

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO

TESIS PROFESIONAL PARA TITULACIÓN INTEGRAL

TITULADA:

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 11 GRAMÍNEAS FORRAJERAS DEL
GÉNERO *Brachiaria* EN EL TRÓPICO SUBHÚMEDO DEL ISTMO DE
TEHUANTEPEC”**

QUE PRESENTA:

LUIS FERNANDO ANTONIO MARTÍNEZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**CON ESPECIALIDAD EN APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS
AGROECOSISTEMAS PECUARIOS**

San Pedro Comitancillo, Oaxaca. Mayo de 2022.





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Comitancillo
División de Estudios
Profesionales

San Pedro Comitancillo, Oax. **02/MAYO/2022.**

OFICIO No.: **DEP.160/2022.**

C. LUIS FERNANDO ANTONIO MARTINEZ.
PASANTE(S) DE LA CARRERA DE
ING. EN AGRONOMIA.
P R E S E N T E.

Habiendo analizado la **TESIS PROFESIONAL** titulado: "EVALUACION AGRONOMICA DE 11 GRAMINEAS FORRAJERAS DEL GENERO *Brachiaria* EN EL TROPICO SUBHUMEDO DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC". Que presenta(n) ante la comisión revisora y previo dictamen de la misma, para obtener el título de **ING. EN AGRONOMIA**, con especialidad de **APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS AGROECOSISTEMAS PECUARIO**, comunico a usted(es) que dicho documento cubre satisfactoriamente los requisitos de forma y contenido, por lo que se autoriza su edición.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Espíritu Tecnológico, reflejo de trabajo y libertad"


Ing. Rosario Santiago.
Jefe de la División de Estudios Profesionales.



C.c.p. Archivo.
RS/rgh.



Carretera Ixtaltepec - Comitancillo Km. 7.5 San
Pedro Comitancillo, Oax. C.P. 70750
Telefonos (01 971) 717 21 09 (01 971) 717 21 10,
e-mail: dir_comitancillo@tecnm.mx.

www.comitancillo.tecnm.mx





San Pedro Comitancillo, Oax., **24/mayo/2022**

ASUNTO: LIBERACIÓN DE PROYECTO
PARA TITULACIÓN INTEGRAL

ING. ROSARIO SANTIAGO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE.

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente Proyecto para la Titulación Integral:

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	LUIS FERNANDO ANTONIO MARTINEZ
CARRERA:	INGENIERIA EN AGRONOMIA
No. DE CONTROL:	15710007
NOMBRE DEL PROYECTO	"EVALUACIÓN AGRONOMICA DE 11 GRAMINIEAS FORRAJERAS DEL GENERO Brachiaria EN EL TROPICO SUBHUMEDO DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC"
PRODUCTO:	TESIS PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
"Espíritu Tecnológico, Reflejo de Trabajo y Libertad"*



**INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE COMITANCILLO**

ING. HARUE KARINA JIMENEZ ANTONIO DEPARTAMENTO DE
JEFA DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS **INGENIERÍAS**

M.C. ZULMA CASTILLEJOS ANTONIO M.C. JUAN RENDON CRUZ	DR. JOSE MANUEL CABRERA TOLEDO	ING. LEANDRO MARCOS RAMOS
NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR	NOMBRE Y FIRMA DEL REVISOR*	NOMBRE Y FIRMA DEL REVISOR*

*solo aplica para el caso de tesis o tesina

S.E.P.
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO
RECIBIDO
26 MAY 2022
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Carretera Ixtaltepec - Comitancillo Km. 7.5 San Pedro Comitancillo, Oax. C.P. 70750.

Teléfonos (01 971) 717 21 09 e-mail: acad_comitancillo@tecnm.mx.

www.comitancillo.tecnm.mx



2022 Flores
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	9
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo general:	11
1.1.2 Objetivos específicos:	11
1.2 Hipótesis.....	11
CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO	12
2.1 Importancia de las gramíneas forrajeras del género <i>Brachiaria</i>	12
2.2 Factores que afectan la producción de forrajes.	13
2.2.1 Suelo	13
2.2.2 Clima.....	14
2.2.3 Manejo de la pradera.....	16
2.3 Variables agronómicas evaluadas	17
2.3.1 Altura a rebrote día 7 (AR7).....	17
2.3.2 Interceptación solar (% IS).....	18
2.3.3 Altura a cosecha (AC).....	20
2.3.4 Diámetro de macollo (DM)	21
2.3.5 Rendimiento de forraje verde (RFV)	21
2.3.6 Relación hoja/tallo (RH/T).....	22
2.3.7 Porcentaje de materia seca (% MS)	22

2.3.8	Rendimiento de materia seca (RMS)	23
2.4	Características agronómicas de las especies evaluadas.	23
2.4.1	Insurgente (<i>Brachiaria brizanta</i>).....	23
2.4.2	Mg5 (<i>Brachiaria brizanta</i> cv. Xaraes).....	24
2.4.3	Piata (<i>Brachiaria brizanta</i> cv. Piata)	25
2.4.4	Cobra (<i>Brachiaria hibrido</i> cv. CIAT BRO2/1794)	26
2.4.5	Cayman (<i>Brachiaria hibrido</i> cv. CIAT BRO2/1752).....	27
2.4.6	Mulato II (<i>Brachiaria hibrido</i> CIAT 36087).....	27
2.4.7	Señal (<i>Brachiaria decumbens</i>)	29
2.4.8	Mulato I (<i>Brachiaria hibrido</i> CIAT 36061).....	29
2.4.9	Mavuno (<i>Brachiaria brizanta x ruzizensis</i>)	31
2.4.10	Basilisk (<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk CIAT 606).....	32
2.4.11	Ruzizensis (<i>Brachiaria Ruzizensis</i>)	33
2.5	Investigaciones sobre el comportamiento agronómico de especies del género <i>Brachiaria</i>	34
CAPÍTULO III PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		49
3.1	Características del área de estudio	49
3.1.1	Localización geográfica	49
3.1.2	Clima.....	49
3.1.3	Suelo	50

3.1.4	Ganadería y agricultura.....	51
3.2	Ubicación del experimento.....	51
3.3	Tratamientos	51
3.4	Croquis del Experimento.....	52
	En la Figura 1 se observa la distribución en campo de los tratamientos.....	52
3.5	Diseño experimental y modelo estadístico.....	53
3.6	Descripción de las actividades.....	53
3.6.2	Mantenimiento.....	54
3.7	Toma de datos.....	55
3.7.1	Altura a rebrote día 7 (AR7).....	55
3.7.2	Porcentaje de interceptación Solar (%IS)	55
3.7.2	Altura a cosecha (AC).....	56
3.7.3	Diámetro de macollo (DM)	56
3.7.4	Rendimiento de forraje verde (RFV)	56
3.7.5	Relación hoja/tallo (RHT).....	57
3.7.6	Porcentaje de materia seca	57
3.7.7	Rendimiento de materia seca.....	57
3.8	Análisis de la información.....	58
	CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1	Resultados por especie al establecimiento	59

a)	Rendimiento de forraje verde (RFV)	59
b)	Porcentaje de interceptación solar (%IS)	60
4.2	Resultado por especie al primer corte	61
a)	Altura a cosecha (AC).....	61
b)	Diámetro de macollo (DM)	63
c)	Rendimiento de forraje verde (RFV).....	64
d)	Relación hoja/tallo (RHT).....	66
e)	Porcentaje de interceptación solar (%IS).....	68
f)	Rendimiento de materia seca (RMS t ha ⁻¹).....	70
g)	Altura a rebrote día 7 (AR7).....	72
h)	Rendimiento de forraje verde día 7 (RFV7).....	73
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		74
5.1	Conclusiones.....	74
5.2	Recomendaciones	75
CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.....		77
ANEXOS.....		85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pagina
1. Croquis del experimento	52
2. Resultados para rendimiento de forraje verde (RFV t ha ⁻¹)	60
3. Resultados para el porcentaje de interceptación solar.....	61
4. Resultados para altura a cosecha (AC).	63
5. Resultados para diámetro de macollo (DM)	64
6. Resultados para rendimiento de forraje verde (RFV t ha ⁻¹)	66
7. Resultados para relación hoja tallo (RHTT)	68
8. Resultados para porcentaje de interceptación solar (%IS)	69
9. Resultados para rendimiento de materia seca (RMS t ha ⁻¹).	70
10. Resultados para altura a rebrote día 7 (AR7)	72
11. Resultados para rendimiento de forraje verde día 7 (RFV7 t ha ⁻¹)	73
12. Temperatura mínima, máxima y precipitación	85
13. Velocidad del viento y humedad relativa.....	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Cuadro	Pagina
1. Datos Climatológicos	85
2. Resumen de ANAVA para RFV	86
3. Resumen de ANAVA para % IS	86
4. Resumen de ANAVA para AC.....	87
5. Resumen de ANAVA para DM.....	87
6. Resumen de ANAVA para RFV.....	87
7. Resumen de ANAVA para RHTT.....	88
8. Resumen de ANAVA para %IS.....	88
9. Resumen de ANAVA para RMS.....	88
10. Resumen de ANAVA para AR7.....	89
11. Resumen de ANAVA para RFV7.....	89

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la respuesta agronómica de 11 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en el trópico subhúmedo del Istmo de Tehuantepec, se desarrolló un experimento en el Instituto Tecnológico de Comitancillo. El clima es cálido subhúmedo $A_{wo}(W)$ ig, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano. Los tratamientos lo conformaron 11 especies de gramíneas forrajeras, Cobra, Mavuno, Cayman, Mulato II, Insurgente, Piata, Ruziziensis, Mg5, Señal, Mulato I y Basilisk; se utilizó un diseño en bloques al azar con dos repeticiones, tomando las siguientes variables, altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS), relación hoja/tallo (RHT), porcentaje de interceptación solar (%IS), altura a rebrote al día 7 (AR7) y rendimiento de forraje verde al día 7 (RFV7). Los resultados al establecimiento mostraron respuesta significativa ($p < 0.05$) para RFV siendo Mavuno la más sobresaliente con un promedio de 68.96 t ha^{-1} , para el %IS, se observó respuesta altamente significativa ($p < 0.01$) donde los mejores promedios fueron para Insurgente, Mavuno, Señal y Basilisk con promedios de 81.50 %, 81.34 %, 78.67 % y 77.84% respectivamente. Por otra parte, se observó respuesta significativa en las variables AC, DM, RHT, %IS, RFV, RMS, AR7 y RFV7 en el primer corte. Para AC, MG5, Señal, Piata, Mavuno e Insurgente fueron las especies más sobresalientes con 88.50 cm, 88.17 cm, 87.50cm ,87.50 cm y 80.67 cm respectivamente, para (DM) la especie con mejor promedio fue Insurgente con 15 cm, en el RFV el mejor promedio fue para Señal con 32.69 t ha^{-1} , para RHT, Cobra obtuvo el mejor valor con 1.57, para %IS Mavuno obtuvo el mejor valor con 97.67 %, en el RMS se reporta a Señal como la más sobresaliente con 8.35 t ha^{-1} MS, Los resultados para AR7 sobresale Mavuno con un promedio de 43.50 cm, por ultimo para RFV7 Mulato I fue el mejor con 10.93 t ha^{-1} .

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Rojas et al., 2011 afirman que la disponibilidad de pastos de buena calidad, ha sido una de las principales limitaciones para que los trópicos, dadas sus características de ubicación y condiciones climáticas, se conviertan en zonas especializadas para la producción de carne y leche, mejorando así las condiciones de vida de los productores pecuarios. Una decisión del ganadero, es elegir el pasto que mejor se adapte a las condiciones de su terreno, al manejo y finalidad zootécnica de su unidad productiva.

Localmente, en la región tropical de tierra caliente, la finalidad zootécnica de la ganadería es la producción de carne, con bajos parámetros productivos, además de producirse en sistemas extensivos de producción familiar, manteniendo a los animales en libre pastoreo en grandes superficies, en donde su alimentación depende, principalmente, de los agostaderos naturales, además de rastrojos de maíz y sorgo (FIRA, 1997).

Bobadilla y Benítez (2004), explican que el éxito en la introducción de nuevas especies en una determinada región, dependerá del estudio de una serie de parámetros que evitará totalmente o en parte que se proceda a la introducción de plantas inadecuadas a la región.

Jiménez, (2018) menciona que la alimentación de ganado bovino en la región del Istmo de Tehuantepec, se basa en el uso de pastos nativos y esquilmos agrícola, presentándose en la época de sequía una escasez de estos alimentos.

Debido a esto la mayoría de los productores ganaderos, optan por adquirir suplementos alimenticios comerciales, lo cual genera un alto costo en los sistemas de producción, para solucionar esta problemática, es necesario establecer nuevas alternativas de alimentación y nutrición basados en especies forrajeras que sean resistentes a las condiciones climáticas, edáficas y al ataque de plagas de la región, además que muestren características agronómicas óptimas, para su establecimiento y propagación.

Sosa et al. (2008) explican que el desarrollo de la ganadería en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca; demanda una creciente producción de forraje para cubrir las necesidades nutricionales del ganado bovino, de tal manera que este manifieste el óptimo potencial de producción de carne y leche.

Los pastos *Brachiaria* muestran gran aceptación por parte de los ganaderos debido a su adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas. Bajo condiciones limitantes en el suelo como acidez y baja fertilidad, los pastos del género *Brachiaria* muestran un eficiente crecimiento y persistencia, así como altas producciones de biomasa de buena calidad y un alto grado de aceptación por los animales (Olivera et al., 2006)

La evaluación local de la productividad, la adaptabilidad, competencia, capacidad de rebrote y persistencia de especies forrajeras en parcelas experimentales previas a su introducción, en una determinada región, es una práctica que puede generar recomendaciones más aceptadas para la elección de especies con mayor potencial por parte de los productores. Los pastos del género *Brachiaria* son una opción para estudiar en parcelas de manera controlada y, de esta forma, probar si son una opción potencial a recomendar para la ganadería tropical de la región

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general:

- Evaluar el comportamiento agronómico de 11 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, en San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

1.1.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca de 11 especies de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*.
- Determinar las características agronómicas de 11 especies de gramínea forrajeras del género *Brachiaria*.

1.2 Hipótesis

Ho: No existe diferencia significativa en el comportamiento agronómico de las especies evaluadas.

