cada accesión, se desvían ± 18,07 cm de la media general que significa, en otras palabras, la mayoría de los datos se ubican entre 69,92 cm y 106,06 cm; el coeficiente de variación de 17% con respecto a la media, sugiere que los datos provienen de una población homogénea; el valor mínimo corresponde accesión CIAT 26917 de 35,94 cm y máximo 26911 de 131,8 cm, esto indica que existen diferentes estructuras o hábitos de crecimiento, lo cual se evidenció con observaciones generales.

17 accesiones CIAT No 6981,26917, 26942, 6857, 6948, 6898, 6975, 6175, 6918, 16034, 16065, 6501, 16019, 16064, 6864, comerciales Massai y Tamani, midieron entre 35,94 y

67,89 cm, configurando el 12,88% de la colección. El 77,3% de la colección (103 accesiones) presentó una altura entre 67,89 y 110,5 cm y 12 accesiones que representan el 9,1% (Accesión CIAT No 16025, 6960, 16069, 26723, 6986, 16039, 6299,6891, 16027, 16061, 26939 y 26911) se ubicaron con una altura en el rango de 112,1 y 131,8 (Figura 5).

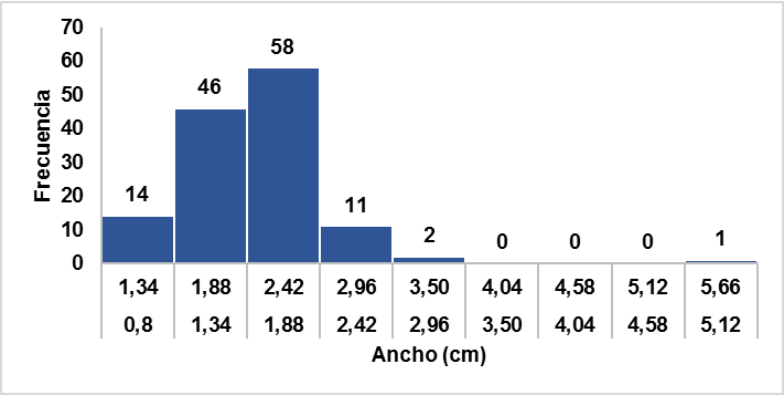
Figura 5. Histograma de frecuencias de altura en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía



Ancho de la hoja: el promedio fue de 1,95 cm, considerado a nivel general, de hoja ancha; los valores medios de cada accesión se desvían ±0,3 cm con respecto al valor medio de la colección, en otros términos, la mayoría de los datos obtenidos, se encuentran en el rango de 1,65 cm y 2,25 cm; el coeficiente de variación es un 28% el valor de la media, lo que sugiere que los datos provienen de una población homogénea.

La hoja más ancha corresponde a CIAT 26917 de 0,8 cm y la más angosta fue 6796 con 5,66 cm (Tabla 5), sugiere la existencia de material de hojas angostas y anchas; el coeficiente de variación equivale al 28% del valor de la media de la especie, evidencia que la población del presente estudio es homogénea.

Figura 6. Histograma de frecuencias del ancho de hoja en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía

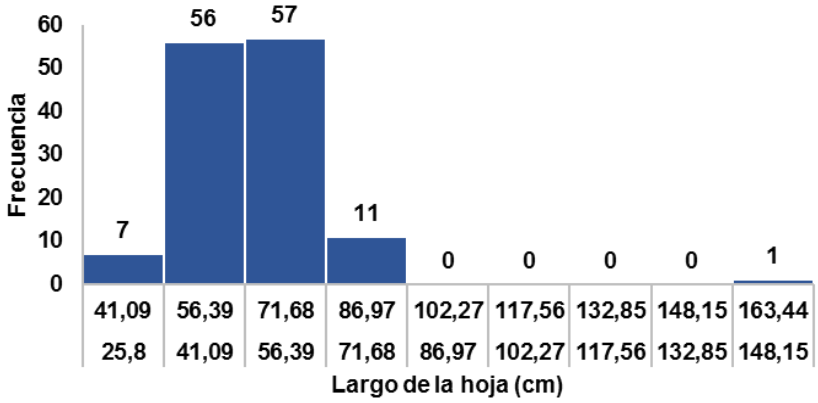


Del total evaluado (132 accesiones), 14 materiales (Accesión Ciat No 16025, 6906, 6996, 26917, 26942, 6898, 6975, 6969, 16065, 16019, 6787, 16064 y 6864 y cultivar Massai) que representan el 10,61%, midieron entre 0,8 y 1,34 cm; 104 entre 1,34 y 2,42 cm (78,79%) y 14 accesiones (16035, 693, 16057, 692, 6840, 6796, 16038, 16069, 6948, 6094, 16044, 16039, 16055 y 26911) que representan el 10,61% del total de la colección, en un rango entre 2,44 y 5,66, siendo la accesión CIAT 691 la que presentó la hoja más ancha (5,66 cm) (Figura 6).

Largo de la hoja: el promedio fue de 57,83 cm; los valores promedio de cada accesión se desvían ±13,52 cm con respecto a la media general, lo que significa que la mayoría de los datos, se ubican entre el rango de 44,31 y 71,35 cm con accesiones de hojas cortas como 6864 de 25,8 cm y 16065 de 163,44 cm (Tabla 5).

Del total de 132 materiales, 7 accesiones (26917, 26942, 6915, 6990, 6787, 26906 y 6864) que corresponden al 5,30% del total de la colección, midieron entre 25,8 y 41,09; la mayoría de las accesiones (111) midieron entre 41.09 y 71,68 cm que corresponden al 85,6% del total de los datos y 14 accesiones midieron entre 71,68 y 163,44 cm (692, 6960, 6951, 16060, 6984, 16005, 16011, 16017, 693, 6857, 26 (Figura 7).

Figura 7. Histograma de frecuencias de largo de hoja en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía

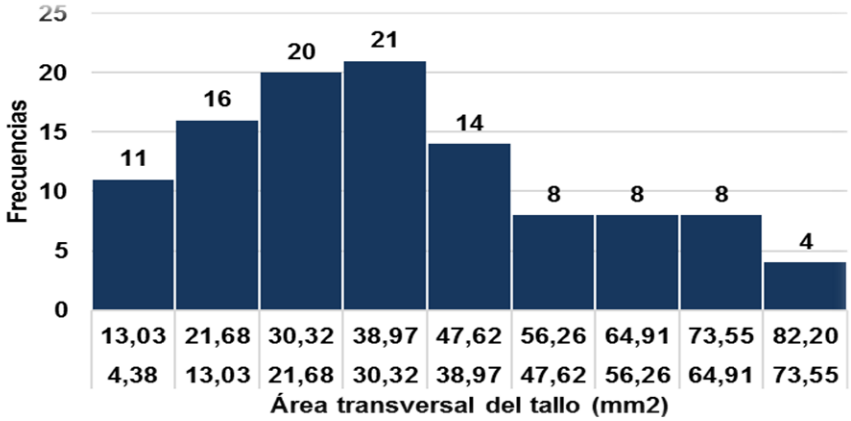


Área transversal del tallo: el promedio fue de 36,57 mm^2; la media de cada accesión se encuentra desviada del promedio general en ±19,03 mm^2, esto quiere decir que se pueden encontrar la mayoría de las accesiones, en el rango desde 17,77 y 54,39 mm^2; la accesión con el tallo más delgado corresponden a 16036 con 4,38 mm^2 y la de tallo más grueso es 16034 con 13,03 mm^2; el coeficiente de variación es un 51% del valor de la media, esto quiere decir que los datos evaluados provienen de una población heterogénea.

El 9,85% de los datos que corresponden a 11 accesiones, tenían un diámetro menor a 13,03 mm^2 (8,3%); 71 un diámetro entre 13,03 y 47,62 mm^2 (53,79%) y restante 28,06 %

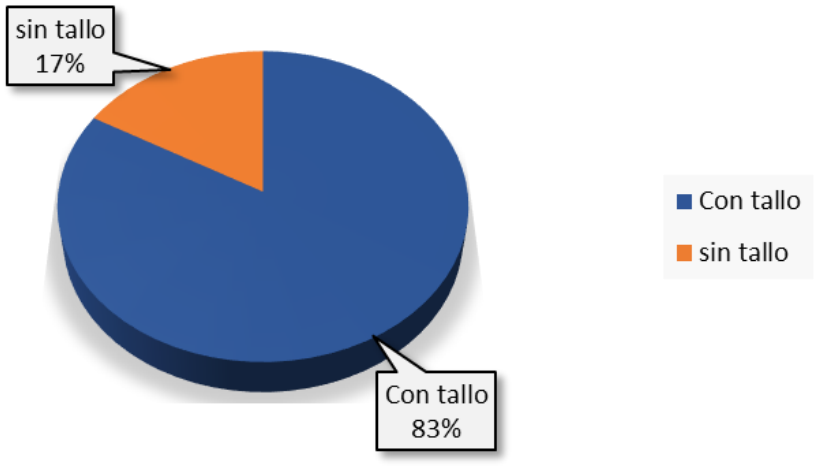
(28 accesiones) de los datos midieron más de 38,97 mm^2. El material con los tallos más gruesos fueron 691, 6906, 16034 y 26936 con valores de 77,20, 79,48, 82,20 y 73,95 $mm^{2,}$ respectivamente (Figura 8).

Figura 8. Histograma de frecuencias del área transversal del tallo en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía



Relación hoja tallo: se aprecia que 22 accesiones con numeración CIAT 6928, 6783, 36000, 6903, 6948, 16018, 6955, 6962, 26723, 16044, 6175, 6918, 6658, 26944, 16049, 6299, 6843, 16031, 6901, 6927, 16051 y 622 (17%) no desarrollaron tallo, y 110 si desarrollan tallo (83%) (Figura 9).

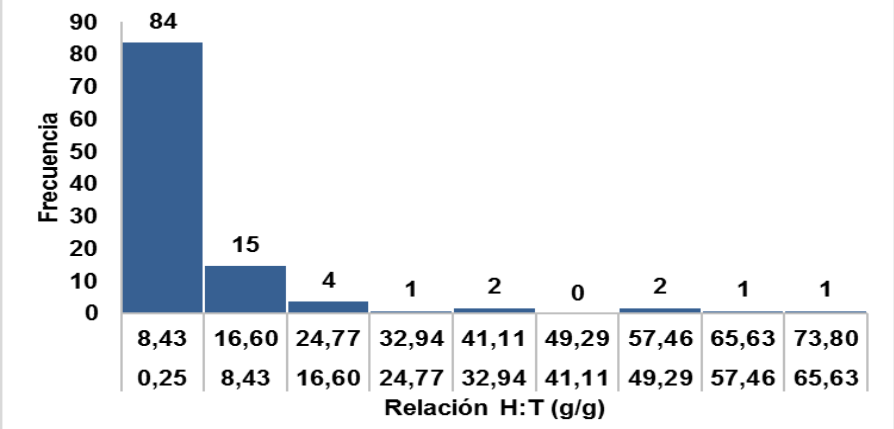
Figura 9. Relación hoja tallo en época máxima precipitación en el valle geográfico del Patía



En las 110 accesiones que presentaron tallo, se encontró una media de 8,04 g/g (Tabla 5).

84 accesiones (63,63%) expresaron valores entre 0,25 y 8,43 g/g; 22 accesiones CIAT 691, 6461, 6501, 6787, 6799, 6831, 6868, 6897, 6944, 6945, 6960, 16019, 16027, 16034, 16035, 16039, 16054, 16057, 16058, 16065, 16071 y Massai que representan el 16,67% de la colección, en el rango de 8,43 y 41,11 g/g; 4 accesiones CIAT 6525, 6796, 6891 y 16038 (3,03%) tienen más de 49,29 g/g: la accesión 6525 tuvo el mayor valor de 73,08 g/g (Figura 10).

Figura 10. Histograma de frecuencias de relación hoja tallo en época máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía



Floración: en la primer evaluación, 13 días posteriores al rebrote, se encontró que: 32 accesiones (24,24%) no florecieron; 41 accesiones (31,06%) desarrollaron una floración menor o igual al 10%; 44 accesiones (33,33%) con porcentaje tuvieron floración entre el 10 y el 50% y 15 accesiones con numeración CIAT 26924, 6928, 26917, 36000, 26942, 6975, 6969, 6501, 6784, 6866, 16019, 16064, 26936 y 6864 y cultivar Massai, (11,37%) alcanzaron una floración mayor al 50%. Estas últimas, se clasificarse como accesiones de floración precoz.

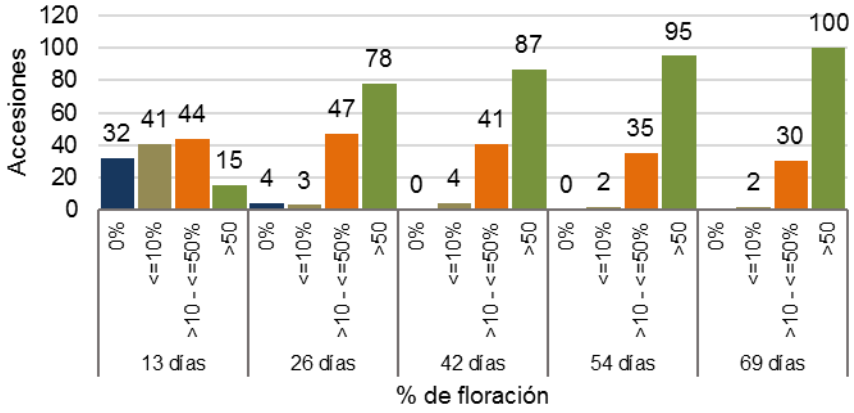
A los 26 días después del rebrote se tuvieron 4 accesiones con numeración CIAT 26937, 16004, 16048 y 16062 (3,3%) que no florecieron; las accesiones 6783, 6962 y 16031 (2,27%) desarrollaron menos del 10% de floración; 47 accesiones (35,61%) alcanzaron entre el 10 y 50% y la mayoría de las accesiones (78) (59,09%) expresaron un porcentaje de floración mayor al 50% (Figura 11).

A los 42 días luego del rebrote se encontró que 4 accesiones con numeración CIAT 26937, 16004, 16031 y 16062 (3,03%), alcanzaron un porcentaje de floración menor al 10%; 41 accesiones (31,06%) desarrollaron un porcentaje de floración ente 10 y 50% y 87 accesiones (65,9%) alcanzaron el 50% de floración (Figura 11).