Ha. Al menos una de las especies evaluadas, presenta diferencia significativa en su comportamiento agronómico, durante el periodo de evaluación.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Importancia de las gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*

López (2009) menciona que los forrajes constituyen la fuente disponible más económica para la alimentación y nutrición de rumiantes, particularmente en todo el trópico de América Latina, donde existen grandes extensiones de tierra dedicadas a la explotación bovina.

Brachiaria es un género amplio que contiene cerca de 100 especies, a pesar de estar distribuidos en todo el trópico, se encuentran principalmente en África. Los hábitats en que crecen estas especies son muy variados, se les encuentra en pantanos, bosques de sombra ligera y en áreas semidesérticas, aunque el ambiente típico de la mayoría de ellas son las sabanas tropicales. Muchas especies se encuentran también como malezas en los cultivos, a lo largo de los caminos y en sitios intervenidos. El interés agronómico despertado por este género se centra en varias especies que se emplean para desarrollar pasturas tropicales (Mejía 2007).

En la era de los años noventa, fueron liberadas cinco especies de pastos del género *Brachiaria* que mostraron capacidad de adaptación y rendimiento en el trópico de México, dichos cultivares fueron: *Brachiaria decumbens* (Chontalpo), *Brachiaria brizanta* (Insurgente) *Brachiaria humidícola* (Chetumal), *Brachiaria mútica* (Pará) y *Brachiaria dicyoneura* (Isleño), mismos que han contribuido al mejoramiento de la producción ganadera en el sureste de México, y particularmente, en el estado de Veracruz. Los pastos del género *Brachiaria* abrieron nuevas

expectativas para la ganadería tropical, por su amplio rango de adaptación, mayor cantidad de forraje y superior calidad nutricional. Esto ha permitido al ganadero elegir el pasto que mejor se adapte a las condiciones de su terreno y al tipo de explotación que maneja, dándole una mayor eficiencia y rentabilidad. Por lo anterior, ha sido necesaria la búsqueda de nuevos pastos con características agronómicas sobresalientes; vigor al establecimiento, buena capacidad de rebrote, elevado rendimiento y alta calidad nutricional (López, 2009).

Es importante mencionar que un manejo adecuado de las gramíneas forrajeras, como, (fertilización, tiempo de pastoreo, periodos de descanso, carga animal, sistemas de rotación), solo por mencionar algunos, contribuye a que estas especies, expresen su máximo potencial, mejorando así los parámetros productivos de los animales y contribuyendo significativamente en la economía de los productores.

2.2 Factores que afectan la producción de forrajes.

La producción de forrajes se ve afectada por factores que se describen a continuación:

2.2.1 Suelo

Jiménez y Mármol (2005), mencionan que las plantas forrajeras dependen del suelo como medio para el crecimiento, del cual demandan soporte mecánico, agua y nutrientes, los cuales son requeridos en proporciones adecuadas para un rendimiento satisfactorio. Cualquier factor intrínseco (asociado al origen del suelo) o extrínseco (asociado a la zona climática o posición

dentro del paisaje en el cual se ubica el suelo) que impida o restrinja el cumplimiento de las funciones del suelo relacionadas con el crecimiento de las plantas, se le denomina restricción o factor limitante, de los cuales los más resaltantes son: textura, compactación, déficit de humedad, erosión, deficiencias de fertilidad, deficiencias de drenaje interno o externo, aireación y algunas condiciones especiales como acidez, alcalinidad, salinidad, toxicidad de elementos y la pendiente.

Ocampo y German (2016), indican que el éxito en el establecimiento de una pradera está relacionado con las propiedades del suelo que confieren; a) un adecuado suministro de nutrimentos para las plantas y b) el medio físico apropiado para los procesos de germinación de la semilla, así mismo la emergencia y crecimiento inicial de la plántula.

2.2.2 Clima

Burgos (1971), expone que la producción agrícola requerida para abastecer la población mundial se ve afectada por algunos factores limitantes, entre los cuales se encuentran el clima, que a través de sus factores y elementos produce una influencia directa sobre los seres vivos. Las propiedades físicas que condicionan el clima son: latitud, altitud, orientación, naturaleza del terreno y tipo de vegetación son denominados factores, mientras que como elementos meteorológicos son considerados: la precipitación, temperatura, insolación, nubosidad, viento (dirección y velocidad), presión atmosférica y humedad, (p. 15-18).

Ocampo y German (2016), exponen que otro factor que predomina en la producción de forraje es la luz, el cual se separa en tres factores: intensidad, calidad y duración. Las plantas responden

de diferente manera a los aumentos de intensidad de luz, mientras algunas especies aumentan la fotosíntesis al aumentar la intensidad de luz, otras muestran una saturación y como consecuencia una ausencia de respuesta a dichos aumentos. Donde las plantas crecen mejor cuando la luz incidente es la totalidad del espectro solar que cuando es solamente una porción de él. La duración del día o fotoperiodo, influye en el desarrollo vegetativo y la floración.

Por otra parte, Duran (2004), menciona que la productividad de las plantas forrajeras, depende de las condiciones ambientales en las cuales se desarrollan. Estas, en general, son más influenciadas por las condiciones climáticas de una región que otros cultivos anuales o perennes. La mayoría son plantas perennes que están sujetas a los efectos del clima durante todas las estaciones del año. Es difícil que los productores puedan modificar el macroclima de una región; por esa razón, se hace necesario convivir con esa condición, a través de la aplicación de técnicas que permitan obtener mejor productividad. El microclima; sin embargo, puede ser modificado mediante prácticas culturales y de manejo. Por esta razón las características del clima de una región, difícilmente coinciden con el microclima de una planta.

Rodríguez, et al., (2010) afirman que, las plantas carecen de mecanismos propios para regular su propia temperatura y, por tanto, son organismos poiquilotérmicos, es decir, adoptan la temperatura del ambiente que les rodea; por ello, el tiempo que realmente “sienten las plantas” corresponde a una variable combinada tiempo – temperatura, también referida como “unidades calor” o “tiempo térmico” y se expresa en unidades días- °C.

El crecimiento de las plantas es afectado directamente por el genotipo y por las condiciones ambientales en las que se incluyen los factores de manejo. Factores ambientales como la luz, CO₂, minerales, agua y temperatura afectan procesos de fotosíntesis, absorción de nutrientes y desarrollo de las plantas determinando la productividad (Nurjaya y Tow, 2001).

2.2.3 Manejo de la pradera

Franco et al., (2005) mencionan que cuando el sistema de pastoreo y las cargas empleadas no son las adecuadas se puede producir escasez o excesos de forraje; el subpastoreo se debe a la utilización de periodos de descansos muy largos y de ocupación muy cortos y un número menor de animales para consumir el forraje disponible, provocando maduración de las plantas y pérdida de calidad y capacidad productiva de la pradera. Con el sobrepastoreo ocurre lo contrario, el número mayor de animales, los periodos de ocupación prolongados y descansos muy cortos causan consumos excesivos del forraje que no permite la recuperación de las plantas.

Rojas, (2019) comenta que el pasto es el alimento más económico que se le puede dar a los rumiantes , por ello el productor pecuario, debe mejorar el uso de los mismos, buscando e instaurando en las fincas, metodologías de pastoreo que mejoren la eficiencia del sistema, debido a que una de las maneras de aumentar y mantener la rentabilidad de las explotaciones es mejorando la eficiencia en la metodología de colecta del pasto por parte de los animales ya que si no se maneja el pasto como un cultivo en las fincas, se van a tener praderas con una productividad media – baja. Es importante tener en cuenta que de nada sirve tener un excelente manejo de la pradera si no se tiene un manejo de pastoreo eficiente, porque de este dependerá, la conversión del forraje en

producto animal (Paiva et al., 2013). Por todo lo anterior los productores deben prepararse para que el pasto sea el punto de partida de todas las acciones y decisiones de la explotación ganadera (Da Silva, 2010).

2.3 Variables agronómicas evaluadas

2.3.1 Altura a rebrote día 7 (AR7)

La curva sigmoidea de crecimiento o rebrote de una planta señala que al principio las plantas crecen lentamente, luego sigue una etapa de gran producción de forraje por día denominada por Voisin (1974) “llamarada de crecimiento”; hacia el final de ese periodo la planta remueve sus reservas decreciendo la producción de masa verde por día, floreciendo y fructificando.

Álvaro (2011), afirma que las reservas orgánicas son el mecanismo que poseen las plantas forrajeras para activar el rebrote, asegurar su persistencia y mantener su producción; las cuales están constituidas principalmente por carbohidratos y compuestos nitrogenados. Las reservas son usadas para el mantenimiento de la planta y para la producción de biomasa aérea y subterránea en períodos de estrés, e incluyen azúcares reductores (glucosa, fructosa) azúcares no reductores (sacarosa), fructosanos y almidones. Los pastos tropicales acumulan almidones y a veces sucrosa y los de zona templada fructosanos y en menor proporción sucrosa (Lucas, 2003; López, 1988).

El rebrote rápido se debe a la presencia de regiones meristemáticas (responsables del crecimiento vegetal) activas en los tallos, que permanecen en la planta después de la defoliación. Esto permite la expansión foliar rápida (Joaquín, 2014).

Joaquín (2014), define al rebrote como el material vegetal que se acumula en el tiempo, sobre el nivel del suelo, después de una cosecha total o parcial de la planta; dicho rebrote en las gramíneas perennes proviene de la reproducción vegetativa y aparición de nuevos tallos, dicho proceso está influenciado por varios factores: que van desde climáticos, reservas de carbohidratos existentes en la raíz, hormonas (auxinas y citoquininas) y disponibilidad de nutrientes.

Sorio (2008), menciona que en condiciones idénticas en cuanto a cantidades o a una proporción de las sustancias de reserva que permanecen después del corte, el rebrote de la planta puede variar en función de otros factores: a) Duración del día, b) Precipitaciones pluviales y tenor de humedad en el suelo, c) Temperatura ambiente, d) Cantidad de elementos nutritivos en la solución del suelo. Son las sustancias de reserva, en general, los lípidos y los carbohidratos. Aunque en diminutas proporciones, pueden ser las proteínas sustancias de reserva, que, en condiciones muy adversas (cortes frecuentes e irracionales), son utilizadas por la planta para la respiración (desasimilación).

2.3.2 Interceptación solar (% IS)

Baldeon, (2012) menciona que, la disminución de la radiación solar reduce el desarrollo radicular, afectando la tolerancia a la seca y la captación de nutrientes; se produce un pobre anclaje

de las plantas y poca formación de órganos reproductores, lo que resulta en floración tardía o inhibida.

Contexto ganadero (2019) indica que el índice de intercepción luminosa es el porcentaje de luz solar atrapado por las hojas de una gramínea. Este concepto permite conocer “cuál es el punto ideal de consumo de pasto, que sea lo más digestible posible, pero con la máxima biomasa posible” Para determinar el índice de intercepción de luz se debe dividir el área foliar (metros cuadrados de hoja) por el área del suelo. De acuerdo con el especialista, cuando este resultado da 95 %, esto es, cuando la planta capta luz solar en el 95 % de su estructura, es el óptimo momento de consumo. Una vez se supera ese porcentaje, la gramínea entra en otro proceso fisiológico, en el cual se detiene el crecimiento de las hojas y adquiere mayor cantidad de fibra, lo que en agronomía se llama como senescencia.

Joaquín (2014), expone que las defoliaciones frecuentes e intensas ocasionan reducción en la interceptación luminosa por los tejidos fotosintéticos, agotamiento de reservas metabólicas de las plantas, reducción de absorción de nutrientes y agua.

Rincón et. al., (2008), explican que la radiación solar es uno de los elementos más importantes para la producción de forraje aprovechable, en virtud que aporta toda la energía requerida para el crecimiento. La velocidad de recuperación de los carbohidratos de reserva está relacionada con la tasa de fotosíntesis, y esta depende directamente del remanente de hojas jóvenes.

Quero et. al., (2015) explican la metodología para obtener el porcentaje de interceptación solar, y esta consiste en, tomar la lectura de cinco plantas al azar por repetición, un día antes de cada corte utilizando un metro de madera sobre el suelo. Las lecturas se realizan aproximadamente entre las 12 pm y 1 pm (cuando el ángulo solar es alto y constante). El procedimiento consiste en colocar la regla en la superficie del suelo debajo del dosel, con orientación este-oeste. En cada toma de datos los centímetros sombreados representan el porcentaje de radiación interceptada por el dosel.

2.3.3 Altura a cosecha (AC)

La altura de corte o pastoreo es un elemento determinante en la dinámica de crecimiento de los pastos, por su estrecha relación con la remoción de los puntos de crecimiento que ocurren durante la cosecha y el balance de carbohidratos de reservas (Rincón et. al., 2008).

Cabrera y Martínez (2016), mencionan que la altura del pastizal sobre la tierra se define de manera convencional como la altura promedio de las hojas más altas en un follaje de pastizal no alterado. Las mediciones de la altura del pastizal se pueden llevar a cabo también con una regla o con un bastón para caminar que este graduado, el cual se sostiene a una distancia prudente, aunque la estaca para pastizal ayuda a interpretar parte de la conjetura de las mediciones y evitar los errores en el paralaje. La altura es la medición del pastizal sobre la superficie que proporciona las mejores indicaciones tanto particulares, así como patrones más conscientes de respuesta bajo diferentes condiciones.

2.3.4 Diámetro de macollo (DM)

Ocampo y German (2016), describen el diámetro de macollo como la medida alternativa para conocer el área basal de la planta, mediante este parámetro se determina la cobertura total de un potrero por plantas forrajeras en relación a la maleza e indica, por un lado, el peligro que estas manifiestan por su hábito de crecimiento y por otro la necesidad de realizar una siembra o de asociarse con otra especie. Esta área basal se considera una medida más confiable, ya que es más consistente a lo largo del año y persiste aún bajo diferentes manejos (corte y pastoreo).

2.3.5 Rendimiento de forraje verde (RFV)

Joaquín (2014) argumenta que la acumulación de forraje en una comunidad de plantas forrajeras o en una pradera se ha descrito como el resultado directo del balance entre crecimiento y senescencia del dosel.

Asimismo, en un período de tiempo, la acumulación neta de forraje es resultado de la diferencia entre aumento de peso debido a la formación de nuevos tejidos y disminución ocasionada por senescencia y descomposición de los tejidos viejos, así como por consumo de forraje (Joaquín, 2014).

Cabrera y Martínez (2016), comentan que la masa herbácea se mide mediante el corte de un área conocida del pastizal con tijeras grandes manuales o trasquiladoras accionadas

mecánicamente y se pesan las herbáceas secas. La utilidad práctica es para alguien que desea aprender más acerca de la estructura y morfología del pastizal. El conocimiento de la masa herbácea es necesario para la presupuestación del forraje. Es conveniente utilizar un cuadro de metal de dimensiones conocidas para controlar el área que se va acortar.

2.3.6 Relación hoja/tallo (RH/T)

Investigaciones realizadas por (Rodrigues et al., 2014) citado por (Ramos 2016) mencionan que los genotipos o especies que presentan mayor relación hoja: tallo tienen mayor capacidad de formar fotoasimilados, esto incrementa el contenido de nitrógeno lo que lo hace más palatable para el ganado.

Ocampo y German (2016), comentan que esta variable depende de las estimaciones de frondosidad de la separación a mano de las muestras herbáceas cortadas del campo. El procedimiento normal es separar las muestras en componentes vivos y muertos posteriormente separar la hoja y el tallo de los componentes vivos. La importancia de esta variable es que mientras mayor relación hoja/tallo tenga, el pasto será de mayor digestibilidad en el ganado.

2.3.7 Porcentaje de materia seca (% MS)

Petruzzi et. al., (2005) explican que el porcentaje de materia seca (% MS) de los alimentos es uno de los parámetros que presentan mayor variabilidad. La estimación del % MS es de suma

importancia para establecer las cantidades de nutrientes que los animales consumirán. Los cálculos de raciones deben hacerse en materia seca, de la misma manera que la comparación entre nutrientes ofrecidos y requerimientos de los animales. Por otro lado, en animales en pastoreo, la estimación de biomasa y porcentaje de materia seca en pastizales naturales o pasturas cultivadas, son variables importantes en la determinación de carga animal.

2.3.8 Rendimiento de materia seca (RMS)

Anchundia (2012), manifiesta que, aunque se obtienen rendimientos máximos de materia seca cuando se cosechan los pastos al momento de la madurez o cerca de ella; el valor nutritivo y la digestibilidad del forraje, en esta etapa avanzada, son bajos. Los crecimientos jóvenes con una proporción elevada de hojas a tallos son los de mejor calidad, con un contenido máximo de proteína y mínimo de fibra cruda.

Pinacho et. al., (2008) comentan que la determinación del contenido del rendimiento de materia seca es uno de los procedimientos más utilizados para evaluar la productividad y la calidad de un determinado forraje y de este modo estimar una dieta adecuada, de manera que satisfagan los requerimientos nutricionales del ganado.

2.4 Características agronómicas de las especies evaluadas.

2.4.1 Insurgente (*Brachiaria brizanta*)

Amaro y Preciado (1997) comentan que el pasto *Brachiaria brizanta* (Insurgente) presenta las siguientes características: es un zacate que se produce durante varios años (perenne), llega a medir de 1.5 m a 2 m de altura, sus hojas miden hasta 50 cm de longitud y tienen vellos; presenta mucho follaje y puede propagarse por semilla o por parte de rizomas cortos (tallos que producen raíz). Es muy apto para la producción de forraje de buena calidad bajo condiciones de temporal y muy apetecible para el ganado. Durante su establecimiento presenta buen crecimiento y compite con las malas hierbas; produce adecuada cantidad de semilla y resiste el ataque de plagas denominada salivazo.

Es un pasto perenne que se adapta a muchos tipos de suelos, sin embargo, prefiere los suelos fértiles y sin encharcamientos. Crece en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1,500 m.s.n.m. y en regiones con más de 800 mm. de lluvias. Soporta hasta 5 meses de sequía y observa un excelente rebrote con el inicio de las lluvias. Se caracteriza por poseer alta resistencia a la mosca pinta de los pastos. Es recomendado para cría y engorda de bovinos y tiene excelente resistencia a la invasión de malezas (Agricampo, 2009).

2.4.2 Mg5 (*Brachiaria brizanta* cv. Xaraes)

Este pasto es una gramínea tropical permanente originaria de Burundi, África del Este. Esta variedad introducida a Brasil en 1994 por cultivo in-vitro fue sometida a múltiples ensayos durante 10 años que demostraron su buena adaptación a regiones de clima tropical muy húmedo y con estación seca de 4 a 5 meses, permaneciendo siempre verde. De elevado potencial forrajero y alta velocidad de rebrote, posee plantas muy vigorosas que alcanzan 1.60 m. de altura, con hojas

lanceoladas más largas que *Brizantha Marandú* con pocas vellosidades y color verde oscuro. Emite tallos postrados que enraízan al contacto con el suelo. Se desempeña bien en zonas con fuertes lluvias y con suelos mal drenados que retienen alta humedad, pareciendo ser resistente al complejo de hongos de la raíz (Semillas de pasto forrajero, 2010).

MG5 se adapta a muchos tipos de suelos, incluyendo los de mediana y baja fertilidad. Tolera ligeros encharcamientos. Crece en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 2000 m.s.n.m. y en regiones con más de 1000 mm, de lluvias. Es un pasto que soporta hasta 5 o 6 meses de sequía y observa un excelente rebrote con el inicio de las lluvias. Es sensible a la mosca pinta de los pastos. Recomendado para cría y engorda de bovinos. La siembra puede ser al voleo o en surcos separados a 80 cm. La preparación del terreno consistirá en un paso de arado y dos o más de rastra, hasta obtener una buena cama de siembra. Siembre cuando el suelo presente condiciones favorables a la germinación y emergencia de las plántulas. Mejores resultados son obtenidos cuando la humedad, temperatura y luminosidad son elevadas. Debe evitarse sembrar antes de la normalización de las lluvias. El primer pastoreo es factible realizarlo a los tres o cuatro meses después de la siembra cuando se observa que la pradera presenta más de un 90 % de cobertura. (Pastobras Semillas, 2011a).

2.4.3 Piata (*Brachiaria brizanta* cv. Piata)

Piata es una *Brachiaria brizanta* desarrollado a partir de investigaciones sobre la colección de forrajes de la Embrapa, que originalmente fue colectada en África por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), entre 1984 y 1985. Se adapta a suelos de mediana fertilidad en los

trópicos, su floración es precoz, ocurre en los meses de enero y febrero, tiene más resistencia a los salivazos típicos, no es tan sensible a suelos con mal drenaje. Es una planta muy vigorosa, de porte mediano, con altura de entre 0.85 y 1.10 m. sus hojas miden hasta 45 cm. de largo t 1.18 cm. de ancho. No tiene pelos, sin embargo, son ásperas en la parte superior y sus bordes son cortantes. Posee el porte erecto (Semillas Verasem, 2009).

2.4.4 Cobra (*Brachiaria híbrido cv. CIAT BR02/1794*)

Suchini (2015), explica que el pasto *Brachiaria híbrido CV. CIAT BR02/1794* es un nuevo híbrido del género *Brachiaria* producto de (*Brachiaria ruziziensis* × *decumbens* × *brizantha*) destinado para alimentación animal, este pasto es de crecimiento erecto, su postura es en macollo, se le atribuye gran producción de materia fresca y seca en cortos intervalos de tiempo. Es especial para utilizarlo en sistemas intensivos, se diferencia por su gran producción de hojas y muy poca cantidad de tallos lo cual la hace muy palatable y digerible por el animal (p. 2). El híbrido Cobra es la mejor alternativa para lograr una alta producción de materia verde y materia seca en sistemas intensivos de corte de pasto tanto para brindarle pasto fresco al ganado o bien para elaborar heno y ensilaje. También, es sumamente eficiente para pastoreo de ganado cuando la finca requiere un híbrido que ofrezca mayor cantidad de pasto disponible para el consumo de los animales (Grupo Papalotla, 2015a).

2.4.5 Cayman (*Brachiaria híbrido cv. CIAT BRO2/1752*)

En 1993, se realizó la polinización abierta de clones completamente sexuales, seleccionados de cruces entre progenitoras de polen apomícticas seleccionadas de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* y *B. ruziziensis*, material originalmente producido en la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) y donado al Fitomejorador Dr. John Miles del Centro Internacional para la Agricultura Tropical (CIAT) por la Dra. Valle en 1988. Esta nueva alternativa forrajera fue lograda al cruzar un clon sexual (SX00NO/1145), con *Brachiaria brizantha*. El híbrido generado fue evaluado y seleccionado en campo en 2002 y confirmado mediante pruebas de progenie en campo en la sede central del CIAT en 2003, incluyendo resistencia a salivazo, además de pruebas de invernadero con infestación artificial (PanáAgro, 2014).

El pasto Cayman es el tercer híbrido puesto a la venta por Grupo Papalotla, proveniente de una generación de híbridos desarrollados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), evaluados y seleccionados por el Centro de Investigación de Pastos Tropicales (CIPAT) (Grupo Papalotla, 2015b).

2.4.6 Mulato II (*Brachiaria híbrido CIAT 36087*)

Brachiaria híbrido cultivar (cv.) Mulato II (CIAT 36087) es el resultado de tres generaciones de cruzamiento y selección realizadas por el Proyecto de Forrajes Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a partir de cruces iniciados en 1989 entre *Brachiaria*

ruzizensis, clon 44-6, tetraploide sexual y *B. decumbens* cv. Basilisk, tetraploide apomítico. Estudios con marcadores moleculares mostraron que tiene alelos presentes en la madre sexual *B. ruzizensis*, en *B. decumbens* cv. Basilisk y en accesiones de *B. brizantha* incluyendo el cv. *Marandu*. El cv. Mulato II es un híbrido tetraploide ($2n=4x=36$ cromosomas), perenne, de crecimiento semierecto. Los tallos son cilíndricos, pubescentes y vigorosos; las hojas son lanceoladas y de color verde intenso; la inflorescencia es una panícula con 4 a 6 racimos con hilera doble de espiguillas, las cuales tienen estigmas de color blanco-crema (Argel et al., 2007).

Palacios (2011) comenta que el pasto Mulato II es la alternativa más novedosa para mejorar la productividad en sistemas semi- intensivos de carne y leche. Recomendado para regiones que poseen suelos ácidos, fertilidad media y baja, periodos de sequía prolongados, altas temperaturas y elevada humedad relativa y principalmente donde haya riesgo de ataques severos de varias especies de salivazo. Es un híbrido apomítico, lo que significa que es genéticamente estable, no segrega de una generación a otra. El pasto Mulato II (*Brachiaria híbrido CIAT 36087*) es el resultado del cruzamiento del *B. ruzizensis* (sexual) x *B. decumbens* (apomítica) las progenies sexuales se expusieron a polinización abierta dando origen a una segunda generación de híbridos de donde se seleccionó un genotipo sexual para volver a cruzar y generar Mulato II. En ambas generaciones de cruzamiento abierto, la respectiva madre sexual fue expuesta a híbridos o accesiones de *B. brizantha*. Estudios con marcadores moleculares muestran que Mulato II tiene alelos que no están presentes en *B. ruzizensis*, ni *decumbens* pero sí en *B. Brizantha marandú* y otras accesiones de *brizantha*.

2.4.7 Señal (*Brachiaria decumbens*)

Contreras (2006), señala que el pasto Señal (*Brachiaria decumbens*) es nativo de Uganda y otros países tropicales del África Oriental, de hábito decumbente de alto potencial de adaptación a un amplio rango de suelos y climas. Por ejemplo, está distribuida en regiones con precipitaciones de 800 – 2550 mm. Con una época seca de no más de 6 meses.

Es un pasto que se adapta a muchos tipos de suelos, incluso los muy pobres, pero sin encharcamientos. Crece en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1,800 m.s.n.m. y en regiones con más de 800 mm., de lluvias. Es un pasto que soporta de 5 a 7 meses de sequía y observa un excelente rebrote con el inicio de las lluvias. Se caracteriza por poseer alta resistencia al sobrepastoreo. Recomendado para regiones en donde los suelos son de fertilidad baja y seca. Es sensible a la mosca pinta de los pastos. Es un pasto rastrero que cierra muy bien los potreros (Pastobras Semillas, 2011b).

2.4.8 Mulato I (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061)

Argel., et al. (2005) mencionan que el *Brachiaria híbrido* cultivar (cv.) Mulato (CIAT 36061) es el primer híbrido comercial obtenido por el Proyecto de Forrajes Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el cual se originó de cruces realizados a partir de 1988 en la sede principal de dicha institución en Cali, Colombia, entre el clon sexual tetraploidizado 44-6 de *B. ruziziensis* y la especie tetraploide *B. brizantha* CIAT 6294 (=CIAT 6780), que corresponde al cv. Marandú en Brasil, cv. Insurgente en México y al cv. Diamantes 1

en Costa Rica. El cv. Mulato es una gramínea perenne de naturaleza apomítica, lo que significa que es estable genéticamente. Evaluaciones agronómicas de adaptación iniciadas a partir de 1994 en varios sitios de Colombia y otros países del trópico, lo describen como una planta de crecimiento semierecto que produce tallos cilíndricos vigorosos, algunos con hábito semi decumbente capaces de enraizar en los nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo; hojas lanceoladas con alta pubescencia y espiga terminal de 40 a 60 cm de longitud. Los resultados de varias pruebas de adaptación han mostrado buen crecimiento del cv. Mulato desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m. Esta gramínea crece bien en trópico húmedo con altas precipitaciones y períodos secos cortos, y en condiciones subhúmedas con 5 a 6 meses secos y precipitaciones anuales mayores de 700 mm, también se reporta buen crecimiento del pasto en condiciones subtropicales como las de La Florida en EE.UU. donde ocurren heladas periódicas. El pasto crece bien en suelos ácidos (pH 4.2) y también en alcalinos (pH 8.0), siempre y cuando sean de mediana a buena fertilidad y bien drenados; el cv. Mulato no sobrevive en suelos pesados con pobre drenaje interno o que se inunden periódicamente. La manera más práctica para establecer la gramínea es con semilla, aunque la propagación vegetativa es viable sobre todo si se escogen para siembra cepas enraizadas. El cv. Mulato tiene floración abundante y muy sincronizada, pero el llenado de espiguillas es bajo, lo cual se traduce en rendimientos pobres de semilla (entre 100 y 150 kg/ha de semilla pura en el mejor de los casos). La producción de forraje del cv. Mulato varía con las características del sitio, pero puede oscilar entre 10 y 25 t de MS/ha/año; entre 17% y 20% de este rendimiento se puede producir durante el período seco. La gramínea no tiene resistencia antibiótica al salivazo, mión de los pastos, mosca pinta o baba de culebra (Homóptera:Cercopidae), pero hasta la fecha ha mostrado alta tolerancia a algunas especies del insecto en condiciones de campo, tales como *Aenolamia varia*, *Zulia carbonaria*, *Z. pubescens* y *Mahanarva trifissa*; aunque altas

poblaciones de adultos y ninfas del insecto pueden causar mortalidad de Cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT36061). En condiciones similares de crecimiento, el cv. Mulato produce mayor forraje que otros cultivares conocidos de *Brachiaria*, particularmente cuando se cosecha con 28 días de rebrote. La calidad forrajera del cv. Mulato es alta comparada con otras gramíneas tropicales. Se han reportado valores de proteína cruda entre 9 y 16% y digestibilidad in vitro entre 55 y 62% para el cv. Mulato en rebrotes de 25 a 30 días en la época de lluvias. Bajo pastoreo el consumo de forraje (bovinos) es alto, lo cual se traduce en producciones significativamente mayores de leche en condiciones similares de uso, con relación a otros cultivares de *Brachiaria* como el cv. Toledo y el cv. Basilisk; por su alta producción de forraje el cv. Mulato permite mayor carga animal. También ha sido exitoso el ensilaje de la gramínea, así como la producción de heno y henolaje; de este último se reportan rendimientos de 48 silos pacas/ha de 600 kg cada una para un pasto fertilizado y con 30 días de rebrote.