Pasados 56 días del rebrote se estimó que: 2 accesiones con numeración CIAT (6031 y 16062 (1,51%) alcanzaron una floración menor a 10%; 35 accesiones con numeración

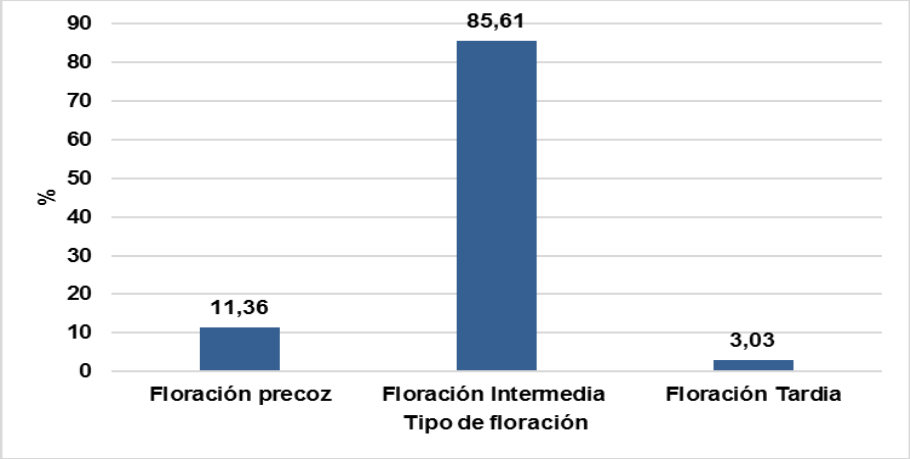
CIAT 16071, 16054, 26937, 16017, 691, 16035, 6981, 692, 6906, 6796, 6903, 16038, 6945, 6897, 16069, 6948, 6968, 6962, 26723, 16041, 16044, 6175, Tamani, 16034, 16048, 26900, 6967, 16039, 16036, 6963, 6299, 16027, 16051, 26939 y 622 (26,5%) obtuvieron un porcentaje de floración entre 10 y 50% y la mayoría de las accesiones (95) desarrollaron una floración mayor al 50%, estas accesiones se clasificación con floración tardía (Figura 11).

Figura 11. Porcentaje de floración, según lo días de evaluación en época de máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía



A los 69 días, 2 accesiones CIAT 16031 y 16062 (1,58%) desarrollaron una floración menor o igual a 10%; 30 accesiones CIAT 16071, 16054, 26937, 16017, 16035, 6906, 6796, 6903, 16038, 6945, 6897, 16069, 6968, 6962, 26723, 16044, 6175, Tamani, 16034, 16048, 26900, 6967, 16039, 16036, 6963, 6299, 16027, 16051, 26939 y 622 (22,72%) alcanzaron de floración entre 10 y 50% y 100 accesiones (75%) expresaron una floración mayor al 50%, (Figura 11).

Figura 12. Clasificación de la floración en época de máxima precipitación, según días de evaluación y porcentaje de floración en el Valle geográfico del Patía



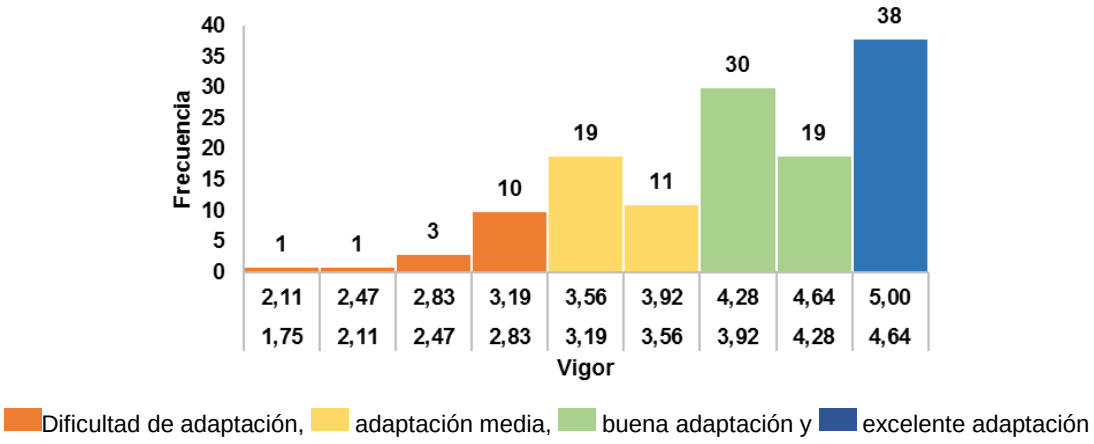
Según los criterios descritos en la Tabla 2, se realizó la siguiente clasificación: 15 accesiones (26924, 6928, 26917, 36000, 26942, 6975, 6969, MASSAI, 6501, 6784, 6866, 16019, 16064, 26936 y 6864) con floración precoz (11,36%), 115 accesiones con floración intermedia (85,61%) y 2 accesiones con floración tardía (16031 y 16062) (3,03%).

3.2.1.2 Mínima precipitación.

Vigor: él promedio fue de 4,1; los datos analizados, se desvían ± 0,69 con respecto a la media; el coeficiente de variación de 17%, sugiere que los datos provienen de una población homogénea; el material con la menor valoración fue 6864 con 1,75 y 16005, 16017, 36000, 6945, 6962, 16021, 26723, 6984, 6951, 16048, 26944, 6929, 26939, 26936 y 16003 expresaron un vigor de 5 (Tabla 5).

Se encontraron 15 accesiones (11,36%) con un Vigo entre 1,75 a 3,19, material que presenta dificultad de adaptación durante la época; 30 accesiones (22,72%) se clasifican entre 3,19 a 3,92 con adaptación media; 49 accesiones (37,12%) de 3,92 a 4,64 con buena adaptación y un grupo de 38 accesiones (28,78%) de excelente adaptación con vigor de 4,64 a 5 (Figura 13).

Figura 13. Histograma de frecuencias de vigor en la época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía

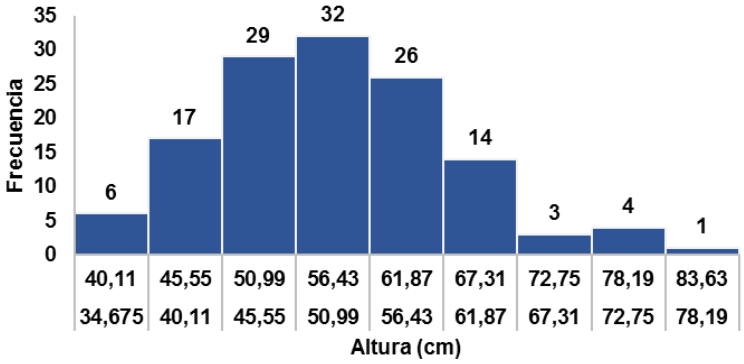


Altura: 3l valor promedio fue de 54,049 cm; la desviación de ±8,925 cm y un coeficiente de variación de 17% permiten inferir que los datos provienen de una población estadísticamente homogénea.

Los datos se encuentran entre 34,675 y 83,63 cm Tabla 5, representado por las accesiones 6864 y 16069, respectivamente; 23 accesiones (17,42%) con numeración CIAT 6981, 26917, 6903, 26942, 6857, 16004, 6893, 6837, 6898, 16023, 6918, 26360, 6855, 6990, Massai, 6501, 6843, 16019, 6787, 16062, 26906, 16064 y 6864 midieron

entre 34,67 y 45,55 cm; 87 accesiones (65,91%) presentaron una altura entre 45,55 y 61,87 cm; 22 accesiones (16,67%) entre 61,87 y 83,63. las accesiones más destacadas fueron 16017, 693, 692, 36000, 6857, 16059, 6929, 26939 por su altura; la accesión más alta fue 692 (83,625 cm) (Figura 14).

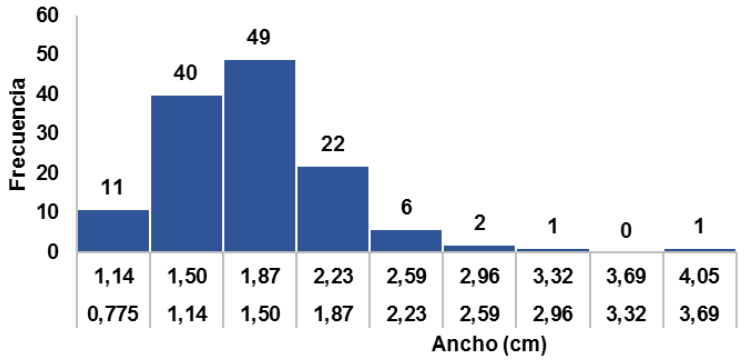
Figura 14. Histograma de frecuencias de altura en época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía



Ancho de la hoja: el promedio fue 1,64 cm; los valores encontrados, se desviaron ±0,44 cm de la media; el coeficiente de variación representa un 27% el valor del promedio, lo que sugiere que los datos analizados son homogéneos; el ancho mínimo fue de 0,78 cm y el máximo de 4,05 cm (Tabla 5), que corresponde al material CIAT 16035 y 26917, respectivamente.

Del total de 132 accesiones, 11 CIAT 26917, 26942, 6857, 6898, 16041, 685, 26900, 6784, 16019, 16064 y cultivar Massai (8,3%), midieron entre 0,775 y 1,13 cm; la mayoría de las accesiones (111) entre 1,14 y 2,23 cm (84,09%) y 10 accesiones CIAT 16005, 16035, 692, 6960, 6996, 6796, 16038, 16021, 16034 y 16055 (7,58%) en un rango entre 2,23 y 4,05. La accesión CIAT 16035 tiene ancho de hoja más grande de 4,05 cm. Esta distribución de accesiones se muestra en la Figura 15.

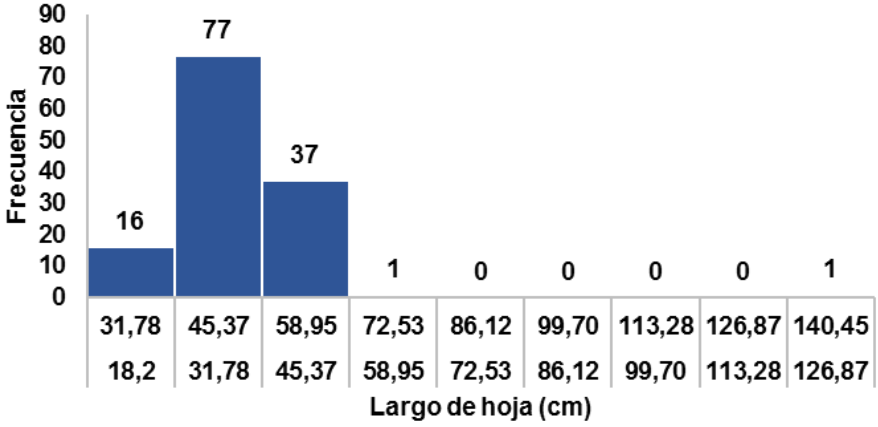
Figura 15. Histograma de frecuencias del ancho de hoja en época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía



Largo de la hoja: se encontró una desviación de ±11,72 cm y un coeficiente de variación de 28% con respecto al promedio encontrado de 41,99 cm que, seguiré que los datos analizados provienen de una población homogénea. La accesión con la hoja más corta fue CIAT 6864 con 18,20 cm y CIAT 16021 la más corta con 140,45 cm (Tabla 5).

Del total de 132 accesiones, 16 accesiones CIAT 26942, 6948, 6837, 6968, 6898, 16059, 16023, 16049, 6855, 6784, 6843, 6954, 6787, 26906, 6864 y cultivar Massai que representa el 12,12% del total de la colección, midieron entre 18,20 y 31,78 cm; la mayoría de las accesiones (114) midieron entre 31,57 y 58,95 cm, que corresponden al 86,36% y 2 accesiones (16035 y 16021) que representan el 10,61% del total de la colección, con un valor medio de 62,38 cm y 140,45 cm, respectivamente, consideradas las accesiones de hojas largas (Figura 16).

Figura 16. Histograma de frecuencias del largo de hoja en época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía



Área transversal del tallo: se estimó en 28,38 mm^2, con una desviación de ± 15,69 mm^2 y un coeficiente de variación de 55,28% sugiere que los datos analizados, provienen de una población heterogénea; la accesión con el tallo más delgado fue 673 con 4 mm^2 y la del tallo más grueso fue 26925 con 90,32 mm^2 (Tabla 5).

93 accesiones que conforman el 70,45 % del total de la colección, midieron entre 4 y 13,59 mm^2 y 17 accesiones (673, 16005, 16017, 691, 6095, 6981, 6996, 16004, 26723, 6944, 6175, 26947, 6501, 6901, 16055, 6929 y 26939) que representan el 12,89% del total de la colección, midieron más de 42,36 mm^2. La accesión 673 se destacó al alcanzar una medición de 90,32 mm^2 (Figura 17).

Relación hoja tallo: de 132 accesiones, 21 no desarrollaron tallo en el momento de la evaluación que corresponden a 16%, las restantes 111 (Figura 18) se detallan a continuación.

Figura 17. Histograma de frecuencias área transversal del tallo en época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía

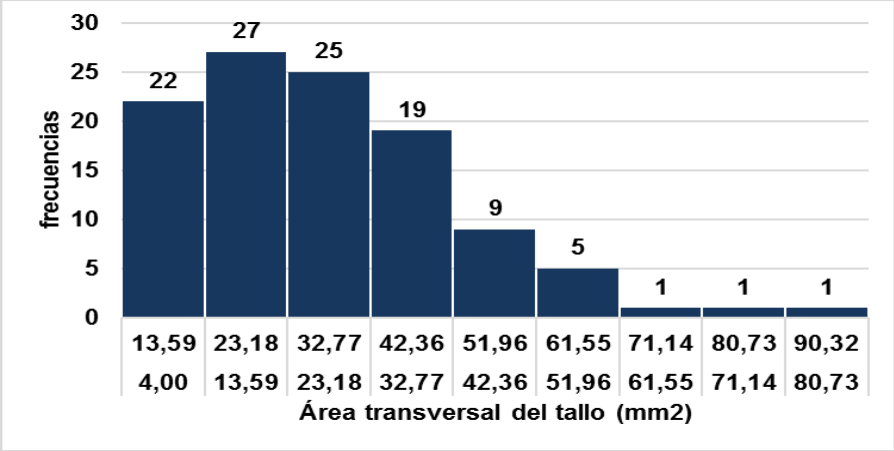
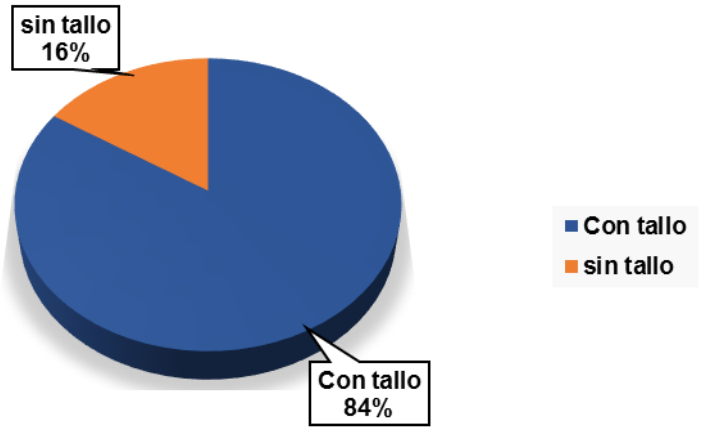


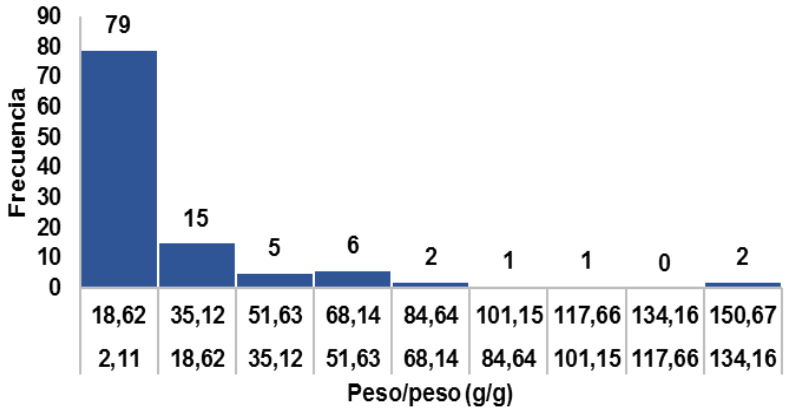
Figura 18. Proporciones de accesiones con tallo para la variable relación tallo:hoja (H:T) de la colección de *M. maximus* en el valle geográfico del Patía en época de mínima precipitación



En las 111 accesiones que se encontró tallo, se evidenció una media de 7,3 g/g (Ver Tabla 5).

La mayoría de las accesiones (79) que representan un 71,17%, tuvieron una relación hoja tallo entre 2,11 y 18,62 g/g; 15 accesiones con numeración CIAT 691, 16035, 6981, 6928, 6903, 6948, 6837, 16041, 16034, 16060, 26944, 16039, 16019, 16031 y 16055, que representan el 11,36% tuvieron un rango de 18,62 y 35,12 g/g; 11 accesiones CIAT 16071, 26924, 6960, 6796, 6945, 6962, 26723, 6944, 16049, 6967 y 6843 que conforman el 8,33% se ubicaron en un rango entre 35,12 y 68,14 g/g y 6 accesiones CIAT 6906, 6955, 6984, 6969, 6175 y 26925 que representan el 4,54%, se clasificaron en el rango entre 68,14 a 150,67 g/g. Las accesiones 6984 y 6969 tuvieron proporciones más altas (142,3 y 150, 66 g/g, respectivamente) (Figura 19).

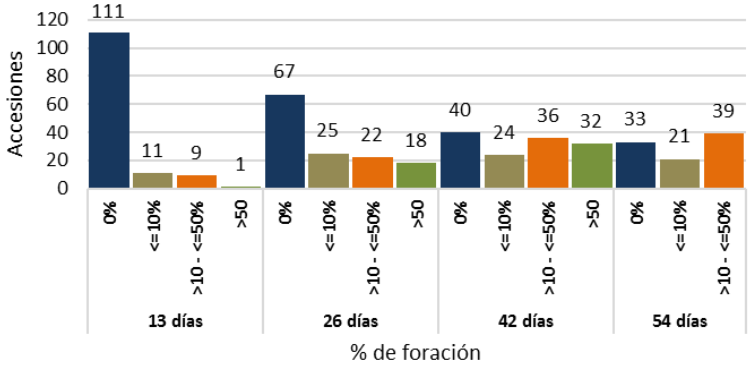
Figura 19. Histograma de frecuencias de relación hoja tallo en época de mínima precipitación



Los parámetros fenológicos se midieron a partir de la aparición de la floración en cada una de las accesiones, las accesiones que se citan a continuación, se encuentran en el Anexo D.

Floración: En la época de mínima precipitación, esta variable se comportó de la siguiente manera: A los 13 días después de la recuperación, la mayoría de las accesiones (111) que corresponden al 84,09%, no florecieron; 11 accesiones (6095, 6171, 6969, 6951, 16034, 16065, 26944, 16039, 6891, 26906 y 16064) que representan el 8,33%, se encontraron con un porcentaje de floración menor o igual al 10%; 9 accesiones (6,82%) (26917, 6942, 26923, 16068, 16023, 6842, 6536, 6805 y 26936), presentaron un porcentaje entre el 10 y el 50% y la accesión 6864 fue la única que reportó una floración mayor al 50% (Figura 20).

Figura 20. Porcentaje de floración, según lo días de evaluación en época de mínima precipitación



A los 26 días, la mayoría de las accesiones (66) representadas en un 50,76% no habían florecido, 25 accesiones (673, 16054, 16017, 16025, 6996, 26917, 6942, 6839, 16021,

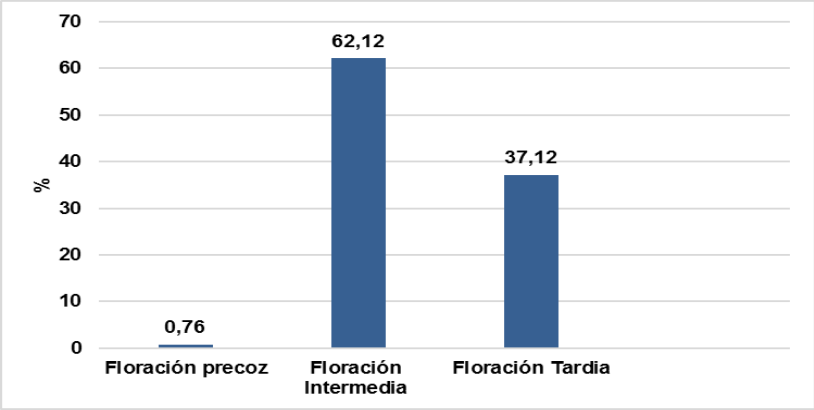
6969, 16041, 6799, 6094, 6900, 26944, 6967, 6536, 6784, 6866, 16019, 6787, 26936 y 16003) que corresponden al 18,94% de los datos, tenían menos del 10% de floración; 23 accesiones (673, 16054, 16017, 16025, 6996, 26917, 26942, 6839, 16021, 6969, 16041, 6799, 6094, 6900, 26944, 6967, 6536, 6784, 6866, 16019, 6787, 26936 y 16003) que corresponden al 17,42% de los datos, florecieron entre 10 y 50% y 17 accesiones (6171, 6975, 6951, 6986, 26923, 16068, 16023, 6842, 6915, 6500, 6805, 6872, 6891, 6983, 26906 y 16064) que equivalen al 12,88% de los datos, tenían un porcentaje de floración mayor al 50% (Figura 20).

A los 42 días de rebrote se encontró que la mayoría de las accesiones (40) representadas en un 30,3% de los datos, no mostraron floración; 24 accesiones (16071, 16046, 16005, 6923, 6928, 6906, 16069, 16018, 6968, 6962, 6918, 6658, 6836, 16048, 16049, 16039, 16028, 6990, 6501, 6929, 6954 y 16058) correspondientes al 18,18%, tenían menos del 10% en floración, 35 accesiones (27,5%) tenían entre el 10 y el 50% y este mismo valor se encontró para un porcentaje de floración mayor al 50% (Figura 20).

A los 54 días de recuperación se determinó que 29 accesiones (21,97%), no florecieron; 20 accesiones (16071, 26924, 6923, 16035, 693, 6928, 6906, 6897, 16018, 6968, 6962, 16048, 16049, 6826, 16039, 16036, 6497, 6901, 6954 y 16061) equivalentes al 15,15%, tenían una floración menor al 10%, 37 accesiones (28,03%) estuvieron entre 10 y 50% y 46 accesiones que corresponden a 34,85% tenían una floración mayor al 50%, todo este proceso se puede encontrar en la Figura 20.

En mínima precipitación, 39 de las 132 accesiones no florecieron, contrario a la accesión 6864 en la que se observó a los 13 días de recuperación una floración del 80%, lo que podría caracterizarla como una accesión de floración precoz; 22 accesiones a los 26 días presentaron más del 50% de floración. Según los criterios descritos en la Tabla 2, se realizó la siguiente clasificación: 1 accesión presentó una floración precoz (0,76%), 82 accesiones con floración intermedia (62,12%) y 49 accesiones con floración tardía (37,12%) (Ver Figura 21).

Figura 21. Clasificación de la floración en época de mínima precipitación, según días de evaluación y porcentaje de floración en el Valle geográfico del Patía



3.2.2 Análisis multivariado. Se realizó un análisis multivariado compuesto por: correlaciones, análisis clúster y análisis de componentes principales (ACP), para las épocas de máxima y mínima precipitación, respectivamente y dendrograma (Figuras 22 y 25, máxima y mínima precipitación) que permita la identificación las variables que aportan mayor variabilidad al estudio.

3.2.2.1 Coeficientes de correlación de Pearson. Se encontraron variables con diferentes grados de asociatividad entre las que se tuvo en cuenta correlaciones positivas iguales o superiores a 0,3 (Tabla 7).

Tabla 7. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre las características morfológicas de *M. maximus* en época de máxima y mínima precipitación

		Vigor	Altura		H_Ancho		H_Largo		A_Tallo		Rel_H_T	
			Lluvia	Seco	Lluvia	Seco	Lluvia	Seco	Lluvia	Seco	Lluvia	Seco
Vr	Coef. Cor	1	0,42	0,65	0,49	0,34	0,47	0,33	0,47	0,21	-0,27	0,05
	Prob. |r|		<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,0001	<,0001	0,017	0,002	0,58
Alt	Coef. Cor		1	1	0,45	0,46	0,50	0,37	0,35	0,44	-0,13	-0,004
	Prob. |r|				<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,13	0,96
AH	Coef. Cor				1	1	0,48	0,26	0,48	0,48	-0,21	0,12
	Prob. |r|						<,0001	0,0020	<,0001	<,0001	0,02	0,16
LH	Coef. Cor						1	1	0,37	0,19	-0,12	0,10
	Prob. |r|								<,0001	0,0251	0,16	0,234
AT	Coef. Cor								1	1	-0,58	-0,54
	Prob. |r|									<,0001	<,0001
H:T	Coef. Cor										1	1
	Prob. |r|										

Altura Al, ancho de hoja AH, largo de hoja LH, área del tallo AT y relación hoja tallo H:T.

En máxima precipitación, se encontró: la altura, largo y ancho de la hoja influyen positivamente en el vigor con correlaciones de 0,42, 0,34 y 0,33 ($p<0,0001$), esto significa que, al encontrar accesiones de porte alto con hojas anchas y largas, expresen vigores altos; el ancho, lago de la hoja y el área transversal del tallo (correlación 0,465, 0,374 y 0,4438 y $p<0,001$) influyen positivamente sobre la altura, este resultado se puede interpretar como la posibilidad que al encontrar accesiones de hojas anchas, largas y tallos sean altas; el área transversal del tallo (correlación 0,4845 y $p<0,001$) tiene una influencia directamente proporcional sobre el ancho de la hoja, interpretándose como la probabilidad que al encontrar accesiones con tallos gruesos, presenten hojas anchas.

En mínima precipitación: la variable altura, ancho y largo de la hoja y área transversal del tallo (coeficientes de correlación 0,65, 0,49, 0,47 y 0,47, respectivamente y $p<0,001$)

influyen positivamente sobre el vigor, lo que sugiere la probabilidad de encontrar accesiones de porte alto, hojas anchas, largas, tallos gruesos y vigorosas; el ancho y largo de la hoja y área trasversal del tallo influyen positivamente sobre la altura, sus correlaciones fueron de 0,465, 0,503 y 0,356, respectivamente, ($p<0,001$) para cada valor, estos resultados se pueden interpretar como la probabilidad de encontrar accesiones con hojas anchas, largas, tallos gruesos y de porte alto; las correlaciones de 0,458 y 0,486 ($p<0,001$) del largo de la hoja y área transversal del tallo, influyen directamente sobre el ancho de la hoja, lo que significa que al encontrar accesiones de hojas largas y de tallos gruesos desarrollen hojas anchas y el diámetro trasversal del tallo influye directamente sobre el largo de la hoja (correlación de 0,374, $p<0,001$), significa que existe la probabilidad que a tallos más gruesos mayor largo de las hojas; las correlaciones de -0, 58 y -0,54 ($p<0,001$) del área del tallo (ambas épocas), influyen inversamente sobre la relación Hoja Tallo, lo que significa que al encontrar accesiones de tallos gruesos, las relaciones Hoja Tallo serán menores.

3.2.2.2 Análisis de conglomerados en maxima precipitación. Mediante el presente análisis, se identificaron 5 clústeres (Cl) en cada época, que agrupan accesiones con características similares (Tablas 10 y 13).

Según el análisis de clúster de mínima varianza de Ward's, los tres primeros componentes principales CP explican el 70,77% de la variabilidad para máxima precipitación y los primeros dos componentes 62,01% de la variabilidad en época de mínima precipitación (Tabla 8).

Tabla 8. Autovalores de la matriz de correlación en ambas épocas

	Autovalor época		Proporción en época		Acumulado en época	
CP	Max. prec.	Min. Prec.	Max. prec.	Min. Prec.	Max. prec.	Min. Prec.
1	2,45	3,07	0,3505	0,4383	0.3505	0.4383
2	1,43	1,27	0,2046	0,1818	0.5550	0.6201
3	1,07	0,88	0,1526	0,1255	0.7077	0.7456
4	0,74	0,62	0,1051	0,0886	0.8127	0.8342
5	0,63	0,50	0,0895	0,0715	0.9022	0.9057
6	0,50	0,34	0,0708	0,0479	0.9730	0.9536
7	0,19	0,32	0,0270	0,0464	10.000	10.000

En máxima precipitación en el CP 1 se encontraron las variables altura, ancho de la hoja y ancho del tallo; el CP 2 se encontró la variable relación H:T y en el CP 3 la variable vigor. En la época de mínima precipitación (Anexo E).

El clúster 1 agrupa 22 accesiones (16,66%) diferenciadas por ausencia tallo, hojas de un largo promedio de 59,63 cm, que posiblemente confirió una adecuada respuesta a alta precipitación; en el clúster 2 se sobresalen 49 accesiones (35,60%) por tener la menor relación T:H de 4,71 g/g, entre todos los clúster obtenidos; alta área trasversal del tallo de

49,55 mm^2 y de hojas largas de 60,19 cm; el clúster 3 se compone de 54 accesiones (40,9%) con la menor área transversal del tallo 23,65 mm^2 , hojas largas (42,52 cm), y relación de H:T de 5,26 g/g; el clúster 4 es similar al clúster 2, debido a que presenta una relación de H:T de 46,49 g/g, área transversal del tallo de 49,06 mm^2 , se diferencia por tener una baja relación hoja tallo y el clúster 5 contiene la accesión 685 con la hoja más larga (163,44 cm), baja relación H:T (6,781 g/g) y diámetro transversal del tallo (29,78 mm^2) (Tabla 9).