2.4.9 Mavuno (*Brachiaria brizanta x ruzizensis*)

Brachiaria Híbrido (Mavuno) es un híbrido del género *Brachiaria* proviene del cruce de *B. ruzizensis* y de *B. brizantha*, es una gramínea de ciclo vegetativo perenne, el hábito de crecimiento es amacollado y tiende alcanzar alturas de 1.3 m, su tolerancia a la sequía es alta, en lugares fríos tiende a expresar una buena tolerancia. Respecto a la humedad tiene una tolerancia media, tiene una excelente resistencia al salivazo y una buena capacidad para desarrollarse en la sombra. Se adapta a suelos que van desde un nivel de pH de 5.5 a 8 y a altitudes de hasta 1800 msnm. La producción de materia seca va desde los 17 – 20 t/ha/año con un porcentaje de proteína en materia seca de 18 – 21 %, se utiliza en pastoreo, heno o silo, alta palatabilidad lo cual favorece su

consumo. Es tolerante a la sombra, ideal para sistemas silvopastoriles, el tiempo de formación de la pastura es entre 90-120 días, el primer pastoreo se hace cuando el pasto tenga 70-80 cm y se retiran los animales cuando el pasto tenga una altura aproximación de 20-25 cm, para su establecimiento se requiere de 5 kg/ha de semilla para obtener muy buena cobertura de plantas sembradas a 2 cm de profundidad, la época de siembra deben realizarse una vez establecidas las lluvias, el manejo para el corte debe ser a los 70 – 80 cm y salir a 25 – 30 cm, los periodos de descanso deben ser de 35 días en lluvias – 45 días en temporadas de sequía, la fertilización de siembra debe ser de 50 kg (N) y 50 Kg (P) / ha, la fertilización de mantenimiento puede ser de 100 – 200 Kg (N) y 50 kg (P)/ ha / año, soporta una carga animal en temporadas de lluvias de 4 a 6 cabezas / ha y en temporadas de sequía de 2 a 4 cabezas/ha, recomendado para especies como Bovinos, Ovinos y Caprinos. (Leguminutre, 2019a)

2.4.10 Basilisk (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk* CIAT 606)

Brachiaria decumbens cv. Basilisk CIAT 606, es la especie más conocida y una de las más utilizadas en todo el mundo. En Brasil es originaria del acceso CPI 1694 introducido de Australia, proveniente del Departamento de Agricultura de Uganda, en 1930. En 1973 fue liberada comercialmente en Australia. Originaria del plató de los Grandes Lagos en Uganda, fue introducida en Brasil por el antiguo IPEAN Instituto de Pesquisa Agropecuario do Norte – Actual EMBRAPA. Es una gramínea de hábito decumbente, planta con muchas hojas de hasta 120 cm de altura. Hojas muy pubescentes e inflorescencia racimosa, conteniendo racimos con doble hilera de semillas, también pubescentes, raquillas en zigzag y delgadas. Su aceptación por los ganaderos fue muy rápida, debido a su producción y germinación de sus semillas, la alta producción de forraje

en suelos ácidos y de baja fertilidad, amplia adaptación a suelos de sabanas, buena competencia con la vegetación natural y malezas, buena diseminación de semillas producidas, baja necesidad de utilización de chapeadora y alta persistencia, son características importantes de esa forrajera. En áreas de otros cultivos es considerada una invasora de difícil control. Tiene una producción de forraje en materia seca de 8 a 12 ton/ha/año con un contenido de proteína cruda de 6 a 10 %, para realizar el pastoreo debe tener una altura que va de 40 a 50 cm, la altura que debe tener al momento de retirar el pastoreo es de 20 cm, es susceptible al salvazo. (Agroser, 2019)

2.4.11 Ruzizensis (*Brachiaria Ruzizensis*)

Brachiaria ruzizensis es una planta originaria de África, estolonífera y perenne, Esta especie presenta un crecimiento rastrero y perenne. Posee un buen sistema radical, con la presencia de rizomas duros, que tienen facilidad de enraizar y producir ramas en los nudos inferiores. Esta planta tiene muy buena palatabilidad y digestibilidad, es muy temprano, con una buena velocidad de rebrote de los niveles de proteínas, entre el 11 y el 13%. Su siembra se puede hacer desde el nivel del mar hasta 1.800 m de altitud, en la latitud 0 a 25 grados al norte o al sur. Es especialmente adecuado para el ganado, las ovejas, aunque no muy recomendable en caballos y cabras por problemas de fotosensibilidad y los niveles de oxalatos. Esta planta se comporta bien en suelos de fertilidad media a alta, tiene un margen de tolerancia razonable para el frío. (Pizarro ,2016).

Brachiaria ruzizensis tiene una altura promedio de 1 a 1.5 m, tiene una resistencia media a la sequía, al frío y al salvazo. Es tolerable a la sombra por lo que puede ser utilizada en sistemas silvopastoriles, se desarrolla en suelos con fertilidad media que van desde los 5.5 – 8 en niveles de

pH, soporta precipitaciones anuales arriba de 1000 mm/año, su producción en materia seca es de 9 ton/ha/año con un porcentaje de proteína en materia seca de 12 – 13 % una digestibilidad del 60 %, el tiempo de formación varía entre los 90 – 120 días, su uso puede ser en pastoreo o heno, la cantidad de semilla a utilizar para la siembra es de 5Kg/ha sembradas a (2 centímetros de profundidad), la época de siembra adecuada es una vez establecidas las lluvias, el primer pastoreo debe realizarse a los 90 días con ganado joven, y para realizar el corte debe entrar a 80 cm o más y salir a 30 cm, el descanso entre pastoreos y cortes deben ser 25 días en lluvias y 55 días en épocas de sequía, soporta una carga animal en temporadas de lluvias de 3 a 5 cabezas/ha y en temporadas de sequía de 1 a 2 cabezas/ ha, es recomendable para la alimentación de Bovinos (Cría y engorda) y en ovinos (Leguminutre 2019b)

2.5 Investigaciones sobre el comportamiento agronómico de especies del género *Brachiaria*.

Silva et al., (2019) realizaron una investigación para evaluar la masa de forraje (MF) y la composición morfológica de *Brachiaria* híbrida grass-Mavuno, bajo un sistema de manejo continuo a alturas de 20, 30, 40 y 50 cm. El diseño experimental fue bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, en una cama de 2 m x 4 m. Cada diez días se hicieron cortes simulando el pastoreo continuo, manteniendo la altura determinada, 20, 30, 40 o 50 cm, de acuerdo con cada cama, excepto 0.5 m² de cada sitio, que fue preservado y destinado al muestreo, recolectado cada 28 días. No hubo diferencia entre las gestiones adoptadas para MF ($P = 0.0779$). El dosel manejado a 20 cm obtuvo valores para la variable altura de 59.6 cm, para la masa de forraje se obtuvieron valores de 4.82 kg/ha⁻¹ y para la relación hoja/tallo (RFC =1.88). A 40 cm mostró una mejor relación de hoja/tallo (RFC = 2.31) aunque no mostró diferencias con los doseles manejados

a 30 cm (RFC = 2.12). El manejo a 50 cm, debido a la mayor altura, no permitió el corte al comienzo del experimento, lo que representa un retraso para el comienzo del pastoreo, aunque las producciones posteriores del período de agua, le permitieron igualar la producción. En vista de los datos, la mejor recomendación para el pasto Mavuno es el manejo a 30 y 40 cm para un sistema continuo.

Por otra parte, Segatto, (2019) evaluó las respuestas fisiológicas, productivas, estructurales y el crecimiento de la raíz de *Urochloa brizantha* cv. Híbridos de Marandu y *Urochloa*, dependiendo de si se aplicó o no fertilizante foliar durante la fase de establecimiento del pasto. El trabajo se llevó a cabo en la granja experimental Capim Branco, en el Sector de Forraje de la Universidad Federal de Uberlândia, en Uberlândia. MG Se realizaron cuatro experimentos por separado y simultáneamente, para evaluar, los siguientes pastos forrajeros: *Urochloa brizantha* cv. Marandu y el híbrido *Brachiaria Mulato II*, Mavuno e Ipyporã. Los experimentos se llevaron a cabo desde noviembre de 2018 hasta marzo de 2019. El área experimental de cada experimento consistió en cuatro parcelas, cada una con 12.25 m², donde la mitad de las parcelas recibieron fertilizante foliar y la otra mitad no. El fertilizante foliar utilizado fue FH PASTAGEM FOLIAR (Fertilizantes Heringer S / A, Paulínia, SP., Brasil) con 14% de nitrógeno; 12% de fósforo; 12% de potasio; 0,38% de Mg; 10,2% de S; 0,24% de Cu; 0,18% de Mn y 0,63% de Zn, a una dosis de 2 kg / ha, diluido en agua de pulverización 42 días después de la emergencia de la planta. En cada experimento, el diseño fue completamente al azar, con cuatro repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables de respuesta: índice de SPAD, índice de área foliar, intercepción de luz del dosel, producción de forraje y densidad de raíces. Para las especies Mavuno, Mulato II y Marandu, se obtuvieron los siguientes resultados para la variable interceptación de luz, con fertilización a

los 45 días, de 86.16 %, 88.16 % y 90.62 % respectivamente y una producción de forraje de, 6.1 t/ha⁻¹ MS 7.82 t/ha⁻¹ MS y 8.4 t/ha⁻¹ MS respectivamente. En todos los experimentos, la aplicación de fertilizante foliar no influyó en las variables evaluadas. La fertilización foliar durante el establecimiento de los pastos Marandu, Mulato II, Mavuno e Ipyporã no influye en los índices de área de hoja y hoja, la producción de forraje y la densidad de las raíces.

Rodrigues et al., (2014) realizaron un estudio en el noreste de Brasil con el objetivo de evaluar las características agronómicas, morfológicas y estructurales de 9 gramíneas forrajeras tropicales durante la fase de establecimiento y el primer año de producción. Los tratamientos incluyeron: *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato, *Brachiaria brizantha* cvs. Piatã, Xaraés y Marandu, *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria decumbens*, *Panicum* híbrido cv. Massai y *Andropogon gayanus*. Las gramíneas fueron sembradas en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se midieron los parámetros siguientes: producción total de forraje; relación hoja: tallo; densidad populacional de rebrotes; número de rebrotes muertos; tasa de aparición foliar; filocrono; tasas de elongación de hojas y tallos; tasa de senescencia foliar; longitud final de la lámina foliar; y duración de la vida útil de las hojas. Para la variable rendimiento de forraje (MS), se obtuvieron los siguientes resultados en el año de establecimiento para las especies, Marandu, Xaraes, Piatã, Mulato I, Señal y Ruziziensis; de 8.48 t ha⁻¹, 11.636 t ha⁻¹, 6.71 t ha⁻¹, 18.62 t ha⁻¹, 8.94 t ha⁻¹ y 6.97 t ha respectivamente; por otra parte lo que respecta a la variable relación hoja/tallo se obtuvieron los siguientes resultados; 2.75, 1.01, 2.83, 1.33, 0.63 y 3.68. En el año de establecimiento, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato produjo los mayores rendimientos de forraje, seguido por *B. brizantha* cv. Xaraés y *Panicum* híbrido cv. Massai, siendo *A. gayanus* y *B. humidicola* los de peor desempeño. En el segundo año, los cvs. Mulato, Xaraés, Marandu y *A.*

gayanus presentaron las mayores producciones de forraje, mientras que los cvs. Massai y Piatã fueron los menos productivos. Todas las gramíneas evaluadas presentaron una marcada reducción de la producción durante la estación seca. *Panicum* híbrido cv. Massai presentó consistentemente la mayor relación hoja: tallo. Las características morfogénicas y estructurales difirieron según la variedad y la época del año. En general, la tasa de aparición foliar, las tasas de elongación de hojas y tallos, la tasa de senescencia foliar, la longitud final de la lámina foliar, el número de hojas vivas por rebrote y la densidad de rebrotes vivos fueron mayores en la época de lluvias, mientras que el filocrono y la vida útil de las hojas fueron mayores en la época seca. Los resultados de esta investigación muestran el potencial de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato, *B. brizantha* cv. Xaraés, *Panicum* cv. Massai y *A. gayanus* en la parte subhúmeda del estado Maranhão en el nordeste de Brasil.

Rojas et al., (2011) evaluaron bajo condiciones de temporal la adaptación de cuatro cultivares de *Brachiaria*, con base en su comportamiento agronómico a diferentes edades de corte. Las variables medidas fueron: altura, producción de hojas, tallos, total, material vivo y muerto. Los datos se analizaron en diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas y prueba de Tukey, $P < 0.05$, para diferencia múltiple de medias. Para la variable altura en las especies, Señal, Insurgente y Mulato se obtuvieron los siguientes resultados, 37 cm, 32 cm y 41 cm, respectivamente; en materia seca total se obtuvieron valores de 0.78 t/ha^{-1} , 0.87 t/ha^{-1} y 1.13 t/ha^{-1} respectivamente. La altura fue mayor ($P < 0.001$) en los cultivares *B. brizantha* (Mg4) e Híbrido Mulato, con 42 y 41 cm, respectivamente, con relación a *B. brizantha*. La producción de hoja y material vivo fue mayor en el Híbrido Mulato, con $688 \text{ kg ms ha}^{-1}$ ($P < 0.006$) y $1,104 \text{ ms ha}^{-1}$; ($P < 0.001$), respectivamente, comparada con *B. decumbens*. La producción de tallos (457 kg ms ha

; $P=0.05$) y materia seca total (1,125 ms ha⁻¹; $P=0.05$), tuvo tendencia a ser mayor en Híbrido Mulato. Se concluye que los cultivares con mejor desempeño agronómico fueron *Brachiaria ruziziensis* X *B. brizantha* (Híbrido Mulato) y Mg4, sin diferencia en la producción de materia seca entre cultivares.