Tabla 9. Promedio de variables en los clústeres en el Valle geográfico del Patía en máxima precipitación

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4	Clúster 5
Accesiones	22	47	54	8	1
Variable			Media		
Vigor	4,63	4,74	4,48	4,72	5
Altura	86,42	103,04	74,61	93,96	90,6
Ancho de la hoja	1,97	2,16	1,66	2,61	1,6
Largo de la hoja	59,63	60,19	52,41	62,31	163,44
Área transversal del tallo	0	49,55	23,65	49,06	29,78
Relación hoja tallo	100	4,71	5,26	46,49	6,81

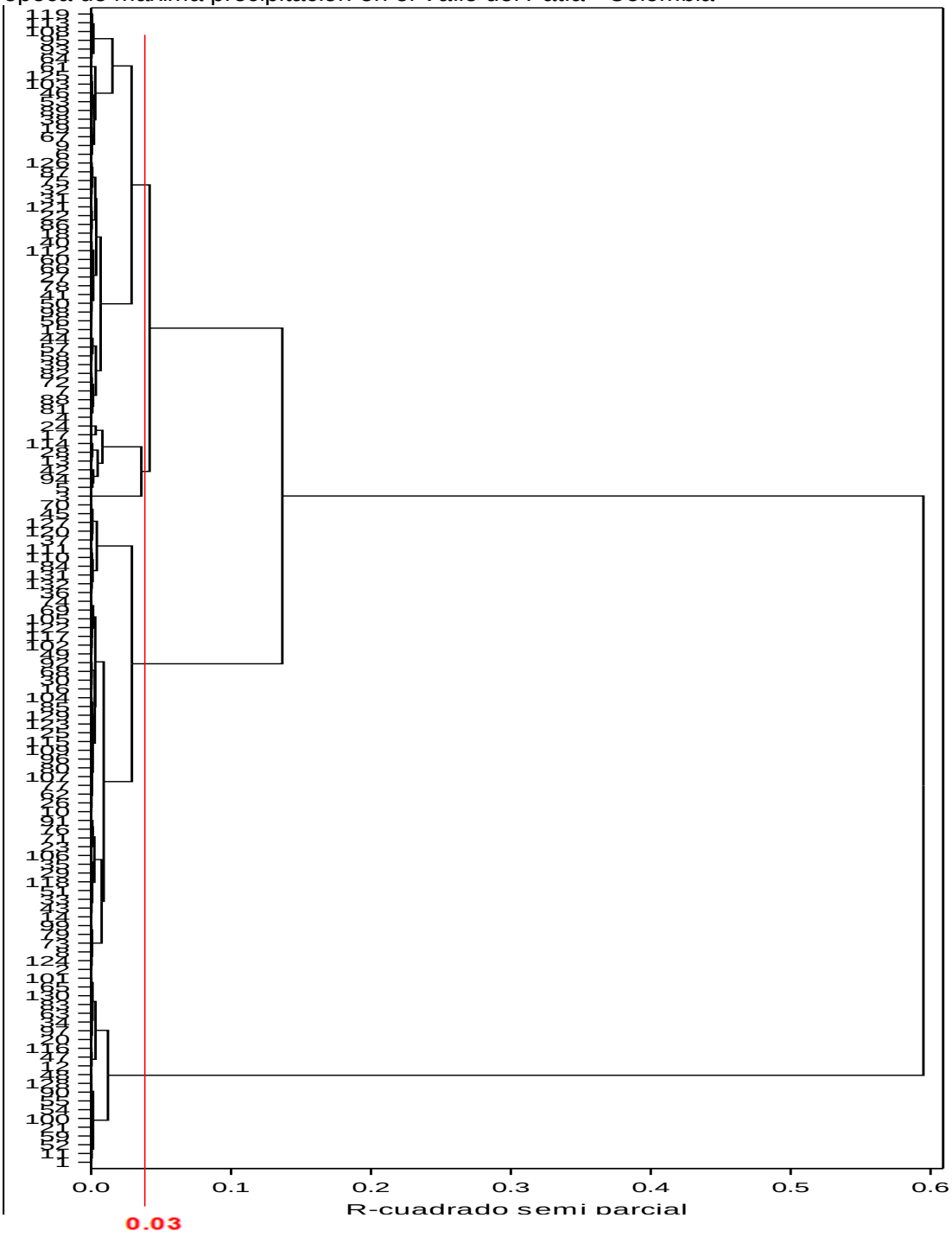
A continuación, se detallan las accesiones agrupadas en los cinco clústeres obtenidos (Tabla 10).

Tabla 10. Clasificación de accesiones en los clúster en la época de máxima precipitación en el Valle geográfico del Patía

CLÚSTER 1								
622	6658	6783	6843	6901	6903	6918	6927	6928
6175	6948	6955	6962	16018	16031	16044	16049	16051
6299	26723	26944	36000					
CLÚSTER 2								
688	16055	16061	16068	16069	26911	26923	26937	26939
692	16017	16023	16025	16027	16028	16036	16039	16046
693	6951	6866	6868	6872	6890	6944	6945	6949
6095	6960	6840	6897	6900	6912	6923	6929	16011
6500	6963	6536	6967	6571	6982	6784	6986	6839
6826	16003							
CLÚSTER 3								
673	6799	6857	6954	6984	16021	16057	16065	26925
6094	6805	6864	6968	6990	16034	16058	26360	26936
6171	6836	6893	6969	6996	16035	16059	26900	26942
6497	6837	6898	6975	16004	16041	16060	26906	26947
6501	6842	6906	6981	16005	16048	16062	26917	MASSAI
6787	6855	6915	6983	16019	16054	16064	26924	TAMANI
CLÚSTER 4								
691	6461	6525	6796	6831	6891	16038	16071	
CLÚSTER 5								
685								

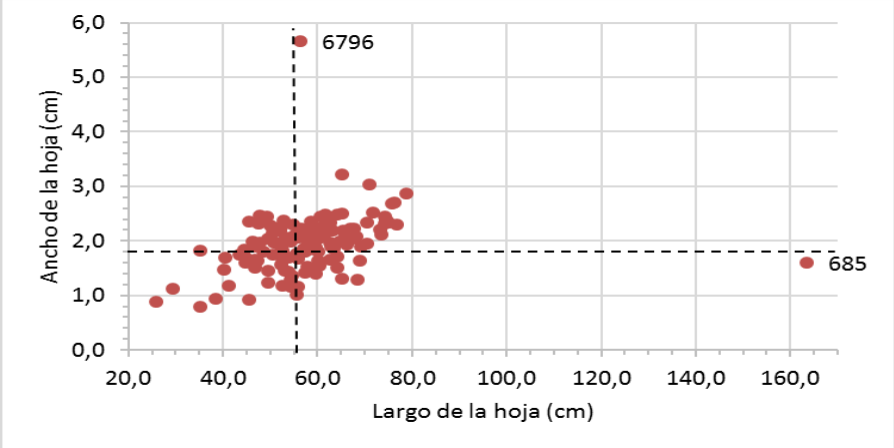
Mediante el Dendrograma (Figura 22), se observa una distancia r^2 de 0,97, que permitió clasificar las accesiones en cinco grupos (clústeres) obtenidos con una homogeneidad del 99,99%. Para identificar las accesiones en el dendrograma (véase el Anexo A).

Figura 22. Dendrograma de agrupamiento jerárquico morfofenológica *M. maximus* durante época de máxima precipitación en el Valle del Patía - Colombia



Teniendo en cuenta que la hoja es la parte de la gramínea con mayor preferencia por parte de los bovinos y que es el órgano vegetal con mayor valor nutricional debido a la baja concentracion de lignina, con relacion al tallo (Belalcázar, *et al*., 1994 y Estrada, 2001), se realizó una clasificación del largo y ancho de las hojas mediante sus medias aritméticas (Figura 23).

Figura 23. Clasificación de hojas, según promedios de largo y ancho de la hoja en la época de máxima precipitación



Como resultado del estudio morfológico de la hoja (Tabla 11), se obtuvieron 4 grupos de clasificación, resultado de la correlación entre el largo y ancho de la hoja, empleando como puntos de inflexión los promedios aritméticos de las respectivas variables, así: 38 accesiones tienen LH mayor a 57,83 cm y un AH mayor a 1,95 cm (28,8%), es decir, accesiones con hojas largas y anchas; 28 accesiones (21,2%) tienen un LH menor o igual a 57,83 cm y AH mayor a 1,95 cm, material de hojas cortas y anchas; 21 accesiones (15,9%) tienen un LH mayor a 57,83 cm y un AH menor o igual a 1,95 cm, material largo y delgado y 45 accesiones (34.09%) tienen un LH menor o igual a 57,83 cm y un AH menor o igual a 1,95 cm con hojas cortas y delgadas.

Tabla 11. Agrupación de accesiones según correlación del promedio entre ancho y largo de la hoja

Accesiones de hoja ancha y larga (AH>1,95 y LH>57,83 cm)											
673	16054	16005	16017	6923	693	6981	16057	692	6906	6996	16011
6857	16004	6893	6945	16069	6948	16021	26723	6984	688	6951	6175
TAMANI	6571	6836	16048	26944	6967	16028	6461	6501	6784	6954	6983
26939	26936										
Accesiones con hojas cortas y anchas (AH>1,95 y LH≤57,83 cm)											
691	6095	6960	6796	6171	6897	6968	6898	6839	6944	6868	6842
16060	26947	6826	6963	6497	6843	6872	16031	6891	6901	6929	16058
16062	16064	622	16003								
Accesiones con hojas largas y delgadas (AH≤1,95 y LH>57,83 cm)											
16071	6525	6840	6783	26942	16018	6955	6962	16041	6986	6900	6658
26360	16065	16049	6912	6866	16019	16055	6927	26911			

Tabla 11. (Continuación)

Accesiones con hojas cortas y delgadas AH ≤ 1,95 cm y LH ≤ 57,83 cm											
16046	26937	26924	16025	16035	6928	26917	36000	6903	16038	6837	6975
16059	6949	6969	6799	6094	685	26923	16068	16023	16044	6918	16034
6831	26900	6855	6915	16039	16036	6990	MASSAI	6536	6299	6500	6805
6890	6982	16027	16051	6787	26906	16061	26925	6864			

3.2.2.3 Análisis cluster en mínima precipitación. Para la mínima precipitación en el CP 1 se encontraron las variables Vigor (46,07%), altura (42,85%), ancho de la hoja (42,57%), largo de la hoja (42,28%) y ancho del tallo (42,90%) y el CP 2 se encontró la variable relación H:T (58,88%) (Anexo E).

Se clasificaron 5 clusters (Cl) con un 60,01% de homogeneidad (análisis de clúster de mínima varianza de Ward's) (Figura 25). Los primeros tres componentes principales CP, explican el 74,76% de la homogeneidad encontrada, así: el primer CP contiene la variable vigor para el segundo CP la relación hoja tallo el tercer CP el área del tallo (Anexo E).

Las variables área transversal del tallo y relación hoja tallo presentan mayor variabilidad (coeficiente de correlación de 68,5 y 152,75, respectivamente), clasificándose así: clúster 1 agrupa 15 accesiones (11,36%) distinguidas por ausencia de tallo, este material presenta un vigor medio (3,6); en el clúster 2 se agruparon 76 accesiones (57,57%), con una buena relación H:T de 4,89 g/g, un área trasversal de 24,27 mm^2; el clúster 3 está representado por 26 accesiones con un diámetro transversal del tallo de 48,85 mm^2, una adecuada relación H:T de 5,53 g/g; en el clúster 4 se agrupan 8 accesiones distinguidas por una buena relación H:T de 36,49 g/g y de tallo delgado (13,1 mm^2) y el clúster 5 con la accesión 16021 de baja relación H:T (2,46 g/g), tallo grueso de 50,24 mm^2. En general, la colección presenta un buen vigor, sin embargo, hay material con dificultades en la adaptación (clúster 1) influenciado por la época (Tabla 12).

Tabla 12. Promedio de variables, según clúster durante la evaluación en el Valle geográfico del Patía en máxima precipitación

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4	Clúster 5
Accesiones	15	76	26	8	1
Variable			Media		
Vigor	3,633	4,02	4,73	4,06	4,75
Altura	50,52	51,15	64,15	56,05	57,45
Ancho de la hoja	1,39	1,55	2,06	1,68	2,25
Largo de la hoja	37,62	38,31	50,46	44,56	140,45
Área transversal del tallo	0	24,27	48,85	13,1	50,24
Relación hoja tallo	100	4,89	5,53	36,49	2,46

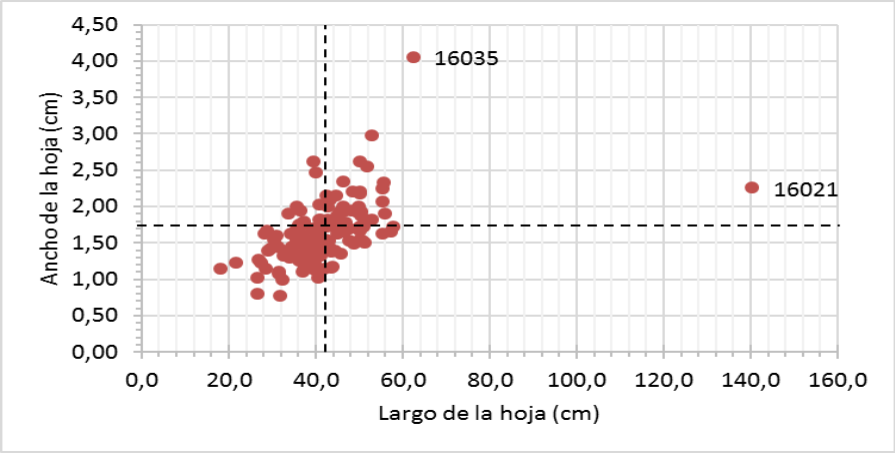
En la Tabla 13 se observan las accesiones clasificadas en los 5 clúster formados.

Tabla 13. Clasificación de accesiones en los clusters en la época de mínima precipitación en el Valle geográfico del Patía

CLÚSTER 1								
688	6826	6831	6857	6864	6912	6918	16018	16064
16065	16069	26917	26936	MASSAI	TAMANI			
CLÚSTER 2								
622	673	685	691	6094	6095	6171	6299	6461
6497	6500	6501	6525	6536	6571	6658	6787	6799
6805	6836	6837	6842	6843	6855	6866	6868	6872
6890	6893	6897	6898	6903	6915	6923	6927	6928
6929	6944	6948	6949	6954	6963	6968	6975	6981
6983	6990	6996	16004	16011	16019	16023	16027	16031
16034	16041	16044	16046	16049	16051	16054	16057	16058
16059	16060	16062	16068	16071	26900	26906	26923	26924
26939	26942	26944	26947					
CLÚSTER 3								
692	693	6796	6839	6840	6891	6900	6901	6945
6962	6986	16003	16005	16017	16025	16028	16035	16036
16038	16039	16048	16055	16061	26723	26911	26937	
CLÚSTER 4								
6175	6906	6955	6960	6967	6969	6984	26925	
CLÚSTER 5								
16021								

Al igual que en la en poca de máxima precipitación, se realizó una correlación del largo y ancho de la hoja mediante sus medias aritméticas usadas como puntos de inflexión (41,99 y 1,64 cm pertenecientes al largo y ancho de la hoja), respectivamente, como se aprecia en la Figura 24

Figura 24. Clasificación de hojas, según promedios de largo y ancho de la hoja en la época de máxima precipitación



De lo anterior, resulta la información consignada en la Tabla 14, en la que se agrupan 4 tipos de accesiones, de las respectivas variables, así: 43 accesiones tienen LH mayor a

41,99 cm y un AH mayor a 1,64 cm (35,57%), es decir, accesiones con hojas largas y anchas; 18 accesiones (13,63%) tienen un LH menor o igual a 41,99 cm y AH mayor a 1,64 cm, material de hojas cortas y anchas; 15 accesiones (46,66%) tienen un LH mayor a 41,99 cm y un AH menor o igual a 1,64 cm, material largo y delgado y 56 accesiones (11,36%) tienen un LH menor o igual a 41,99 cm y un AH menor o igual a un 1,64 cm, material de hojas cortas y angostas.

Tabla 14. Agrupación de accesiones según correlación del promedio entre ancho y largo de la hoja

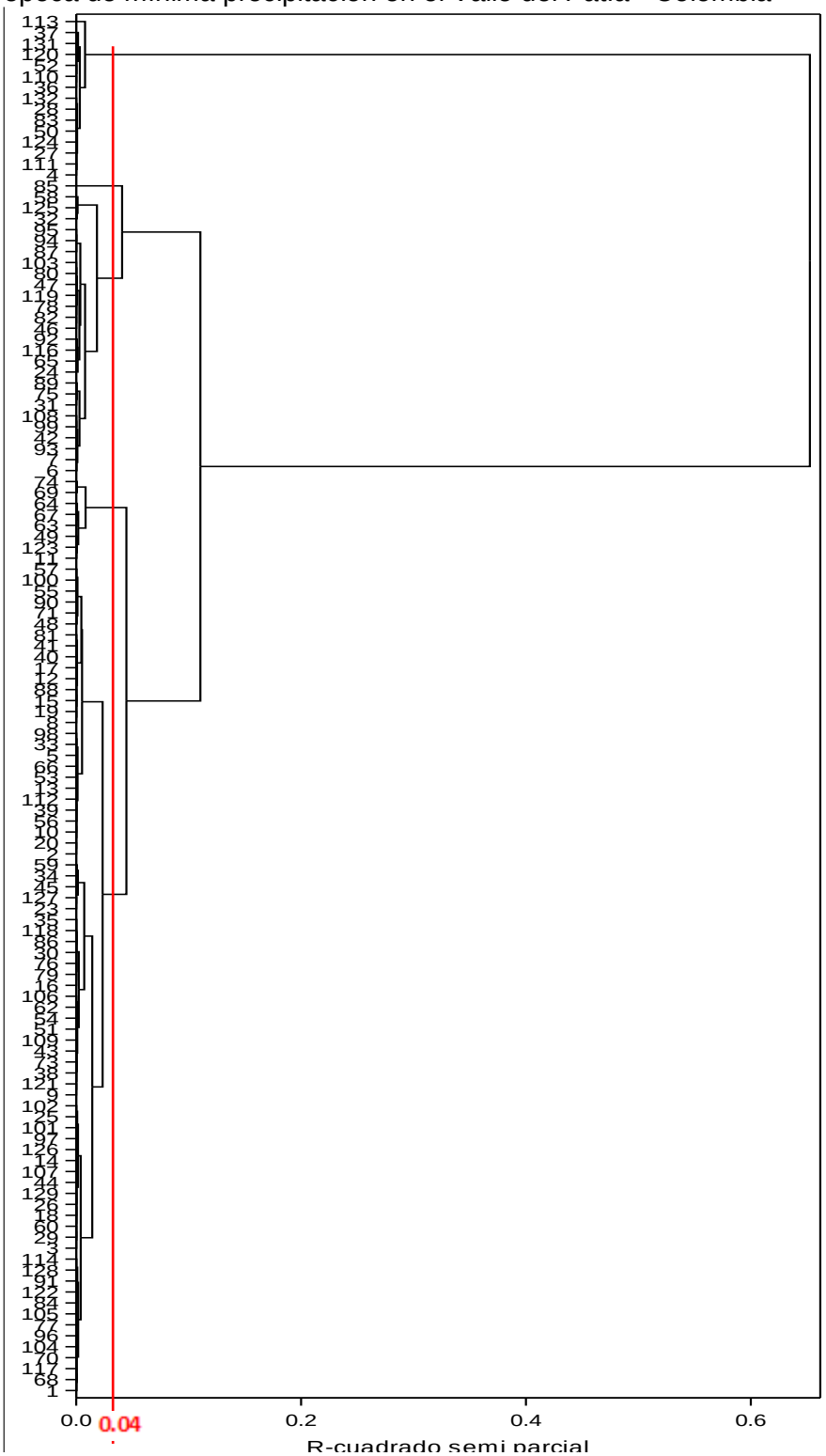
Accesiones con hojas largas y anchas (AH>1,64 y LH>41,99 cm)							
673	688	691	692	693	6501	6784	6796
6839	6855	6872	6893	6901	6906	6923	6929
6951	6954	6955	6962	6963	6968	6981	6983
6990	6996	16003	16004	16005	16011	16017	16023
16048	16049	16054	16062	26723	26911	26936	26939
26942	26944	TAMANI					
Accesiones con hojas cortas y anchas (AH>1,64 y LH≤41,99 cm)							
622	6095	6171	6461	6500	6571	6826	6842
6898	6945	6967	6969	16021	16027	16051	16058
16069	26937						
Accesiones con hojas largas y delgadas (AH≤1,64 y LH> 41,99 cm)							
16071	16046	6840	26917	36000	6857	6975	16059
6944	6986	26360	16034	16060	6843	16055	
Accesiones con hojas cortas y delgadas (AH≤1,64 y LH≤ 41,99 cm)							
26924	16025	16035	16057	6960	6928	6525	6783
6903	16038	6897	6948	16018	6837	6984	6949
16041	6799	6094	685	6900	6868	26923	16068
16044	6175	6918	6658	6836	26947	16065	6831
26900	6912	6915	16039	16028	16036	MASSAI	6536
6497	6299	6805	6866	6890	6982	16019	16031
6891	6927	6787	26906	16064	16061	26925	6864

Mediante el Dendrograma (Figura 25), se observa una distancia r^2 de 0,96, que permitió clasificar las accesiones en cinco grupos (clústeres) obtenidos con una homogeneidad del 99,99%. Para identificar las accesiones en el dendrograma (véase el Anexo A).

3.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Comparando las dos épocas de evaluación, se evidencia un incremento de las variables en máxima precipitación (altura, largo y ancho de hoja, grosor del tallo y relación hoja tallo) que se puede interpretar como un mayor confort por parte de la colección de *M. maximus*. En otras palabras, las plantas tienen mayor facilidad en la movilización de nutrientes requeridos en el crecimiento y formación de tejidos vegetales desde el suelo (Berumen, et al., 2017, Squella, 2012 y Fernández, et al., 2001), contrario a lo que sucede bajo estrés hídrico (De Las Rivas, 2001; Bonilla, 2000; Fernández *et al*., 2001).

Figura 25. Dendrograma de agrupamiento jerárquico morfofenológica *M. maximus* durante época de mínima precipitación en el Valle del Patía - Colombia



Vigor: el promedio fue de 4,6, es 10,87% mayor al encontrado en mínima precipitación de 4,1, este resultado es inferior al reportado por Vivas *et al*. (2005) (4,73 y 4,76).

Las 72 accesiones con vigor entre 4 y 5 (bueno y excelente vigor) en las dos épocas, puede ser considerado para procesos de mejoramiento, debido a que no presentan afectaciones que ponga en riesgo la supervivencia del mismo (De Las Rivas, 2001), este material.

Altura: en la máxima precipitación, se encontró un valor promedio en la altura de 87,99 cm, similar a lo reportado por (Vivas *et al*., 2005), en un rango de valores de 35,94 y 131,8 cm (Tabla 5) que corresponden a las accesiones CIAT 26917 y 26911, respectivamente. Existe una diferencia del 38,57% entre las medias aritméticas entre mínima precipitación con respecto a la máxima precipitación. Los valores bajos encontrados, corresponden a los efectos de estrés hídrico que posiblemente afecta esta característica en de mínima precipitación (De las Rivas, 2001; Fernández *et al*., 2001). En máxima precipitación, los valores encontrados son considerados normales.

Aunque para el presente trabajo no se midió el largo de la raíz, Estrada (2001) y Fortes *et al*. (2004) plantean que la especie *M. maximus* desarrolla raíces profundas que le confiere resistencia la sequía y mecanismos de protección para mantener la turgencia celular de los tejidos mediante el cierre estomático (Azcón *et al*., 2008), bajo las anteriores hipotesis, se presume que uno de los mecanismos de las accesiones con mayor grado de adaptacion, puenden presentar raices produndas que le permiten movilizar agua y nutrientes para sus funciones fisiologicas.

Ancho de hoja: se estimó una diferencia de 15,7% entre las épocas de mínima precipitación en comparación con la máxima precipitación, con promedios de 1,64 y 1,95 cm, respectivamente (Tabla 5); el máximo valor coincide con 2 cm reportados por (Belalcázar *et al*., 1994). El Histograma de frecuencias de las dos épocas (Figuras 6 y 15), presenta un sesgo pronunciado hacia la derecha, donde se evidencia la presencia de 61 y 66 accesiones con valores superiores a la media aritmética en mínima y máxima precipitación; sin embargo (Batistoti *et al.,* 2011) afirman que se puede emplear valores altos en el área específica de la hoja para realizar discriminación de materiales, debido a que existe una correlación positiva con FDN y negativa con DIVMS.

Dentro de la colección, se encontraron 25 accesiones de hoja ancha y larga en las dos épocas. Este material tiene mayor capacidad fotosintética, debido a una mayor área para captar energía solar y sintetizar nutrientes, sin embargo, puede presentar dificultades con la turgencia celular, contrario a lo que sucedería con las 31 accesiones de hojas cortas y angosta (Azcón, *et al*., 2008).

Largo de hoja**:** el promedio del largo de la hoja en máxima precipitación, se calculó en 57,83 cm, un 27,39% más larga que la época de mínima precipitación. Este

comportamiento es explicado mediante el estímulo de temperatura y precipitación evidenciadas a lo largo de las evaluaciones (De las Rivas, 2001; Fernández *et al*., 2001). Las medias encontradas en la presente investigación son superiores a los reportados por Belalcázar *et al*. (1994) de 52,5 cm.

Hojas largas y anchas (mayor área específica), capturan mayor cantidad de energía lumínica y realizan mayor intercambio gaseoso, pasos necesarios para realizar síntesis metabólicas y, por ende, tienden a movilizar mayor cantidad de nutrientes, efectuando un proceso fotosintético más eficiente en ambas épocas, contrario a lo que sucede con accesiones de características contrarias (De las Rivas, 2001; Fernández *et al*., 2001). Los rasgos morfogenéticos de gramíneas forrajeras responden a las condiciones ambientales, tales como temperatura y precipitación que incide específicamente sobre características de las hojas y crecimiento (Peacock, 1975; Bauer *et al.,* 1984).

Las hojas cortas y angostas pueden ser el resultado de la interacción entre los genes y el ambiente, respuesta adaptativa para evitar el estrés térmico e hídrico en la región evaluada (Vallejos, 1988).

Área transversal del tallo: el promedio del área transversal del tallo se determinó en 27,99 mm^2, un 22,42% menor al valor encontrado en máxima precipitación (36, 8 mm^2). Es evidente que existe un efecto directo de la época sobre el área transversal del tallo; a mayor precipitación y altas temperaturas, el material tiende a desarrollar un tallo más grueso, situación que facilita la movilización de una mayor cantidad de nutrientes desde el suelo hacia los tejidos vegetales (De las Rivas, 2001; Fernández *et al*., 2001). Cabe destacar que, en mínima precipitación, se encontró la accesión 673 con el tallo más ancho (90,32 mm^2).

En las dos épocas, las accesiones 6783, 36000, 16018 y 6918, no presentaron tallo, este material puede ser considerado para selección y mejoramiento genético en alimentación animal, puesto que probablemente tiene mayor digestibilidad (Batistoti *et al*., 2011), al igual que las accesiones de tallos delgados.

Relación hoja tallo: en máxima precipitación se determinó una media de 19,07 g/g, inferior a 30,1 g/g en máxima precipitación, con una diferencia de 36,66%. Estos valores son altos y concuerdan con (Peters, *et al*., 2010) que manifiestan altos valores en esta relación, en contraste con el 1,3 g/g reportado por (Vallejos, 1988) y (Belalcázar, *et a*l., 1994). Para los procesos de selección se prefieren accesiones con una amplia relación hoja tallo, en vista que el ganado bovino en el pastoreo prefiere el consumo de material con mayor cantidad de hojas, pues es la parte de la planta con mayor cantidad de nutrientes disponibles para su asimilación y facilidad para la cosecha del follaje. Los valores inferiores a 1 son considerados críticos y de poco interés, debido a una posible disminución en la cantidad y calidad del forraje (Hacker, 1982; Pinto *et al*., 1994; Peters *et al*., 2010; Batistoti *et a*l., 2011).

Para las dos épocas, se encontró que las accesiones 16068, 6872 y 6890 presentan relaciones H:T <1, descartados por su posible valor nutricional; 81 accesiones clasificadas como buenas a excelentes por su amplia relación H:T y las accesiones 6783, 36000, 16018 y 6918 por no presentar tallo, pueden ser consideradas para procesos de selección y mejoramiento, por su potencial nutricional (Hacker, 1982; Izurieta, 2005; Batistoti *et al*., 2011).

Floración: las accesiones que mantuvieron su comportamiento fenológico en las dos épocas fueron: 6864 considerada de floración precoz; 69 con floración intermedia y de floración tardía fueron 6897 y 6948, el resto del material es fuertemente influenciado por la precipitación y la temperatura. El comportamiento de las variables durante la investigación, corresponde con el observado en el cultivar Sabanero (accesión CIAT 6799) puesto al mercado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA (AGROSAVIA, 1999), realizado en el Caribe húmedo seco colombiano, donde se inicia la floración de 15 a 18 días (floración precoz).

Las 49 accesiones de floración tardía en mínima precipitación comparadas con 2 encontradas en máxima precipitación, permiten intuir la baja precipitación y alta temperatura limita el desarrollo de la especie, afectando aspectos fisiológicos de la planta como la floración (Belalcázar *et al*., 1994). Razones similares se reportan en investigaciones de híbridos de *M. maximus*, los cuales son clasificados de acuerdo a su tardía o precoz floración e indica que híbridos de floración tardía e intermedia muestran valores más altos en rasgos vegetativos (Usberti *et al*., 2002).

Correlaciones: Según la Tabla 7. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre las características morfológicas de *M. maximus* en época de máxima y mínima precipitación (Tabla 7), en máxima precipitación, se puede inferir que las accesiones con hojas anchas y tallos gruesos, tienen mayor capacidad para movilizar nutrientes desde las raíces hacia el resto de tejidos (hojas, tallo y semillas), dando como respuesta morfológica, plantas más altas y vigorosas (De las Rivas, 2001; Fernández *et al*., 2001).

Entre las correlaciones encontradas, una de las más altas en ambas épocas es el área transversal del tallo sobre el ancho de la hoja. Según lo anterior, las accesiones con tallos gruesos, prestan hojas anchas (Tabla 7). El ancho de la hoja tiende a mantener un diámetro similar al del tallo (De las Rivas, 2001; Fernández *et al*., 2001).