Avellaneda et al., (2008) evaluaron el efecto de la edad (E) y la variedad (V) sobre: altura de planta (AP) (cm), longitud de raíz (cm) (LR), número de tallos (NT) y hojas (NH), biomasa forrajera (BF) (kg MS ha⁻¹), relación hoja tallo (en n° y peso), digestibilidad in situ DISMS, y composición química de *Brachiaria decumbens*, *brizantha* y Pasto mulato (*ruzizienzis* 44-6 x *brizantha* cv. Marandú), cortados a los 28, 56, 84 y 112 d. Se empleó un diseño de parcelas divididas. La parcela grande fue la variedad de *Brachiaria*, y la parcela pequeña la edad de cosecha. Para las variedades *B. decumbens*, *B. brizantha* y *B. Mulato*, se obtuvieron los siguientes resultados, para (AP) de 72 cm, 73.09 cm y 68.38 cm respectivamente, para relación hoja/tallo de 0.91, 1.15 y 1.31 respectivamente y en la variable de Biomasa expresado en t/ha⁻¹ de 1.15 t/ha⁻¹, 1.64 t/ha⁻¹ y 2.0 t/ha⁻¹. La AP no presentó diferencias ($p>0.05$) entre variedades. La LR presentó diferencia ($p<0.05$) entre variedad, el pasto mulato obtuvo los mejores resultado, para la edad de 28, 56, 84 y 112 d. El mayor NT a los 56, 84 y 112 d, y NH por planta hasta los 84 d lo obtuvo mulato. La biomasa (kg MS ha⁻¹) no presentó diferencias significativas ($p>0.05$). El pasto mulato presentó la mejor relación hoja/tallo, a los 28, 56 y 84 d y el *brizantha* a los 112 d ($p<0.05$). La digestibilidad in situ disminuyó al aumentar la edad. El mayor porcentaje de MS y fibra cruda, y menor proteína se presentó a los 112 d.

Álvaro, (2011) realizaron un estudio para determinar el efecto de la altura de corte sobre la producción de forraje de los pastos *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria dictyoneura* y *Brachiaria brizantha*, realizó en el Centro de Investigaciones La Libertad de Corpoica (Villavicencio, Colombia), bajo condiciones representativas del piedemonte la evaluación de las alturas 0, 5, 10 y 20 cm en los pastos *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. dictyoneura* cv. Llanero y 0, 10, 20 y 30 cm en el paso *B. brizantha* cv. Toledo, durante las épocas lluviosa y seca de los años 2009 y 2010. Para la especie *B. decumbens* se obtuvieron los siguientes resultados correspondientes al año 2009 con una altura a corte de 20 cm, para la variable altura en la época más lluviosa se obtuvo un valor de 24.6 cm y con una masa seca de 1.63 t/ha⁻¹, en la época más seca se obtuvieron los siguientes valores, para altura 10 cm y para materia seca 0.37 t/ha⁻¹; para la especie *B. brizantha* se obtuvieron los siguientes resultados correspondientes al año 2009 con una altura a corte de 20 cm, la variable altura fue de 50 cm con una masa seca de 1.31 t/ha⁻¹ correspondientes a la época lluviosa en la época seca se obtuvieron valores para altura de 23.3 cm y una masa seca de 0.83 t/ha⁻¹, Los resultados con mayor producción de biomasa correspondieron a los tratamientos con mayores alturas de corte. Los cortes realizados a baja altura afectaron negativamente la producción de forraje de los cuatro pastos evaluados y ejercieron una disminución de la cobertura del suelo especialmente en el *B. brizantha* cv. Toledo.

Murillo et al.,(2015) desarrollaron un trabajo con el objetivo de evaluar la respuesta agronómica de tres variedades de pastos del género *Brachiaria* (*B. decumbens*; *B. brizantha* y *B. híbrido* cv. Mulato (CIAT 36061), como contribución al mejoramiento de la producción animal en el Ecuador. Se empleó un diseño de bloque al azar en arreglo factorial (2x3) con tres repeticiones, con un total de 54 parcelas. Se evaluaron dos localidades y tres estados de madurez (21; 42; y 63

días). Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de hojas y de tallos, relación hoja: tallo y biomasa forrajera. Para la especie *B. decumbens* se encontraron los siguientes resultados, para la variable altura de planta obtuvo un valor de 67.83 cm, una relación hoja/tallo de 1.22 y una biomasa de 1.24 t MS/ha⁻¹, para la especie *B. brizantha* la variable altura obtuvo un promedio de 71.64 cm, para relación hoja/tallo de 1.94 y una biomasa de 1.76 t MS/ha⁻¹ por último la especie *B. Mulato* obtuvo los siguientes valores, para altura de 71.02 cm, relación hoja/tallo de 2.42 y una Biomasa de 2.08 t MS/ha⁻¹. Las variedades estudiadas tuvieron un comportamiento superior en la localidad La Guayas, en relación al suelo ácido característico de la zona. El pasto *B. mulato* se mostró superior en la producción de follaje al resto de las variedades. A los 63 días se observaron los mayores valores en altura de planta (98.57 cm), número de hojas (774.84) y de tallos (162.51). El rendimiento peso de hoja (6.48 t MS/ha-1) resultó superior a los 42 días. La producción de biomasa evidenció un incremento del rendimiento al aumentar la edad de rebrote. Se concluye que en la localidad La Guayas las especies de *Brachiaria* estudiadas tuvieron un desempeño superior, sobresaliendo la *B. mulato*, principalmente en el rendimiento. La edad de corte tuvo un marcado efecto en el comportamiento de los indicadores evaluados al aumentar el rendimiento.

Antonio, (2019) evaluó el potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. El clima es cálido subhúmedo con Aw_0 (w) ig, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano. Los tratamientos fueron: Mulato II, Cobra, Cayman, Insurgente, Señal, Piata y Mg5. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y arreglo en parcelas divididas, se tomaron datos de interceptación solar (%IS), altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS) y relación hoja/tallo (RH/T). Los

resultados muestran para la variable RFV para la especie Mulato II, Xaraes, Cayman, Piata, Insurgente, Cobra y Señal promedios de 14.46 t ha⁻¹, 13.31 t ha⁻¹, 13.21 t ha⁻¹, 12.66 t ha⁻¹, 12.03 t ha⁻¹, 10.66 t ha⁻¹ y 10.2 t ha⁻¹ respectivamente, para la variable de %IS se obtuvieron los siguientes promedios para las variedades Mulato II con 88 %, Insurgente con 83.9 %, Xaraes con 82.3 %, señal con 79.3 %, Cayman con 77.6 %, Cobra con 72.8 % y Piata con 72.2 %. Para especies se observó sobresaliente a Mulato II en el RFV con 14.46 t ha⁻¹ y el %IS con 88 %, para el efecto de corte, en altura, RFV, %IS fueron sobresalientes los cortes 2 y 3, en la interacción especies por corte se presentó significancia estadística en RFV observando que las especies mostraron una tendencia a aumentar la producción de forraje verde del primer al segundo corte, y únicamente Xaraes y Mulato II continuaron con la misma tendencia hacia el tercer corte.

Jiménez (2018), evaluó el potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaras* en 4 frecuencias de corte, el experimento se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Comitancillo. El clima es cálido subhúmedo con Awo (w) ig, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano. Los tratamientos fueron conformados por tres factores A= especies (Mulato II, Cobra, Cayman, Insurgente, Señal, Piata y MG5), B= Frecuencias (F1=30 días, F2=40 días, F3=50 días, y F4=60 días al corte) y C= Número de cortes realizados. Se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas subdivididas con dos repeticiones, datos de altura día 7 (AD7), interceptación solar (%IS), altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS), relación hoja/tallo (RH/T). Para las variables AC y RH/T Mulato II fue el mejor con valores medios de 14.71 cm y 5.77 unidades respectivamente. Para AD7 la especie más sobresaliente fue Cobra con 23.73 cm, en el %IS la especie Cayman fue la más sobresaliente con un promedio de 47.40. Para el efecto de frecuencias se observó efecto en la

variable interceptación solar siendo la F3 la más sobresaliente con 43.21%. En el efecto de cortes en la variable AD7 se observó el mejor valor en el corte 1 y 2 con 25 y 24.59 cm respectivamente, el AC el corte 1 fue el mejor con 14.51 cm, para el DM los mejores cortes fueron el 1 y 2 con 18.90 y 18.83 cm respectivamente, en la RHT se observaron sobresalientes los 5 primeros cortes, para RMS el mejor valor fue en el corte 1 con 21.19 t ha⁻¹ y para %IS el mejor valor fue en el corte 1 con 49.62%. Para especie por frecuencia Cayman mostró los mejores valores en las frecuencias 1, 2 y 3, sin embargo, Insurgente observó una tendencia a aumentar el %IS. En la interacción de especies por corte el %IS tuvo una tendencia disminuir a través de los cortes realizados. Por último, en la interacción corte por frecuencia se observó una tendencia a disminuir los valores de AD7, %IS y AC conforme se realizaban los cortes.

Ocampo y German (2016), evaluaron el efecto de la densidad de población en el comportamiento agronómico de 7 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, el experimento se realizó en el Instituto Tecnológico de Comitancillo en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. El clima es cálido subhúmedo con Awo (w) ig, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano. Los tratamientos fueron la combinación: El factor A que corresponde a las densidades (40 cm y 50 cm), factor B a las especies forrajeras (Piata, Señal, Insurgente, MG5, Mulato II, Cobra y Cayman) y Factor C a los meses de corte (6 meses). Se utilizó un diseño en bloques al azar en parcelas subdivididas con dos repeticiones, tomando datos de altura, diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS), relación hoja/tallo (RHT) y tasa de crecimiento (TACRE). Los resultados por especie para altura muestran a Cobra como sobresaliente con promedio de 36.36 cm y a Mulato II en la RHT con 15.18. La densidad 2 (50 cm) obtuvo el mejor promedio en DM con 14.15 cm.; para TACRE la densidad de 40 cm fue la

más sobresaliente con un promedio de 65.63 kg ha⁻¹ día. Para cortes la mayor altura fue en el segundo corte con 38.12 cm, en el DM, RMS, RFV y TACRE el sexto corte fue el mejor con promedios de 15.55 cm, 2.5 t ha⁻¹, 11.41 t ha⁻¹ y 83.38 kg ha⁻¹ día, respectivamente y en RHT el primer corte con 11.53. En la interacción especie por corte, Cobra sobresale en altura y en RHT el Mulato II. Para la densidad por corte la densidad a 40 cm se mostró superior en RMS y TACRE, y en DM la densidad de 50 cm mostro la mejor tendencia, en la RHT y altura ambas densidades mostraron la misma tendencia.

Luna (2017) determinó el potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, en el Instituto Tecnológico de Comitancillo en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. El clima es cálido subhúmedo con Awo (w) ig, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano. Los tratamientos fueron: Mulato II, Cobra, Cayman, Insurgente, Señal, Piata y MG5. Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos repeticiones, tomando las variables de altura día 7 (AD7), interceptación solar (%IS), altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS), relación hoja/tallo (RH/T), tasa de crecimiento (TC), rendimiento de forraje verde acumulado (RFVa) y rendimiento de materia seca acumulado (RMSa). Los resultados en la evaluación de especies para altura día 7 muestran a Insurgente y Mulato II como sobresalientes con 22.20 y 19.46 cm estadísticamente iguales; mejores para altura a cosecha sobresalen MG5 y Piata con 88.96 y 78.57 cm, respectivamente; en el rendimiento de forraje verde fue MG5 con 34.18 t ha⁻¹, Insurgente con 31.65 t ha⁻¹ y Piata con 31.37 t ha⁻¹; el mayor rendimiento de materia seca fue de 11.87, 9.26, 9.12 y 8.89 t Ms ha⁻¹ en MG5, Mulato II, Piata e Insurgente, respectivamente; en la relación hoja/tallo fue Mulato II con 1.29, Cobra con 1.27 y Cayman con 1.17, y en la interceptación solar fue para Mulato II Y MG5

con 84.18 % Y 77 % respectivamente; en el rendimiento de forraje acumulado Insurgente y MG5 fueron mejor con 102.61 t ha⁻¹ y 94.97 t ha⁻¹ respectivamente., y en el rendimiento de materia seca acumulado los mejores fueron para MG5 con 35.61 t ha⁻¹ y Mulato II con 20.47 t ha⁻¹. Se encontraron diferencias significativas para cada especie en forma independientes para Mulato II (AD7, AC, RH/T), Señal (AD7, RFV, RMS, %IS), Insurgente (RHT, %IS), Cobra (AC, DM, RMS, RH/T, %IS y TC) y Piata (AD7, RT/H).

Ramos, (2016) realizó una investigación en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador en donde evaluó la producción de genotipos de *Brachiaria* durante la época seca del segundo año de cultivo en el trópico húmedo. En el 2015 se evaluaron los genotipos Piatá, Xaraés, Decumbens, Mulato II y Marandú con un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, en parcelas de 4 m por 4 m, en Santo Domingo, Ecuador. Se utilizaron el análisis de varianza y la prueba Tukey con $\alpha = 0,05$. La edad de floración en los genotipos fue la misma ($p = 0,2024$) observándose una media \pm error estándar de 66,2 d \pm 4,3 d. El Xaraés tuvo la mayor ($p < 0,0001$) producción de materia seca total (16 t ha⁻¹ \pm 0,56 t ha⁻¹) de hojas (13,4 t ha⁻¹ \pm 0,56 t ha⁻¹) y de tallos (2,6 t ha⁻¹ \pm 0,12 t ha⁻¹). La mayor ($p = 0,0016$) relación hoja: tallo tuvo el Marandú, Mulato II y Piatá (6,8 \pm 0,53). El mayor ($p < 0,0001$) índice de área foliar presentó el Mulato, Marandú y Xaraés (8,6 m² de área foliar [m² suelo]⁻¹ \pm 0,53 m² de área foliar [m² suelo]⁻¹) y la mayor ($p = 0,0001$) área foliar específica; el Decumbens, Mulato II y Marandú (245,6 cm² g⁻¹ \pm 11,2 cm² g⁻¹). Durante la época seca del segundo año de establecimiento de los genotipos de *Brachiaria* el Xaraés tuvo la mayor producción de materia seca; mientras que el Mulato II y Marandú mostraron la mayor superficie total de hojas y superficie por peso de hoja. Estos resultados sugieren que el Xaraés sería

el más adaptado para la época seca; sin embargo, se debe evaluar la producción acumulada conjuntamente con la época lluviosa.