Teniendo en cuenta la anterior información, el material estudiado que puede ser empleado en corte y pastoreo para las dos épocas, debido a una probable alta producción de biomasa y adecuada concentración de nutrientes, corresponde a las accesiones 16017 de Tanzania, 26942, TAMANI, 6501 y 6784 (las cuatro últimas de origen desconocido, según pasaporte) que se caracterizan por: buen y excelente vigor (>4); de porte alto (<= 1m); hojas largas anchas y angostas; tallos delgados, gruesos o ausentes (>28 mm^2), relación H:T de bueno a excelente (>7,3 g/g), incluyendo la ausencia del tallo y de floración intermedia (Estrada, 2001; Bernal, 1994; Peters *et al*., 2010). En mínima precipitación no

se encontró material de porte alto (>1m) (Estrada, 2001; Bernal, 1994; Peters *et al*., 2010). El material que puede ser empleado para corte en máxima precipitación corresponde a las accesiones CIAT 6981, 692, 688 de Kenia, 6962, 6951, 16048, 16049, 16055 procedentes de Tanzania, 26936 y 26944 de origen desconocido, se identifica por tener: un vigor de bueno a excelente vigor (>4); de porte alto (> 1m); hojas largas anchas y angostas; tallos delgados, gruesos o ausentes (>28 mm^2), relación H:T de bueno a excelente (>7,3 g/g), incluyendo la ausencia del tallo y de floración intermedia (Estrada, 2001; Bernal, 1994; Peters *et al*., 2010).

En general, la colección presento homogeneidad en las variables vigor, altura, ancho y largo de la hoja y heterogeneidad para diámetro transversal del tallo y relación H:T durante las dos épocas, debido a una posible diversidad genética de la especie.

4. CONCLUSIONES

Todas las variables morfológicas evaluadas en máxima precipitación obtuvieron una mejor respuesta que en mínima precipitación, debido a un ambiente favorable (temperatura, humedad relativa, luminosidad y precipitación), con una diferencia porcentual así: la altura varia un 38,6%, ancho de hoja 15,89%, largo de la hoja 27,39%, área transversal del tallo 22,42% y relación hoja tallo 38,6%.

El anterior resultado permite inferir que, en la colección evaluada, existe una amplia variabilidad, influenciada por el genotipo y la época de estudio notando que: 71 accesiones (685, 688, 691, 692, 693, 6094, 6095, 6461, 6500, 6525, 6536, 6571, 6796, 6805, 6826, 6831, 6839, 6840, 6855, 6866, 6868, 6891, 6897, 6900, 6901, 6912, 6923, 6929, 6944, 6945, 6951, 6954, 6960, 6962, 6963, 6967, 6968, 6981, 6983, 6986, 16003, 6004, 16005, 16011, 16017, 16021, 16023, 16025, 16027, 16028, 16034, 16035, 16036, 16038, 16039, 16041, 16046, 16048, 16055, 16057, 16059, 16061, 16062, 16069, 16071, 26360, 26723, 26911, 26936, 26937 y 26939) que se diferencian de las demás, debido a su vigor igual o superior a 4; las accesiones con un alto potencial en la producción de biomasa son 691, 692, 693, 6095, 6461 6500, 6525, 6571, 6796, 6826, 6831, 6839, 6840, 6866, 6868, 6891, 6897, 6900, 6912, 6923, 6929, 6944, 6945, 6960, 6963, 6983, 6986, 16005, 16017, 16028, 16035, 16036, 16038, 16039, 16041, 16046, 16055, 16057, 16061, 16062, 16069, 16071, 26360, 26911 y 26937, debido a que presentan valores superiores al promedio general en las dos épocas (altura de 71,5; lago y ancho de hoja de 1,8 cm y 50 cm; diámetro del tallo 28,29 mm2 y relación H:T >1); las accesiones con un probable buen perfil nutricional, teniendo en cuenta una floración intermedia (floración entre 10 y 50% entre los 13 a 56 días de evaluación) y una aceptable relación hoja tallo >1g/g (incluye material sin tallo) son: 16046, 26937, 16017, 16035, 6981, 692, 6525, 6840, 6796, 26942, 6968, 6898, 6955, 6962, 16021, 16059, 6984, 688, 6969,16041, 6951, 6944, 6094, 6900, 16023, 6175, TAMANI, 6918, 6571, 6658, 16034, 6836, 16060, 26947, 16065, 16048, 26944, 6831, 16049, 6826, 26900, 6912, 6967, 16039, 16028, 6990, 6536, 6299, 6501, 6500, 6784, 6843, 16019, 6891, 6901, 16055, 6929, 16051, 16058, 16064, 16061, 26936 y 16003. Las características anteriormente descritas, son de alto interés para planes de mejoramiento que contribuya mejorar la rentabilidad y la ecoeficiencia de los sistemas ganaderos del Patía.

En el análisis multivariado, los primeros 3 componentes principales explican el 70,77 y 74,56% de la variabilidad en máxima y mínima precipitación, respectivamente, así mismo, se obtuvieron 5 clúster diferenciados entre sí, por la amplia variabilidad estadística del tallo (diámetro y relación H:T) que permite su clasificación (diámetro del tallo con 72,11 y 68,48% de coeficiente de variación y relación H:T con 155,06 y 172, 56% en máxima y mínima precipitación), de la siguiente manera: El clúster 1 se caracteriza por no presentar tallo en las dos épocas, agrupando 22 y 15 accesiones en mínima y máxima precipitación; el clúster 2 es similar en la variable relación H:T (4,71 g/g y 4,89 g/g), agrupando 47 y 76 accesiones en mínima y máxima precipitación, sin embargo en máxima precipitación se encuentran accesiones de tallos más gruesos; el clúster 3 presenta similitud en la variable relación H:T (5,26 g/g y 5,53 g/g) durante las dos épocas, agrupando 57 y 26 accesiones en mínima y máxima precipitación, los tallos son más gruesos en mínima precipitación; el

clúster 4 contiene 8 accesiones cada épocas, se caracterizan por tener una buena relación H:T y diámetro del tallo de 46,49 g/g y 49,06 mm^2 en máxima y 36,49 g/g y 13,1 mm^2 en mínima precipitación; el clúster 5 contiene 1 accesión en cada una de las dos épocas, se caracterizan por tener las hojas más largas y relación H:T bajas de 6,81 g/g en máxima y 36,49 g/g en mínima precipitación.

5. RECOMENDACIONES

Realizar una investigación para determinar el posible valor nutricional de las accesiones con: floración precoz y tardías, amplias relaciones hoja/tallo y de hojas con diferente tamaño (largas y anchas; largas y angosta; cortas y anchas; cortas y anchas) y su posterior incorporación a los sistemas de producción.

Según los resultados anteriormente descritos, se plantea la necesidad de realizar un estudio detallado de las progenies con mejor desempeño en las variables estudiadas de las accesiones con mayor potencial productivo y de adaptación, para identificar el grado de influencia de la diversidad genética (posible influencia poligénica) y/o ambiental de la especie con propósito productivo (producción de biomasa con calidad nutricional).

Para mejorar el desempeño del material evaluado, en mínima precipitación destinado a la producción de forraje con propósitos productivos (ceba o producción de leche) en el Valle geográfico del Patía, se debe aplicar riego.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA MUNICIPAL DE PATÍA CAUCA. Plan de Ordenamiento Territorial Patía Cauca 2006. POT Patía Cauca 2006. El Patía: Alcaldía Municipal de Patía Cauca, 2006. 50p.

BATISTOTI, C.; LEMPP, B.; JANK, L.; MORAIS, M. das G.; CUBAS, A.C; GOMES, R.A.; FERREIRA, M.V.B. Correlations among anatomical, morphological, chemical and agronomic characteristics of leaf blades in *Panicum maximum* genotypes. En: Animal feed science and technology, 2011, vol. 171, no. 2-4, p. 173-180.

BAUER, A.; FRANK, A.B.; BLACK, A.L. Estimation of Spring Wheat Leaf Growth Rates and Anthesis from Air Temperature 1. En: Agronomy Journal, 1984, vol. 76, no 5, p. 829-835.

BELALCÁZAR, D.J.; DURÁN, C.V. y LEMUS, L.H. Especies forrajeras tropicales de interés para pasturas en suelos ácidos de Colombia. Manual de Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos 2. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994.

BERNAL EUSSE, J. Pastos y forrajes Tropicales. 3 ed. Santa fe de Bogotá, D.C. Colombia: Banco ganadero, 1994. ISBN 958-9406-00-9.

BERUMEN ALATORRE, A.C.; RAMÍREZ VERA, S.; CHAY CANUL, A.J.; CASANOVA LUGO, F.; CETZAL IX, W.R. Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México línea]. ResearchGate©: 2017 [citado 18, agosto, 2018]. Disponible en internet en: https://www.researchgate.net/publication/321307604_Avances_de_la_investigacion_sobre_produccion_de_ovinos_de_pelo_en_Mexico/download. ISBN 978-607-96575-3-6.

BONILLA, I. Introducción a la nutrición mineral de las plantas. En: AZCÓN BIETO, Joaquín y TALÓN, Manuel. Fundamentos de fisiología vegetal. Universitat de Barcelona. Barcelona: 2000.

CARMONA, J.C.; BOLÍVAR, D.M.; GIRALDO, L.A. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 2005, vol. 18, no 1.

DE LAS RIVAS, Javier. La luz y el aparato fotosintético. En: AZCÓN BIETO, Joaquín y TALÓN, Manuel. Fundamentos de fisiología vegetal. Universidad de Barcelona, Barcelona: 2001.

DÍAZ, J.M. y GÓMEZ, F. Bosque seco tropical Colombia. Cali, Colombia: Banco de Occidente, I/M Editores, 2006.

ECHEVERRI GÓMEZ, J. y CORRALES, H.I. Evaluación y selección de 24 accesiones e híbridos de *Brachiaria* por adaptación edafoclimática y resistencia al mion. En: Agrosavia Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Cereté: 1999.

ESTRADA ÁLVAREZ, J. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales: Universidad de Caldas, Centro editorial, 2001. ISBN 958-8041-76-7.

FERNÁNDEZ, J.A. y MALDONADO, J.M. Absorción y transporte de minerales. En: AZCÓN BIETO, Joaquín y TALÓN, Manuel. Fundamentos de fisiología vegetal. Universidad de Barcelona, Barcelona: 2001.

FORTES, D.; HERRERA, R.S. y GONZÁLEZ, S. Estrategias para la resistencia de las plantas a la defoliación. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 2004, vol. 38, no 2.

GARZÓN, J.A. Cambio climático: ¿Cómo afecta la producción ganadera? En: REDVET - Revista electrónica de Veterinaria, Universidad Nacional de Colombia, 2011. vol. 12, no 8. ISSN 1695-7504.

GOOGLE MAPS. Mapa Cauca, Patía, Cauca [en línea]. Google®: febrero, 2018 [citado 12, diciembre, 2017]. Disponible en internet en: https://www.google.com/maps/place/Pat%C3%ADa,+Cauca/@2.1317378,-77.1038027,11z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2fc8f97f8289fd:0x2e692a8d90e5862a!8m2!3d2.069301!4d-77.053095.

HACKER, J.B. Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an International Symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia: 24-28, Agosto, 1982.

HANAN ALIPI, A.M.; MONDRAGÓN PICHADOR, J.; VIBRANS, H.; TENORIO LEZAMA, P. Poaceae *Panicum maximum* Jacq. [en línea]. Conabio: 6, agosto, 2009 [citado 27, marzo, 2017]. Disponible en Internet en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/*panicum-maximum*/fichas/ficha.htm.

IZURIETA PINCAY, W.R. Determinación del rendimiento forrajero y valor nutritivo del Pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.) sujeto a cuatro frecuencias de corte durante la época seca en Quevedo. Guayaquil. Tesis Ingeniero Agrícola y Biológico. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil, Ecuador: 2005, 75p.

JANK, L. La historia de *Panicum maximum* en Brasil. Campo Grande: Centro Nacional de Investigación de los ganados vacunos. EMBRAPA: 2003.

KUNST, C.; LEDESMA, R.; MONTI, E.; CASILLO, J. y GODOY, J. Gramíneas indicadores de condición en sitios de pastizal del sudoeste de Santiago del Estero. En: Revista de Investigaciones Agropecuarias, 2007, vol. 36, no. 1.

LAREDO, M.A. y CUESTA, A. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. Bogotá: ICA-Colanta, 1988.

MORALES VELASCO, S.; VIVAS QUILA, N.J. y TERÁN GÓMEZ, V.F. Livestock eco-efficient and adaptation to climate change. En: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 2016, vol. 14, no 1, p. 135-144.

NAVARRO TOVAR, C.L. Variables morfológicas y de composición nutricional en dos cultivares de pasto *Megathyrsus maximus*, Jacq sometidos a una altura y diferentes frecuencias de corte e intensidad lumínica en condiciones de sabanas de Sucre, Colombia. Tesis Zootecnista. Universidad de Sucre. Sincelejo: 2016.

PEACOCK, J.M. Temperature and leaf growth in Lolium perenne. II. The site of temperature perception. En: Journal of applied ecology, 1975, vol. 12, no. 1, p. 115-123.

PETERS, M.; HORACIO, L.F. y SCHMIDT, A. Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical -CIAT-. Cali: 2010.

PINTO, J.C., GOMIDE, J.A. y MAESTRI, M. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. En: Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994, vol. 23, no 3, p. 327-332.

POSADA COSTA, C. La adaptación al cambio climático en Colombia. En: Revista de ingeniería. Julio, 2007, no. 26.

RODRÍGUEZ LÓPEZ, M. Rendimiento y valor nutricional del pasto *Panicum maximun* CV mombaza a diferentes edades y alturas de corte. Tesis Bachiller en Ingeniería en Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2009. 41p.

ROMERO, L. e INTA, R. Pasturas templadas y tropicales [en línea]. Infortambo ©: 2014 [citado 3, septiembre, 2018]. Disponible en Internet en: http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/pasturastt.pdf.

RUÍZ HERNÁNDEZ, F.L., RODRÍGUEZ CARO, E.G., PINZÓN, J., ANZOLA VÁSQUEZ, H.J. y CASTRO L.F. Establecimiento y evaluación de guinea *Panicum máximum* cv. Massai en la hacienda Guachicono del Bordo, Patía (Cauca). En: Revista Ciencia Animal, 2015, vol. 9, pág.125-154. ISSS 2011-513X.

SIMON, B.K. y JACOBS SURREY, W.L. *Megathyrsus*, un nuevo nombre genérico para el subgénero de *Panicum Megathyrsus*. Brisbane, Australia: 2003, vol. 1.

SQUELLA, F. Manejo de praderas permanentes en sistemas silvopastoriles localizados en El Secano Centro, Sur de Chile. Chile: INIA Rayentué, 2012.

THOMAS, D.; DA ROCHA, C.M.C. Manejo de pasturas y evaluación de la producción animal. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia: 1984, pág. 43-59.

TOLEDO, J.M. y SCHULTZE KRAFT, R. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Manual para la evaluación agronómica: Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. p. 91-110. Serie CIAT 07sG-1 (82), 1982.

USBERTI FILHO, J.A.; USBERTI, R. y PATERNIANI, R.S. Differential vegetative and reproductive performances among fifteen guinea grass hybrids. En: Pesquisa Agropecuária Brasileira, febrero, 2002, vol. 37, no. 2, ISSN 1678-3921.