Reyes et al., (2019) evaluaron la calidad de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato I en la zona del Guayas, Ecuador, a diferentes edades de rebrote (21, 42 y 63 días). Se determinaron los rendimientos de materia seca total, biomasa, hojas y tallos; así como la altura de la planta, longitud y ancho de las hojas, los contenidos de MS, PB, FDN, FDA, LAD, celulosa (Cel), hemicelulosa (Hcel), contenido celular (CC), P, Ca, ceniza, MO, DMS, DMO, EM, ENL y las relaciones hoja-tallo, FDN-N y FDA-N. Hubo interacción significativa ($P < 0.0001$) entre las variedades y la edad de rebrote para todos los indicadores estudiados. Los mayores rendimientos de MS y de biomasa se obtuvieron en Mulato I a los 63 días de rebrote (1.59 y 5.23 t/ha, respectivamente). PB y el CC disminuyeron con la madurez de la planta y los mejores valores se obtuvieron en Mulato I a los 21 días de rebrote (15.74 y 73.45 %, respectivamente), mientras que los componentes de la pared celular se incrementaron con la edad y los mayores valores lo presentó *Brachiaria decumbens*. Se encontraron variabilidad en cuanto a las variedades en los indicadores estudiados, con el mejor comportamiento general para el Mulato I. En el presente estudio quedó demostrado la variabilidad de la calidad nutritiva por interacción entre la variedad y la madurez del forraje, determinado, entre otros aspectos por, el decrecimiento de las digestibilidades y el aporte energético, así como incrementos de las relaciones FDN/N, FDA/N, vale destacar que la producción de biomasa, rendimientos total, de hojas y tallos, además los indicadores morfológicos altura, número de hojas, longitud y ancho arrojaron los mejores resultados en el Mulato I a los 63 días.

Guaicha et al., (2017) realizaron una investigación en el programa de Pastos y Forrajes, del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica (UEA), ubicada en el cantón Arosemena Tola, en el km 44 vía Puyo-Tena, en donde evaluó diez pastos introducidos en la Amazonía Ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el centro de investigación CIPCA. La distribución de los tratamientos se hizo mediante un Diseño Completamente al Azar con arreglo combinatorio, donde A fueron las especies forrajeras y B las edades de corte. Los resultados mostrados en esta investigación muestran a las especies *Brachiaria brizhanta* cv. *Xaraes*, *Brachiaria brizhanta* y *Brachiaria hibrido Mulato I*, promedios para la variable altura de 81.08 cm, 83.50 cm y 79.25 cm respectivamente, para la variable Rendimiento de forraje verde se obtuvieron promedios de 2.765 t ha⁻¹, 4.482 t ha⁻¹ y 4.579 t ha⁻¹ respectivamente, en lo que respecta a la variable RMS se obtuvieron los siguientes promedios; 0.63 t ha⁻¹ MS, 1.11 t ha⁻¹ MS y 1.24 t ha⁻¹ MS respectivamente. De los resultados experimentales se pudo determinar que el pasto *Panicum maximum* cv. *Saboya enana*, registro 25.78 % de Materia seca difiriendo significativamente del resto de forrajes, debiendo señalar que en lo relacionado al contenido de cenizas, extracto etéreo, proteína, grasa, fibra y energía no se determinó diferencias estadísticas; también se manifiesta que los pastos Tanzania y Kinggrass registraron 166 y 161 cm de altura, 57.50 y 59,67 % de cobertura basal y 178.67 y 171.00 % de cobertura aérea, así mismo se menciona que la mayor producción de forraje verde fue del Kinggrass con 36.11 Ton/ha de forraje verde y 7.01 Ton de materia seca, en lo relacionado a las características físico químicas del suelo se puede manifestar que no hubo cambio alguno, señalándose que la calidad de los suelos se mantienen y no se ve afecto por la producción forrajera a pesar de existir un cambio climático durante la etapa de investigación, por lo tanto para proteína

se recomienda al *Brachiaria brizhanta* cv. Xaraes cuyo contenido fue de 15.03 %, aunque no se determinó diferencias significativas con el resto de pastos.

Aguilar y Kuan (2019) establecieron un experimento en la unidad experimental El Plantel ubicada en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya. El estudio consistió en evaluar el efecto de la fertilización con biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Se estableció en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) unifactorial con seis tratamientos (T1=Testigo 0; T2=200 kg- 70 kg- 40 kg (N-P-K); T3=50 kg + 7 000 l ha⁻¹ (N + Biol); T4=10 000 l ha⁻¹; T5=14 000 l ha⁻¹; T6=18 000 l ha⁻¹ y cuatro repeticiones. Se evaluaron las variables altura (cm) y diámetro (mm) de la planta, Número de hojas por planta, Número de macollos por metro lineal, Porcentaje de cobertura (%) del pasto, Número de plantas por macollo, Producción de materia seca (kg ha⁻¹), Proteína cruda (% PC), Fibra neutro detergente (% FDN), Fibra ácido detergente (FDA), Digestibilidad in vitro (% DIVMS), Remoción de nutrientes (71 ddt) en MS. Los datos obtenidos para la especie *Brachiaria brizantha* cv. Marandú muestra valores de 2.49 t ha⁻¹ para la variable rendimiento de materia seca. Los resultados muestran que hubo diferencias significativas para las variables de altura del tallo, diámetro del tallo, cobertura del pasto, materia seca. El mayor valor se obtuvo en las variables altura, diámetro, número de hojas, cobertura de pasto, número de tallos por macollo se registró con el tratamiento sintético de (200 kg N+70 kg P₂O₅+ 40 kg K₂O) a los 71 días después del trasplante. El mayor valor para la variable de materia seca le correspondió al tratamiento sintético (200 kg N+70 kg P₂O₅+ 40 kg K₂O) con 3 611.07 kg ha⁻¹, seguido de la aplicación de 18 mil litros de biol con 2 957.40 kg ha⁻¹. En proteína cruda los tratamientos a partir de los 43 días después del trasplante los que presentaron los mayores valores correspondieron al tratamiento sintético seguido de 10 mil

litros de biol por ha⁻¹ con 16.11 %, cabe mencionar que estos dos tratamientos a los 64 días después del trasplante mantuvieron sus niveles de proteína arriba del 10 %. Para la variable de FDN sus valores se mantienen en calidad media de acuerdo a los resultados. La variable de FDA se caracterizó y se mantuvo en el rango de calidad baja aproximadamente del 45 %. Para la variable DIVMS en calidad baja menores del 55 % y para la variable remoción de nutrientes, la mayor extracción de nutrientes se presentó a los 71 días después del trasplante y lo presentaron el nitrógeno y el potasio.

Joaquín et al., (2019) con el objetivo de evaluar el efecto de la época y edad de rebrote en el rendimiento de forraje, composición morfológica y características estructurales en pasto Insurgente, realizaron una investigación y se estudiaron tres edades de rebrote (ER: 28, 35 y 42 días) en tres épocas del año (nortes, sequía y lluvias), en un diseño de bloques completos al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Se midió el rendimiento de forraje, altura de plantas, composición morfológica y relación hoja: tallo y hoja: no hoja. La distribución del rendimiento fue de 30, 5 y 65 % para las épocas de nortes, sequía y lluvias, respectivamente, con una acumulación promedio anual de 10.869 kg MS ha⁻¹ y una altura de planta de 32 cm. La mayor proporción de hojas (96 %) se obtuvo con la ER de 28 y 35 días, en las épocas de nortes y sequía, respectivamente. La mayor acumulación de hoja se presentó en la época de lluvias, seguida por las épocas de nortes y sequía, con valores promedio de 5, 881, 3, 085 y 522 kg MS ha⁻¹, respectivamente. La contribución de hojas al rendimiento total de forraje fue alrededor del 80 %, independientemente de la frecuencia de corte y época del año. Se sugiere continuar con este estudio utilizando edades de rebrote mayores y el uso de animales, con la finalidad de determinar con mayor precisión la edad de rebrote óptima en la producción de forraje y persistencia de la pradera.

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

3.1 Características del área de estudio

3.1.1 Localización geográfica

Según INEGI (2010) el municipio de San Pedro Comitancillo, se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec, al Sureste del estado de Oaxaca, se encuentra entre las coordenadas geográficas $95^{\circ} 09' 30''$ de latitud Oeste del meridiano de Greenwich y $16^{\circ} 26' 30''$ de latitud Norte. Con una altura de 70 m.s.n.m., limita al norte con Ciudad Ixtepec, Santiago Laollaga y Santo Domingo Chihuitán; al Sur con San Blas Atempa y Santo Domingo Tehuantepec: al Oeste con Magdalena Tlacotepec y al este con Asunción Ixtaltepec, El Espinal y Juchitán de Zaragoza. Cuenta con una extensión de 16, 586 km² lo cual representa el 0.17 % de la superficie total del Estado de Oaxaca.

3.1.2 Clima

El clima de San Pedro Comitancillo es $Aw_0(w)ig$, cuyas características principales son: cálido subhúmedo, la temperatura media anual mayor de $22^{\circ} C$, con lluvias en verano, una precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm. Se registra que los meses de lluvias en el municipio, comprende de junio a septiembre y los de secas de octubre a mayo. La temperatura media anual es de $27.5^{\circ} C$ con máximas promedio de $34.2^{\circ} C$ y mínima con promedio mayor de $15.1^{\circ} C$. Los meses donde

se registran las más altas temperaturas son de mayo a junio y las temperaturas más bajas se dan de diciembre a enero. La temporada de lluvias es de mayo a noviembre, la precipitación anual promedio que se presenta en la localidad es de 908.4 mm anual, el número promedio anual de días con lluvias es de 51 y se distribuye a lo largo del año; los meses de junio: septiembre presentan hasta 15 días con precipitaciones y los meses de marzo y diciembre en general no presentan precipitación alguna (INEGI, 2010).

3.1.3 Suelo

Según la comisión de plan hidráulico en esta área se define dos unidades de suelos, que son litosol + cambisol eutrico que se caracterizan por estar sobre un relieve escartado, con pendientes mayores a 20 %, un drenaje superficial muy rápido; tiene una profundidad que va de 15 a 40 cm., de color gris, textura fina, permeabilidad moderada con reacción ligeramente alcalina y el vertisol crómico, que son los suelos originarios de rocas sedimentadas, de desarrollo insuficiente y edad resiente (más de 200 cm), de color café y café oscuro en los primeros 40 cm. y rojizo en el resto de perfil, es de textura arcillosa con permeabilidad lenta, drenaje interno deficiente, reacción alcalina se encuentra sobre un relieve plano con pendiente de 0 a 2 % y drenaje superficial de moderado a lento. Sus suelos más bien ligeros o medias, con tendencias alcalinas y salinidad moderadamente bajo, así como también es baja su capacidad de retención de agua (INEGI, 2010)

3.1.4 Ganadería y agricultura

La superficie dedicada al cultivo es de 5,050 ha. Los principales cultivos que se desarrollan son el ajonjolí, maíz, sorgo y frijol, los tres primeros a mayor escala mientras que muy escaso el frijol, este se siembra intercalado con el maíz. En el aspecto pecuario se cuenta con ranchos pequeños dedicados a la crianza del ganado bovino, caprino y ovino en un segundo término las aves de corral y cerdos, dichas actividades se realizan bajo un sistema de traspatio (INEGI, 2010)

3.2 Ubicación del experimento

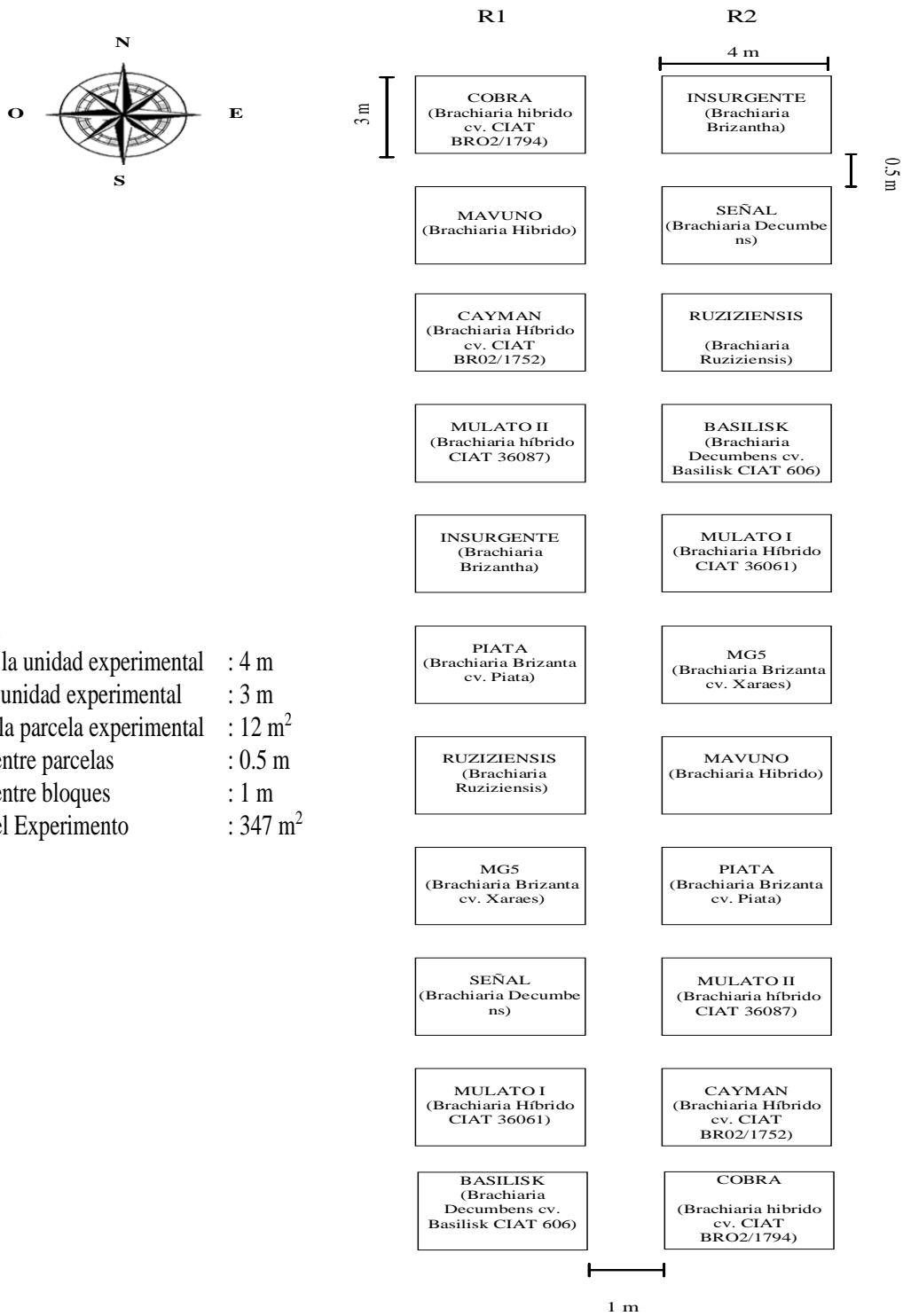
El experimento se llevó a cabo en el área agrícola del Instituto Tecnológico de Comitancillo, carretera Ixtaltepec – Comitancillo Km. 7.5 ubicado en la población de San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