VALLEJOS ALCOCER, A. Caracterización y evaluación agronómica preliminar de accesiones de *Brachiaria* y *Panicum* en el trópico húmedo de Costa Rica [en línea]. Tesis Magister Scientiae. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Programa de estudios de postgrado. Turrialba, Costa Rica: 1988, 143 p.

VILLASEÑOR, J. y ESPINOSA, F. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.: 1998.

VIVAS QUILA, Nelson José. Evaluación agronómica de 137 accesiones de *Desmodium velutinum*, en suelos ácidos [en línea]. Tesis Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Escuela de postgrados. Palima, Colombia: 2005, 88 p.

ANEXOS

ANEXO A. Pasaporte de material vegetal

Accesión #	Fecha de registro	Fecha de colección	País de origen
622	01/01/1973		KENIA
673	01/02/1976	01/02/1976	UNKNOWN
685	21/05/1976		UNKNOWN
688	21/05/1976	10/09/1971	KENIA
691	21/05/1976	01/01/1972	KENIA
692	21/05/1976	02/01/1972	KENIA
693	21/05/1976	10/09/1971	KENIA
6041	31/08/1977		UNKNOWN
6094	30/04/1978		UNKNOWN
6095	30/04/1978		UNKNOWN
6171	30/08/1978		UNKNOWN
6175	30/08/1978		UNKNOWN
6299 comercial Toblata	31/01/1980		UNKNOWN
6461	30/09/1981		UNKNOWN
6497	30/09/1981		UNKNOWN
6500	30/09/1981		UNKNOWN
6501	30/09/1981		UNKNOWN
6525	30/09/1981		UNKNOWN
6526	30/09/1981		KENIA
6536	30/09/1981		KENIA
6571	30/09/1981		KENIA
6658	30/09/1981		UNKNOWN
6783	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6784	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6787	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6796	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6799	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6805	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6826	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6831	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6836	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6837	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6839	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN
6840	31/12/1983	29/11/1983	UNKNOWN

Accesión #	Fecha de registro	Fecha de colección	País de origen
6962 comercial Mombasa	31/12/1983		TANZANIA
6963	31/12/1983		TANZANIA
6967	31/12/1983		TANZANIA
6968	31/12/1983		TANZANIA
6969	31/12/1983		TANZANIA
6975	31/12/1983		TANZANIA
6981	31/12/1983		KENIA
6982	31/12/1983		KENIA
6983	31/12/1983		KENIA
6984	31/12/1983		KENIA
6986	31/12/1983		KENIA
6990	31/12/1983		KENIA
6996	31/12/1983		KENIA
16003	31/12/1983		KENIA
16004	31/12/1983		KENIA
16005	31/12/1983		KENIA
16011	31/12/1983		TANZANIA
16017	31/12/1983		TANZANIA
16018	31/12/1983		TANZANIA
16019	31/12/1983		TANZANIA
16021	31/12/1983		TANZANIA
16023	31/12/1983		TANZANIA
16025	31/12/1983		TANZANIA
16027	31/12/1983		TANZANIA
16028	31/12/1983		TANZANIA
16031 comercial Tanzania	31/12/1983		TANZANIA
16034	31/12/1983		TANZANIA
16035	31/12/1983		TANZANIA
16036	31/12/1983		TANZANIA
16038	31/12/1983		TANZANIA
16039	31/12/1983		TANZANIA
16041	31/12/1983		TANZANIA
16044	31/12/1983		TANZANIA
16046	31/12/1983		TANZANIA

Accesión #	Fecha de registro	Fecha de colección	País de origen
6842	31/12/1983	27/11/1983	UNKNOWN
6843	31/12/1983	27/11/1983	UNKNOWN
6855	31/12/1983		UNKNOWN
6857	31/12/1983		UNKNOWN
6864	31/12/1983		UNKNOWN
6866	31/12/1983		UNKNOWN
6868	31/12/1983		UNKNOWN
6872	31/12/1983		COSTA DE MARFIL (C/V)
6890	31/12/1983		KENIA
6891	31/12/1983		KENIA
6893	31/12/1983		KENIA
6897	31/12/1983		KENIA
6898	31/12/1983		KENIA
6900	31/12/1983		KENIA
6901	31/12/1983		KENIA
6903	31/12/1983		KENIA
6906	31/12/1983		KENIA
6912	31/12/1983		KENIA
6915	31/12/1983		KENIA
6918	31/12/1983		KENIA
6923	31/12/1983		KENIA
6927	31/12/1983		TANZANIA
6928	31/12/1983		TANZANIA
6929	31/12/1983		TANZANIA
6944	31/12/1983		TANZANIA
6945	31/12/1983		TANZANIA
6948	31/12/1983		TANZANIA
6949	31/12/1983		TANZANIA
6951	31/12/1983		TANZANIA
6954	31/12/1983		TANZANIA
6955	31/12/1983		TANZANIA
6960	31/12/1983		TANZANIA

Accesión #	Fecha de registro	Fecha de colección	País de origen
16048	31/12/1983		TANZANIA
16049	31/12/1983		TANZANIA
16051	31/12/1983		TANZANIA
16054	31/12/1983		TANZANIA
16055	31/12/1983		TANZANIA
16057	31/12/1983		TANZANIA
16058	31/12/1983		TANZANIA
16059	31/12/1983		TANZANIA
16060	31/12/1983		TANZANIA
16061	31/12/1983		TANZANIA
16062	31/12/1983		TANZANIA
16064	31/12/1983		TANZANIA
16065	31/12/1983		TANZANIA
16068	31/12/1983		TANZANIA
16069	31/12/1983		TANZANIA
16071	31/12/1983		TANZANIA
26360	20/09/2751		RWANDA (Rutabo)
26723	31/10/1988		UNKNOWN
26900 Comercial vencedor	31/05/1992		UNKNOWN
26906	31/05/1992		UNKNOWN
26911	31/05/1992		UNKNOWN
26917	31/05/1992		UNKNOWN
26923	31/05/1992		UNKNOWN
26924	31/05/1992		UNKNOWN
26925	31/05/1992		UNKNOWN
26936	31/05/1992		UNKNOWN
26937	31/05/1992		UNKNOWN
26939	31/05/1992		UNKNOWN
26942	31/05/1992		UNKNOWN
26944	31/05/1992		UNKNOWN
26947	31/05/1992		UNKNOWN
Massai comercial			

ANEXO B. Formato evaluación relación hoja tallo

EVALUACIÓN RELACIÓN HOJA TALLO					
FECHA: DD – MM - AA - SEMANAS DE CORTE					
Accesión	Floración	Peso Total	Peso tallo	Peso hoja	Observaciones

ANEXO C. Formato evaluación morfofenológica *Megathyrsus maximus*

Accesión	Evaluación	Vigor	Floración (%)	Altura	Hoja (cm)		Tallo Diámetro		Observación
					Ancho	Largo	Lago	ancho	

ANEXO D. Promedios estadísticos obtenidos en máxima y mínima precipitación

Accesión	Vigor	Altura cm	Hoja		Grosor de tallo mm2	% de floración			Relación
			Ancho cm	Largo cm		10%	50%	100%	H/T
Época de máxima precipitación									
16071	5,00	77,04	1,80	60,14	43,63	.	26	.	80,00
16046	4,60	82,06	1,36	54,50	12,86	.	13	.	22,81
673	4,80	104,00	2,12	61,46	73,40	42	56	.	3,04
16054	4,60	101,10	2,22	66,88	45,40	.	13	67	29,67
16005	4,80	72,38	2,48	61,74	31,47	.	13	.	8,22
26937	4,40	67,50	1,74	43,40	30,12	13	26	67	6,52
16017	5,00	81,74	2,52	71,74	73,49	.	13	67	7,42
26924	4,80	76,40	1,16	54,26	10,28	13	26	.	12,00
6923	4,20	78,00	2,08	57,86	24,16	26	42	56	14,85
691	5,00	74,72	5,66	56,32	77,20	13	26	.	153,20
6095	5,00	75,00	1,96	51,96	27,87	13	26	.	17,85
16025	4,00	74,40	1,74	50,64	44,18	42	56	.	1,47
16035	4,60	76,04	1,50	46,70	18,84	.	26	56	55,20
693	5,00	93,20	2,68	75,70	37,02	13	26	.	4,75
6981	5,00	103,12	2,34	70,46	45,53	.	26	.	6,79
16057	4,60	109,66	2,26	61,04	57,71	.	13	.	55,35
692	5,00	127,40	2,44	74,26	65,58	.	26	.	10,18
6960	4,20	63,42	2,44	49,38	36,05	.	13	67	36,28
6928	4,00	68,24	1,42	57,46	36,03	13	26	56	,
6906	4,80	98,32	2,32	74,20	79,48	13	.	.	6,38
6996	4,80	112,20	2,34	75,08	36,40	13	26	.	10,21
6525	4,60	85,00	1,86	63,42	31,62	.	13	67	305,50
6840	4,80	86,20	1,40	59,60	22,28	13	26	56	6,40
16011	5,00	100,90	2,50	65,10	39,36	.	13	.	9,57
6783	4,80	66,70	1,54	60,44	17,17	.	13	.	,
26917	5,00	49,50	1,46	53,20	15,48	.	13	.	12,56
6796	5,00	77,80	2,16	57,36	59,62	13	26	56	189,86
6171	4,60	63,68	1,98	46,20	31,25	13	26	.	1,60
36000	4,40	77,40	1,80	48,50	48,74	.	42	.	,
6903	4,40	77,60	1,68	55,76	16,36	13	26	.	,
26942	5,00	84,60	1,64	68,94	63,55	.	13	.	9,42
6857	5,00	118,40	2,70	76,20	58,32	13	26	.	22,57
16004	4,80	102,30	2,20	73,26	68,34	.	26	.	4,85
6893	4,40	97,60	1,98	64,56	39,95	13	26	.	6,89
16038	4,80	79,40	1,90	46,64	18,86	.	26	56	188,20
6945	5,00	117,26	2,32	62,42	55,80	.	26	.	56,30
6897	4,40	80,00	2,10	55,68	47,41	13	.	.	83,00
16069	5,00	89,56	2,12	73,38	24,67	13	26	.	14,15
6948	4,60	82,60	2,10	59,66	30,44	42	.	.	,
16018	5,00	119,80	1,66	62,70	28,37	.	13	.	,
6837	4,40	70,50	1,52	57,82	19,26	.	13	.	16,42
6968	4,40	95,60	2,16	50,66	34,04	.	13	26	25,00
6898	4,80	85,76	2,04	54,44	41,22	13	.	26	4,60
6955	4,00	84,60	1,94	66,18	32,10	.	13	26	,

Accesión	Vigor	Altura cm	Hoja		Grosor de tallo mm2	% de floración			Relación
			Ancho cm	Largo cm		10%	50%	100%	H/T
6962	4,60	108,60	1,84	58,00	48,74	.	26	.	,
6975	4,20	71,86	1,44	53,94	21,24	.	.	13	6,40
6839	5,00	93,86	2,38	52,72	72,52	.	.	26	4,36
16021	4,80	87,80	2,18	63,24	60,54	13	.	26	24,45
16059	4,80	124,00	1,28	54,28	37,64	.	.	26	16,03
26723	4,80	110,12	3,04	71,08	54,48	13	.	26	,
6984	5,00	92,20	2,48	64,08	29,43	13	.	26	7,73
688	4,60	113,40	2,30	76,70	69,85	.	26	42	10,95
6949	4,60	79,60	1,72	55,04	29,16	.	.	13	3,73
6969	4,20	83,20	1,16	55,96	26,59	13	.	26	8,48
16041	4,40	109,92	1,95	70,40	71,63	.	26	56	15,40
6951	4,40	103,88	2,44	60,56	33,20	.	.	26	14,35
6944	4,80	104,10	2,32	47,44	49,70	13	.	26	65,22
6799	4,20	35,94	0,80	35,12	10,57	.	.	13	33,50
6094	4,40	86,12	1,76	56,08	31,54	.	13	26	16,64
6986	4,00	86,80	1,72	64,16	24,05	.	.	13	7,29
685	4,80	47,40	0,94	38,58	10,27	.	.	13	26,00
6900	4,20	54,60	1,64	60,06	19,98	13	26	42	10,94
6868	4,20	89,88	2,10	54,98	40,37	13	.	26	68,11
26923	4,20	75,12	1,70	53,92	31,09	.	13	.	2,87
16068	3,20	55,44	1,18	41,14	9,71	.	.	26	2,09
16023	4,60	91,60	1,86	57,80	27,36	.	13	26	7,30
16044	4,40	57,40	0,92	45,42	5,25	.	.	13	,
6175	4,40	108,60	2,34	62,54	38,49	13	.	26	,
TAMANI	5,00	90,00	2,08	68,24	25,86	.	13	26	23,29
6918	4,40	86,40	1,84	44,44	26,63	13	.	26	,
6571	4,80	68,60	2,22	67,72	19,26	.	13	26	4,70
6842	5,00	106,40	2,38	48,50	51,56	.	26	42	1,01
6658	5,00	95,60	1,90	62,84	44,26	.	13	26	,
26360	5,00	75,20	1,28	68,40	16,99	.	.	13	17,50
16034	4,80	69,24	1,66	46,72	82,20	.	13	26	82,20
6836	4,80	106,60	2,08	68,00	36,56	13	.	26	21,57
16060	4,80	88,90	2,46	47,68	50,08	.	.	26	4,94
26947	5,00	112,10	2,06	53,32	36,88	13	.	26	25,82
16065	5,00	90,60	1,60	163,44	29,78	13	.	26	32,56
16048	4,60	101,50	2,36	58,56	64,42	.	.	26	30,83
26944	5,00	103,80	2,18	65,36	43,99	13	26	42	,
6831	4,40	99,80	1,56	52,36	18,40	13	.	26	115,67
16049	5,00	101,60	1,90	69,30	40,76	.	13	26	,
6826	4,80	105,50	2,34	47,60	27,41	.	13	26	8,82
26900	4,20	65,90	1,46	49,64	19,13	.	13	26	31,43
6855	4,80	78,08	1,60	44,76	26,24	.	13	26	16,14
6912	5,00	96,60	1,90	59,46	36,28	.	.	26	29,43
6967	4,00	75,40	2,04	65,60	31,61	.	13	26	11,94
6915	3,80	82,30	1,64	46,14	30,67	.	13	26	2,83
16039	4,40	84,00	1,76	55,72	20,90	.	13	26	37,89
16028	5,00	85,00	2,26	58,86	17,05	.	13	26	20,75
16036	4,40	65,80	1,24	49,64	4,38	.	13	26	22,13