3.3 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron conformados por 11 especies de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*: Cobra (*Brachiaria Híbrido cv. CIAT BRO2/1794*), Mavuno (*Brachiaria Híbrido*), Cayman (*Brachiaria Híbrido cv. CIAT BR02/1752*) Mulato II (*Brachiaria Híbrido CIAT 36087*) Insurgente (*Brachiaria Brizantha*), Piata (*Brachiaria Brizanta cv. Piata*), Ruzizensis (*Brachiaria Ruzizensis*) Mg5 (*Brachiaria Brizanta cv. Xaraes*) Señal (*Brachiaria Decumbens*) Mulato I (*Brachiaria Híbrido CIAT 36061*) y Basilisk (*Brachiaria Decumbens cv. Basilisk CIAT 606*).

3.4 Croquis del Experimento

En la Figura 1 se observa la distribución en campo de los tratamientos.



Descripción

Longitud de la unidad experimental : 4 m
 Ancho de la unidad experimental : 3 m
 Área útil de la parcela experimental : 12 m²
 Separación entre parcelas : 0.5 m
 Separación entre bloques : 1 m
 Área total del Experimento : 347 m²

3.5 Diseño experimental y modelo estadístico

Para esta investigación se utilizó un diseño en bloques al azar para determinar la diferencia entre especies, con dos repeticiones bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$j= 1,2,\dots, b$$

$$i=1,2,\dots,t$$

Donde:

Y_{ij} = Observación en la j-esima repetición del i-esimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del i-esimo tratamiento

β_j = Efecto del j –esimo bloque

ε_{ij} = Error experimental

3.6 Descripción de las actividades

3.6.1 Establecimiento

Para el establecimiento se realizaron las siguientes actividades.

- a) Limpieza del área experimental: la limpieza se realizó de manera manual utilizando machetes y taparlas.
- b) Cercado: se llevó a cabo cerrando toda la periferia con alambre de púa y malla borreguera con postes de madera y utilizando materiales como: grapas, martillos y tensores.

- c) Preparación del terreno: para la preparación del terreno se realizaron únicamente dos pases de rastra.
- d) Trazado de las parcelas: posterior al cercado y ya preparado el terreno se procedió a trazar el experimento.
- e) Construcción de canales de riego y desagüe: se realizó de manera manual para conducir el agua de riego y eliminar correctamente el excedente.
- f) Siembra: La siembra se realizó en parcelas de 4 m x 3 m (12 m²) utilizando material vegetativo.

3.6.2 Mantenimiento

- a) Control de maleza: El control de maleza se realizó manualmente utilizando tarpalas, rastrillos y machetes, en otras ocasiones se utilizó la desbrozadora, esta actividad se realizó cada 15 días aproximadamente.
- b) Control de plagas y enfermedades: Para combatir las plagas comunes de la región como el chapulín (*Melanoplus* sp.) se utilizó el control biológico, utilizando el hongo *Metarhizium anisopliae* con una dosis de 13.2 gr. por 20 L de agua a base de extracto de Neem.
- a) Se aplicó un fertilizante orgánico (Humibest Energy) Acido húmico al 16.015 %, con dosis de 20 ml por 20 L de agua y un coadyuvante (320° cercko) desinfectante natural a base de jabón con dosis de 10 ml por 20 L de agua.
- b) Riego: Los riegos se efectuaron cada 7 días, dependiendo de las condiciones climáticas.
- c) Limpieza de parcelas: esta actividad se realizó manualmente utilizando tarpalas, rastrillos y machetes aproximadamente cada 20 días.

- d) Reparación del cerco: se realizó la reparación o reforzado de las cercas para evitar la invasión del ganado a la parcela experimental.
- e) Homogenización: esta actividad consistió en cortar la totalidad de forraje de cada unidad experimental al finalizar la toma de datos.

3.7 Toma de datos

3.7.1 Altura a rebrote día 7 (AR7)

Después de haber tomado los datos y homogenizado la unidad experimental, se tomó la altura promedio de 3 plantas de cada parcela al 7° día de rebrote, con la ayuda de un flexómetro se procedió a tomar la altura iniciando desde la base del macollo hasta el ápice de la hoja promedio. Los resultados se expresaron en cm.

3.7.2 Porcentaje de interceptación Solar (%IS)

Se escogieron 3 plantas al azar tomando como referencia las plantas ubicadas en el centro en cada uno de los tratamientos, el procedimiento consistió en colocar la regla en la superficie del suelo debajo del dosel, con orientación este-oeste entre las 12 y 1 pm. En cada ocasión se contaron los centímetros sombreados, que representaron el porcentaje de radiación interceptada por el dosel (Quero et al., 2015, p. 340). Los resultados se expresaron en porcentajes (%)

3.7.2 Altura a cosecha (AC)

Se escogieron tres plantas al azar en cada uno de los tratamientos y se procedió a medir su altura a los 120 días después de la siembra, para el corte número uno se tomó como criterio para la toma de datos el momento óptimo de aprovechamiento que consiste en la etapa a inicio de floración o al 95 % IS, este dato fue obtenido con la ayuda de un flexómetro, midiendo desde la parte basal hasta el ápice de la hoja más sobresaliente. Su resultado se expresó en centímetros.

3.7.3 Diámetro de macollo (DM)

Para determinar esta variable se escogieron tres plantas al azar y se midió el macollo de las plantas antes de ser cortadas, a los 120 días de su establecimiento y posteriormente se tomó como criterio el momento óptimo de aprovechamiento, utilizando dos reglas de madera colocándolos en sentido paralelo y en la misma dirección; midiendo la distancia entre las reglas con ayuda de un flexómetro, el resultado se expresó en centímetros.

3.7.4 Rendimiento de forraje verde (RFV)

Se tomó una muestra de tres plantas por parcela útil que fueron cortadas a 20 cm del ras del suelo, posteriormente fueron colocadas en bolsas de plástico previamente rotuladas con toda la información necesaria para identificar la especie y repetición, posteriormente fueron pesadas en una báscula digital marca Kitchen sale modelo 101 con un rango de peso de 5000 gramos; los

criterios de toma de datos fueron; 120 días después de la siembra y el momento óptimo de aprovechamiento para el primer corte, el resultado se expresó en t ha⁻¹.

3.7.5 Relación hoja/tallo (RHT)

Se tomaron 3 plantas por unidad experimental separando la materia verde (hojas/ tallo), posteriormente se pesaron por separado determinando la relación hoja/tallo con la siguiente formula:

$$\text{RHT} = \text{Peso de hojas} / \text{Peso de tallo}$$

3.7.6 Porcentaje de materia seca

Este valor se obtuvo de la muestra tomada de RFV de la cual se pesaron 100 gramos de forraje verde, (50 g. de tallo y 50 g. de hojas) el cual fue introducido en sobres de papel y secado a sombra por 10 días, posteriormente la muestra fue sometida a un horno de microondas por ciclos de 30 segundos hasta lograr un peso constante (Petruzzi et. al., 2005, p. 5).

3.7.7 Rendimiento de materia seca

Una vez obtenido el rendimiento de forraje verde t ha⁻¹, se estimó el rendimiento de materia seca aplicando la siguiente formula:

$$\text{RMS} = (\% \text{ MS} \times \text{RFV}) / 100$$

Dónde:

RMS= Rendimiento de Materia Seca en $t\ ha^{-1}$

%MS= porcentaje de Materia Seca

RFV= Rendimiento de Forraje Verde en $t\ ha^{-1}$

3.8 Análisis de la información

Los datos obtenidos durante la investigación fueron sometidos a análisis por el procedimiento ANAVA del paquete estadístico SAS (Statistical Análisis System), para un diseño de bloques al azar, finalmente para las variables significativas se realizó una prueba de Duncan.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados por especie al establecimiento

Se observó respuesta significativa en las variables rendimiento de forraje verde (RFV t ha⁻¹) y porcentaje de interceptación solar (%IS).

a) Rendimiento de forraje verde (RFV)

Los resultados mostraron respuesta significativa ($p < 0.05$) para rendimiento de forraje verde (RFV t/ha⁻¹) siendo Mavuno el más sobresaliente con 68.96 t ha⁻¹ (figura 4). Estos resultados difieren con lo reportado por Luna (2017) quien presenta a Xaraes e Insurgente como sobresalientes y reporta además mejores promedios para rendimiento de forraje verde mostrando a Xaraes con 34 t ha⁻¹, Insurgente con 31.65 t ha⁻¹ y Piata con 31.37 t ha⁻¹.

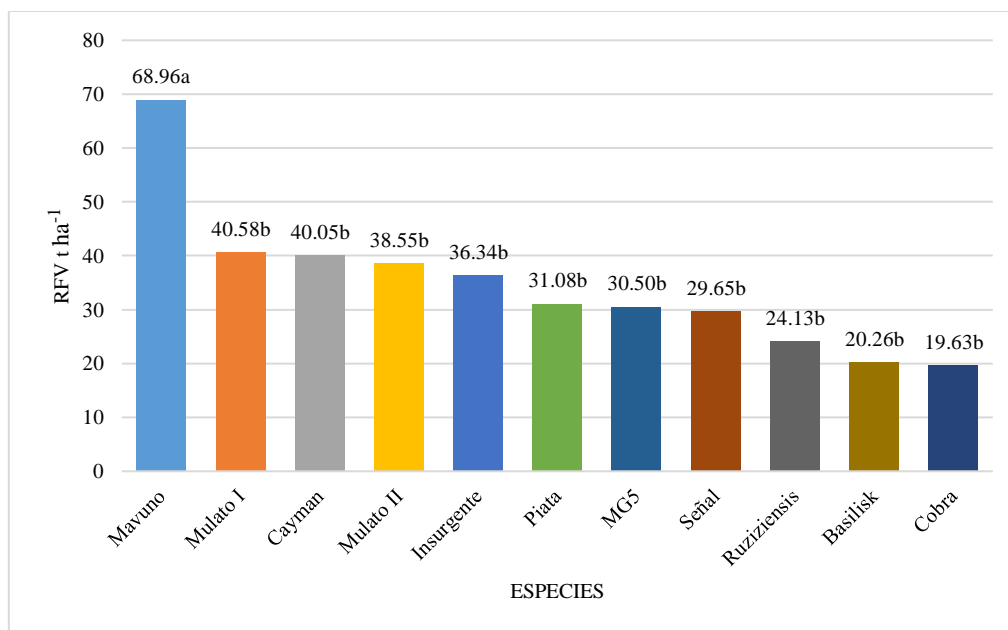


Figura 4. Resultados para rendimiento de forraje verde (RFV t ha⁻¹).

b) Porcentaje de interceptación solar (%IS)

En la figura 5 se muestran los resultados para el porcentaje de interceptación solar (%IS), se observó respuesta altamente significativa ($p < 0.01$) y los mejores promedios fueron para Insurgente, Mavuno, Señal y Basilisk con promedios de 81.50 %, 81.34 %, 78.67 % y 77.84% respectivamente. El resultado obtenido en este trabajo difiere con lo mostrado por Luna (2017) al mencionar a Mulato II como uno de los más sobresalientes reportando valores de 84.18 %, siendo este valor superior a lo reportado en el presente trabajo. Por otro lado, Sánchez (2017) citado por Antonio (2019) muestra a las especies más sobresalientes en radiación interceptada a Insurgente con 93.90 %, Mulato II con 93 % y Piata con 92.60 %, marcándose una gran diferencia tanto en la clasificación de Duncan como en los valores reportados para cada una de las especies.

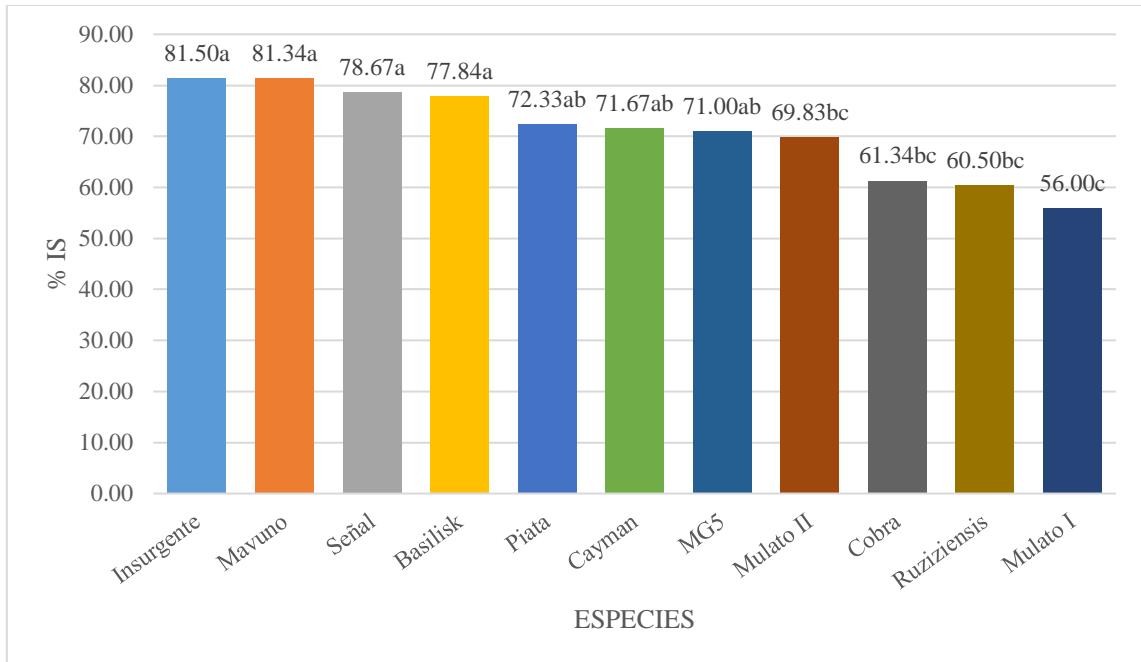


Figura 5. Resultados para el porcentaje de interceptación solar.