Accesión	Vigor	Altura cm	Hoja		Grosor de tallo mm2	% de floración			Relación
			Ancho cm	Largo cm		10%	50%	100%	H/T
6990	4,80	83,70	1,82	52,62	25,31	13	.	26	25,43
6963	4,20	88,70	2,26	52,36	42,29	13	.	26	16,14
MASSAI	5,00	78,24	1,86	57,04	42,67	13	.	26	32,11
6461	4,20	101,52	1,96	62,76	42,16	13	.	26	139,50
6536	4,60	85,80	1,70	44,88	32,11	.	.	26	9,80
6497	4,40	93,00	2,06	55,94	38,51	.	13	26	15,31
6299	4,60	79,74	1,70	40,44	18,37	13	.	26	,
6501	4,60	92,80	2,04	60,10	66,23	.	13	26	31,86
6500	3,60	70,32	1,82	35,06	27,31	.	.	26	9,18
6805	4,20	52,20	1,18	52,48	6,32	.	.	13	12,93
6784	4,60	89,00	2,20	58,92	33,14	13	26	42	9,40
6843	4,80	97,00	1,96	47,82	27,85	.	13	26	,
6866	3,80	66,30	1,88	59,58	28,61	.	.	13	4,48
6872	4,60	94,40	2,18	51,98	37,79	.	.	13	2,91
6890	4,80	88,28	1,80	57,34	27,55	.	13	26	3,71
6982	4,80	104,40	1,64	47,34	15,95	.	.	13	3,20
16019	5,00	88,00	1,88	57,92	16,14	.	13	26	47,71
16031	4,40	92,40	2,30	54,90	60,36	.	.	13	,
6891	4,60	97,80	2,22	56,52	47,41	.	13	13	223,75
16027	4,00	79,90	1,68	52,54	17,57	.	13	42	36,14
16051	4,20	97,80	1,88	52,34	37,47	.	13	13	,
6787	4,40	78,40	1,86	57,74	26,43	13	.	13	41,75
16058	4,20	83,00	2,00	57,80	48,31	.	13	13	50,50
16062	4,80	123,72	2,36	45,64	50,89	.	13	.	20,10
26906	4,80	72,30	1,12	29,50	12,54	.	13	67	2,95
16064	4,80	85,10	1,96	50,80	11,68	13	67	.	3,94
16061	4,80	83,80	1,48	40,20	22,66	.	13	56	19,90
26925	4,60	63,80	1,02	55,70	5,35	.	.	42	22,40
26939	5,00	126,80	2,40	74,40	55,98	13	56	67	25,67
26911	4,80	84,00	1,50	64,20	16,87	.	13	56	17,59
26936	5,00	131,80	2,86	78,80	73,95	.	13	56	6,86
622	5,00	91,20	2,28	49,94	40,47	.	.	26	,
16003	4,80	101,37	2,04	49,62	37,39	.	13	26	12,43
6864	3,80	53,60	0,88	25,80	6,15	13	.	.	14,75
Época de mínima precipitación									
16071	4,00	60,30	1,55	42,15	15,86	42	.	.	37,20
16046	3,75	60,85	1,49	48,88	7,92	.	26	.	11,98
673	4,50	61,80	1,88	50,53	90,32	.	.	.	9,48
16054	4,50	58,60	1,93	50,33	21,45	.	.	.	8,25
16005	5,00	65,35	4,05	62,38	51,10	56	.	.	16,27
26937	3,00	40,63	1,75	37,18	32,90	26	.	.	4,44
16017	5,00	71,10	2,98	52,78	57,17	.	.	.	3,63
26924	4,00	65,70	1,15	40,13	7,54	56	.	.	44,09
6923	3,00	45,75	1,93	45,38	19,12	.	.	.	11,83
691	4,75	65,58	2,35	46,43	50,88	.	.	.	19,44
6095	4,25	45,38	1,95	36,50	45,78	.	.	.	7,27
16025	3,50	40,55	1,45	35,78	21,84	.	42	.	4,83
16035	3,50	42,73	1,33	32,55	25,72	.	42	.	19,41

Accesión	Vigor	Altura cm	Hoja		Grosor de tallo mm2	% de floración			Relación
			Ancho cm	Largo cm		10%	50%	100%	H/T
693	4,75	71,55	2,63	50,19	30,84	.	.	.	7,09
6981	4,50	61,30	2,20	50,18	73,06	.	42	.	26,80
16057	4,25	59,15	1,38	39,78	25,22	56	.	.	17,90
692	4,75	83,63	2,08	55,33	35,86	42	.	.	15,67
6960	3,25	49,15	1,23	21,60	17,55	.	.	.	52,90
6928	2,75	40,00	1,43	29,68	20,86	.	.	.	29,63
6906	4,75	64,18	1,73	57,75	37,27	42	.	.	102,00
6996	4,75	63,03	1,65	57,40	43,01	.	.	.	14,56
6525	3,00	50,65	1,13	39,63	9,96	.	26	42	11,88
6840	3,75	58,40	1,40	44,53	12,64	.	26	42	3,46
16011	4,75	62,95	2,15	44,68	20,45	.	.	.	4,79
6783	3,00	49,00	1,53	37,55	7,60	.	.	.	.
26917	4,00	50,43	1,18	43,75	7,05	.	.	.	.
6796	4,75	55,70	1,80	44,05	42,00	26	.	56	62,20
6171	3,75	53,35	2,63	39,50	19,46	26	.	.	2,62
36000	5,00	68,35	1,55	50,13	46,77	42	.	.	.
6903	3,25	49,36	1,00	32,23	11,78	.	.	.	21,27
26942	4,50	59,38	1,65	46,23	11,41	.	26	56	11,07
6857	4,75	73,83	1,53	50,65	26,18	42	.	.	.
16004	4,50	63,45	2,00	49,75	55,30	42	.	.	4,85
6893	4,50	58,15	1,70	45,25	30,28	.	.	.	5,00
16038	4,50	64,48	1,60	40,63	22,70	42	.	.	11,86
6945	5,00	55,60	1,70	39,20	41,27	.	.	.	38,93
6897	4,00	50,73	1,50	41,55	36,45	.	.	.	12,13
16069	4,50	64,90	1,73	41,45	13,71	.	.	.	.
6948	3,75	44,83	1,40	37,08	27,56	26	.	.	31,50
16018	4,75	64,33	1,23	39,83	18,86	.	.	.	.
6837	3,25	56,00	1,30	37,30	8,83	.	.	.	20,17
6968	4,25	51,63	1,83	52,98	24,31	42	56	.	7,26
6898	4,50	53,10	2,03	40,90	29,90	.	26	42	5,04
6955	4,00	57,40	2,33	55,50	40,73	42	56	.	70,67
6962	5,00	64,13	1,73	50,98	38,78	.	26	.	37,21
6975	4,00	50,28	1,53	43,00	12,02	56	.	.	16,52
6839	4,75	56,73	1,93	46,30	30,03	42	.	.	4,53
16021	5,00	51,40	2,00	35,75	23,96	26	42	.	7,21
16059	4,75	76,30	1,63	55,28	30,31	.	26	56	7,33
26723	5,00	61,23	2,20	48,60	54,90	56	.	.	52,00
6984	5,00	52,40	1,55	38,78	13,22	26	42	.	142,33
688	4,75	51,83	2,25	55,33	20,26	26	42	.	.
6949	4,25	47,75	1,45	34,58	28,76	42	.	.	7,96
6969	4,00	49,10	2,48	40,03	15,71	.	26	42	150,67
16041	3,50	56,43	1,53	37,10	38,31	.	26	.	23,86
6951	5,00	52,25	1,95	48,38	78,68	.	26	.	.
6944	4,75	52,10	1,45	42,95	47,56	.	42	.	57,14
6799	3,00	41,33	0,78	31,80	10,46	.	13	42	14,67
6094	3,25	51,78	1,53	40,28	27,13	13	.	26	7,44
6986	3,75	50,70	1,35	45,80	13,10	.	.	.	5,63
685	3,25	37,55	0,80	26,53	7,45	.	13	42	4,41

Accesión	Vigor	Altura cm	Hoja		Grosor de tallo mm2	% de floración			Relación
			Ancho cm	Largo cm		10%	50%	100%	H/T
6900	2,75	40,73	1,10	36,98	25,63	.	56	.	5,98
6868	4,50	53,95	1,55	35,70	19,10	42	.	.	3,08
26923	3,50	48,45	1,45	31,23	9,48	42	.	.	9,98
16068	2,25	37,05	1,03	26,70	8,61	.	.	.	2,56
16023	4,25	61,23	1,73	50,03	15,85	.	42	.	5,77
16044	3,50	49,43	1,28	37,58	12,11	.	.	26	6,29
6175	4,00	60,55	1,63	40,83	59,83	.	26	42	87,80
TAMANI	4,75	57,45	2,25	140,45	50,24	.	26	.	.
6918	4,00	51,63	1,63	28,11	36,92	.	42	.	.
6571	4,25	50,65	1,83	41,08	21,70	.	42	.	8,97
6842	4,75	60,70	1,70	35,75	39,09	.	.	.	4,09
6658	4,25	55,28	1,43	37,88	21,96	.	.	42	4,78
26360	4,00	54,30	1,16	43,70	11,06	13	26	42	.
16034	4,25	60,60	1,53	47,80	21,02	13	.	26	33,83
6836	4,75	53,85	1,25	36,20	29,10	26	.	56	5,31
16060	4,25	58,40	1,38	43,68	39,75	.	26	42	20,93
26947	4,50	59,88	1,45	39,45	53,18	.	.	13	5,56
16065	4,00	51,78	1,08	40,83	19,89	.	42	.	.
16048	5,00	64,78	1,80	51,28	41,11	.	13	42	13,60
26944	5,00	48,90	1,83	42,65	30,07	.	56	.	33,71
6831	3,75	51,53	1,60	36,90	23,84	.	13	26	.
16049	4,25	50,30	1,73	42,55	31,84	.	13	26	45,11
6826	3,25	43,85	1,68	28,75	20,05	.	13	26	.
26900	3,00	44,55	1,40	40,80	10,48	.	26	56	13,50
6855	4,00	48,58	1,68	50,20	26,57	.	13	26	2,74
6912	4,75	55,70	1,15	41,83	28,29	42	.	.	.
6967	3,00	42,43	1,75	36,20	17,43	.	42	.	60,75
6915	3,25	53,08	1,33	38,45	22,71	42	56	.	2,72
16039	4,75	56,20	1,40	34,68	18,93	.	26	42	19,81
16028	4,25	57,10	1,33	41,25	22,09	.	26	56	3,05
16036	3,00	57,90	1,23	38,95	12,35	26	.	46	5,56
6990	4,25	56,18	1,88	45,05	22,03	13	26	42	4,00
6963	3,50	48,88	1,70	47,58	20,39	.	.	.	4,81
MASSAI	3,75	49,48	1,55	30,33	34,32	42	.	.	.
6461	4,00	49,88	1,70	39,48	25,84	56	.	.	16,17
6536	3,00	43,68	1,28	26,83	27,41	26	.	56	5,08
6497	3,75	52,98	1,30	33,88	28,67	.	.	.	3,01
6299	3,50	47,63	1,40	32,60	31,69	.	.	26	4,73
6501	4,25	48,93	2,00	42,88	62,21	42	.	56	3,30
6500	3,50	40,20	1,90	33,75	20,19	42	56	.	3,82
6805	3,50	44,68	1,08	31,55	14,02	.	.	26	4,52
6784	4,50	54,15	1,73	44,15	30,17	26	42	.	.
6843	4,88	55,13	1,63	45,05	18,90	.	13	42	52,14
6866	3,00	42,48	1,53	35,58	21,45	42	.	56	5,01
6872	4,50	49,93	2,10	43,30	40,29	.	.	26	2,11
6890	4,50	56,53	1,43	39,95	18,28	.	13	26	2,31
6982	3,30	50,36	1,10	31,57	13,20	.	26	56	.
16019	4,75	41,25	1,40	29,03	10,49	26	42	.	30,25

Accesión	Vigor	Altura cm	Hoja		Grosor de tallo mm2	% de floración			Relación
			Ancho cm	Largo cm		10%	50%	100%	H/T
16031	3,75	50,35	1,63	34,38	27,51	.	26	56	32,55
6891	3,50	49,73	1,30	36,90	38,94	.	.	26	4,50
6901	4,75	60,13	1,65	46,65	47,82	26	.	42	7,40
16055	4,50	65,80	1,50	51,35	46,26	26	.	42	20,05
6927	3,75	44,50	1,03	40,65	10,45	.	26	56	6,65
6929	5,00	74,45	2,00	46,29	43,48	13	.	26	13,45
6954	4,75	58,08	1,90	55,93	34,25	56	.	.	5,03
6983	4,50	59,20	2,55	51,88	41,30	.	.	.	8,99
16027	3,25	45,68	1,73	36,28	32,25	.	.	.	3,03
16051	4,25	52,08	1,83	40,83	26,73	26	42	.	10,30
6787	4,50	53,55	1,60	30,85	31,17	56	.	.	18,04
16058	4,25	47,38	1,65	40,03	23,36	26	.	.	11,38
16062	4,00	52,60	1,80	43,83	35,26	.	.	.	2,22
26906	4,00	37,58	1,23	27,53	7,91	.	26	.	3,37
16064	4,50	50,03	1,35	39,60	15,09	26	56	.	.
16061	4,50	39,00	1,15	28,48	21,00	13	.	26	4,61
26925	3,50	42,45	1,13	37,35	4,00	13	.	26	68,21
26939	5,00	74,18	2,18	50,10	50,15	56	.	.	3,33
26911	3,75	56,35	2,15	42,50	9,39	.	.	.	4,85
26936	5,00	65,88	1,78	47,00	37,27	26	42	.	.
622	4,75	51,10	1,80	37,28	36,62	.	13	56	6,47
16003	5,00	61,23	1,93	49,38	42,04	.	26	56	7,30
6864	1,75	34,68	1,15	18,20	5,10	13	.	.	.

ANEXO E. Autovectores en ambas épocas

	CP 1 en epoca		CP 2 en epoca		CP 3 en epoca		CP 4 en epoca		CP 5 en epoca		CP 6 en epoca		CP 7 en epoca	
	Max. Prec.	Min. Prec.	Max. Prec.	Min. Prec.	Max. Prec.	Min. Prec.	Max. Prec.	Min. Prec.	Max. Prec.	Min. Prec.	Max. Prec.	Min. Prec.	Max. Prec.	Min. Prec.
Vigor	0,4000	0,4607	0,2309	0,1377	0,3266	-0,0525	0,0290	-0,4832	-0,7852	0,1521	0,2448	0,2139	0,0513	-0,6810
Altura	0,5056	0,4285	0,0841	0,3027	0,0628	-0,1459	0,0757	-0,4945	0,0400	-0,0207	-0,8399	-0,2397	-0,1438	0,6333
Ancho de hoja	0,4745	0,4257	0,1180	0,0509	-0,2022	-0,1890	0,5270	0,5419	0,3143	0,6225	0,4156	-0,3135	-0,4133	-0,0311
Largo de hoja	0,3653	0,4028	0,2858	0,2726	0,1229	-0,1395	-0,7706	0,4263	0,3561	-0,7359	0,2147	-0,0352	-0,0552	-0,1396
Área del tallo	0,4591	0,4291	-0,5008	-0,3701	-0,1071	0,2247	0,0516	0,1497	0,1237	0,0467	0,1081	0,7062	0,7051	0,3241
Relación hoja tallo	-0,0899	-0,2766	0,7688	0,5888	-0,1362	-0,4734	0,2371	0,1143	0,1519	0,1778	-0,0525	0,5462	0,5479	0,0985