4.2 Resultado por especie al primer corte

Se observó respuesta significativa en las variables, altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), relación hoja/tallo (RHT), porcentaje de interceptación solar (%IS), rendimiento de forraje verde (RFV t ha⁻¹), rendimiento de materia seca (RMS t ha⁻¹) altura a rebrote día 7 (AR7) y rendimiento de forraje verde día 7 (RFV7 t ha⁻¹) para el corte 1.

a) Altura a cosecha (AC)

Los resultados mostraron respuesta altamente significativa ($p < 0.01$) para la variable altura a cosecha (AC) siendo MG5, Señal, Piata, Mavuno e Insurgente las variedades más sobresalientes con 88.50 cm, 88.17 cm, 87.50cm ,87.50 cm y 80.67 cm (figura 6). Los datos reportados en este

experimento para la especie Mavuno se muestran superior en los valores encontrados al compararlos con los reportados por Silva et al., (2019) quienes reportaron promedios de 59.6 cm. Por otra parte (Rojas et al., 2011) reportaron valores inferiores para las especies Señal e Insurgente, con promedios de 37 cm y 32 cm. De igual manera Avellaneda et al., (2008) obtuvieron resultados para Señal e Insurgente de 72 cm y 73.09 cm respectivamente, mostrándose inferiores a los resultados obtenidos en este experimento.

Ocampo y German (2016) reportaron valores inferiores en un estudio realizado en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, para las especies MG5, Piata, Insurgente y Señal con promedios de 33.42 cm, 32.08 cm, 30.78 cm y 30.21 cm, y muestran como especie sobresaliente a Cobra con 36.36 cm.

Los datos presentados en esta investigación difieren a lo reportado en un estudio por Luna (2017) en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, donde se muestra superior a la especie MG5 con promedio de 88.96 cm, por otro lado, muestran valores inferiores para las especies, Piata, Insurgente y Señal, con valores de 78.57 cm, 54.41 cm y 46.78 cm respectivamente.

Guaicha et al., (2017) realizaron una evaluación de diez especies de gramíneas forrajeras en dicha investigación obtuvo los siguientes promedios para las especies MG5, Insurgente y Mulato I de 81.08 cm, 83.50 cm y 79.25 cm respectivamente, correspondientes a la variable altura mostrándose inferior los resultados para MG5, pero superior para las especies Insurgente y Mulato I al compararlos con esta investigación.

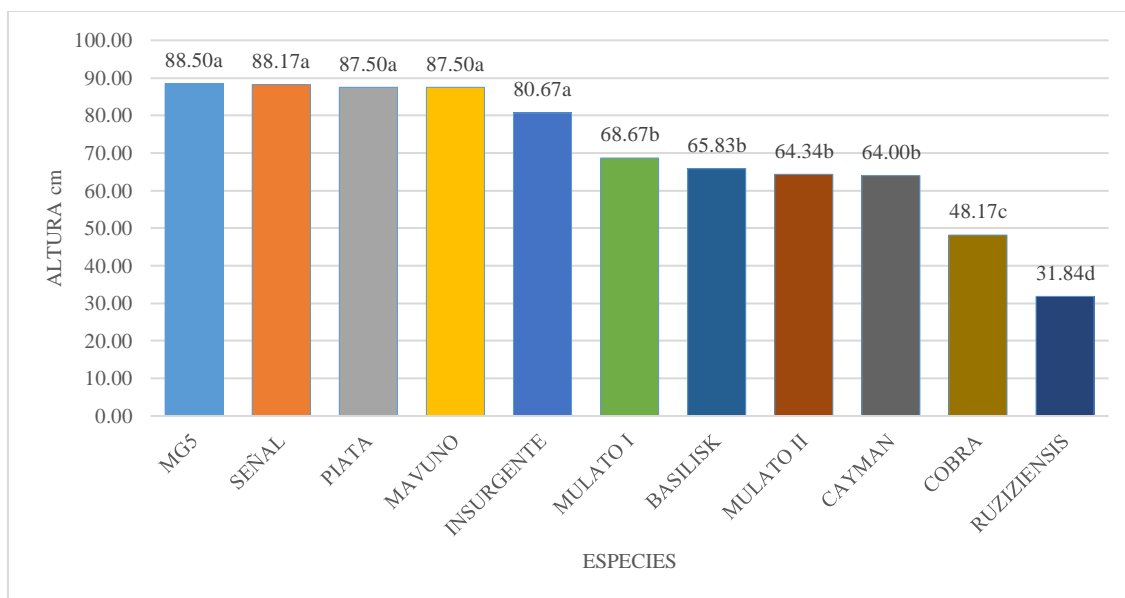


Figura 6. Resultados para altura a cosecha (AC).

b) Diámetro de macollo (DM)

Los resultados mostraron respuesta significativa ($p < 0.05$) para diámetro de macollo (DM) donde la variedad más sobresaliente fue Insurgente con un promedio de 15 cm tal como se muestra en la figura 7. Lo anterior difiere a lo obtenido por Pozo y Muñoz (2013) al evaluar el comportamiento agronómico de especies forrajeras en la comuna San Marcos, provincia Santa Elena; Ecuador, donde muestran valores para la especie Insurgente de 16.10 cm y para Mulato I de 17.28 cm, siendo superiores a los resultados obtenidos en esta investigación.

Por otra parte, Luna (2017) menciona a Piata como uno de los más sobresalientes reportando valores de 14.81 en el primer corte, siendo este valor superior a lo reportado en el presente trabajo.

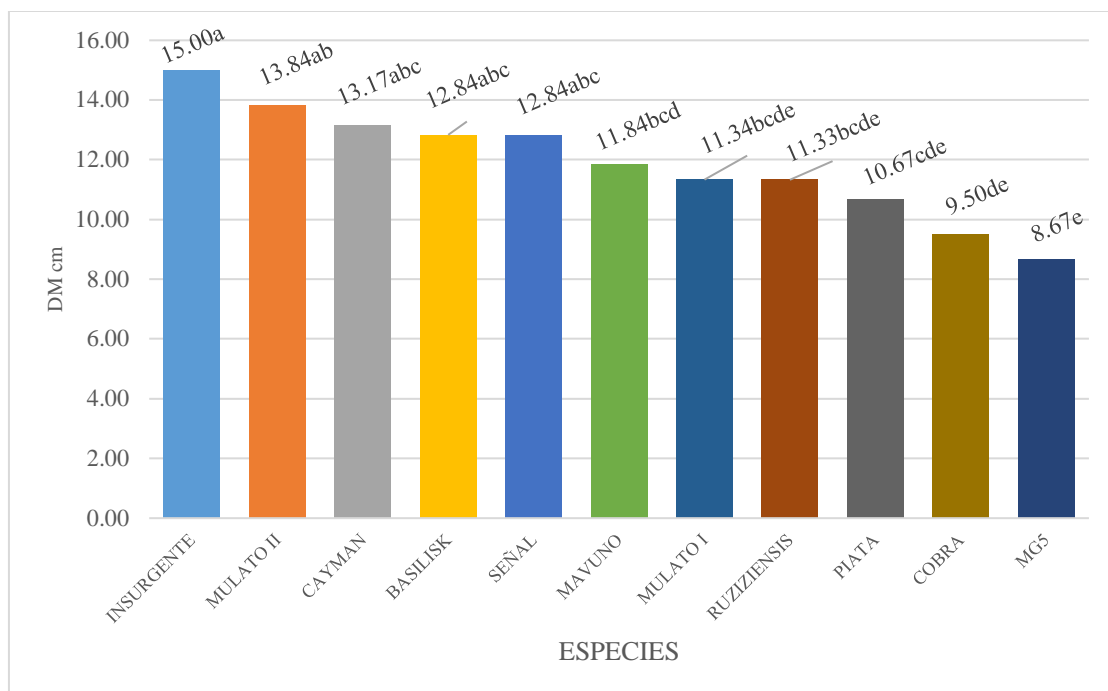


Figura 7. Resultados para diámetro de macollo (DM)

c) Rendimiento de forraje verde (RFV)

Los resultados mostraron respuesta altamente significativa ($p < 0.01$) para la variable (RFV) en donde la especie más sobresaliente fue Señal con un promedio de 32.69 t ha^{-1} tal como se muestra en la figura 8. Los valores encontrados para la especie Señal se muestran superiores a lo obtenido por Antonio, (2019) al mencionar a Señal con un promedio de 10.2 t ha^{-1} .

Por otra parte, Reyes et al., (2019) encontraron valores inferiores para la especie Señal con promedio de 1.84 t ha^{-1} , en un experimento realizado en el sector El Ají, Parroquia del Guayas, provincia del Guayas. Ecuador.

En un estudio realizado en el Instituto Tecnológico de Comitancillo por Luna (2017) se obtuvo un promedio para la especie Señal de 14.94 t ha^{-1} el resultado obtenido muestra inferioridad al compararlo con este estudio, aunado a esto se muestra a la especie MG5 como superior con un promedio de 34.18 t ha^{-1} el cual difiere con lo presentado en esta investigación ya que se encontraron valores para esta especie de 23.04 t ha^{-1} .

En Bogotá, Colombia, en un estudio realizado por Navajas (2011) se obtuvieron rendimientos de forraje verde para Señal de 3.578 t ha^{-1} y Mulato I con 3.883 t ha^{-1} , siendo inferiores estos promedios al compararlos con la presente investigación donde se reportan valores de 32.69 en Señal y Mulato I con 21.29 t ha^{-1} .

Guaicha et al., (2017) realizaron una investigación en Rio Bamba, Ecuador en donde obtuvo resultados 4.12 t ha^{-1} , 8.25 t ha^{-1} y 8.12 t ha^{-1} para la variable RFV, en las especies MG5, Insurgente y Mulato I de respectivamente; los resultados mostrados en esta investigación son inferiores a los aquí presentados. Por otra parte, Proaño (2017) obtuvo resultados para las especies Piata e Insurgente, mostrando valores inferiores para Piata con 21.09 t ha^{-1} , pero superiores para Insurgente con 29.48 t ha^{-1} .

Pilco (2017) realizó una investigación en La Maná, Ecuador para evaluar el comportamiento agronómico y composición química de variedades de Brachiarias, las especies evaluadas fueron Señal, Mulato I e Insurgente, con promedios de 4.69 t ha^{-1} , 3.69 t ha^{-1} y 4.01 t ha^{-1} respectivamente, los resultados difieren a los obtenidos en esta investigación.

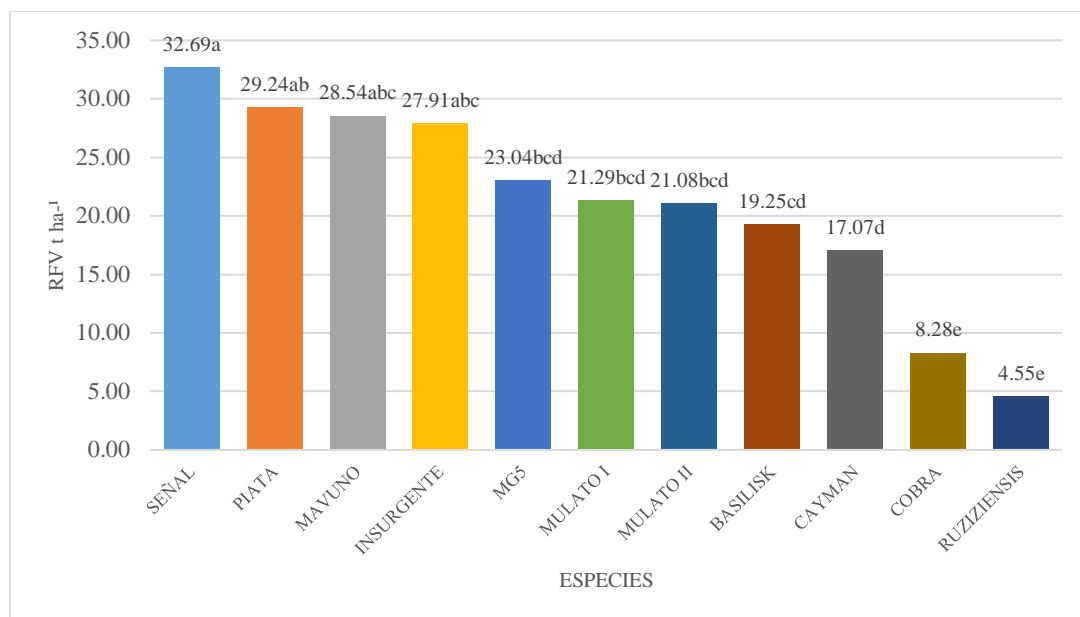


Figura 8. Resultados para rendimiento de forraje verde (RFV t ha⁻¹)

d) Relación hoja/tallo (RHT)

En la figura 9, se muestran los resultados obtenidos para la variable (RHT), en donde se observó respuesta altamente significativa ($p < 0.01$) en donde la variedad Cobra obtuvo el mejor promedio con 1.57. Los resultados presentados en esta investigación difieren a lo realizado por Luna (2017) presentando valores para las especies Mulato II, Cobra, Cayman, Insurgente, Señal, Piata y MG5 de 1.29, 1.27, 1.17, 1.14, 1.09, 1.08, 1.06 respectivamente. Por un lado, Jiménez (2018) realizó una investigación en el Instituto Tecnológico de Comitancillo en donde obtuvo un promedio de 3.12 para la especie Cobra, mostrándose superior a lo obtenido en este trabajo.

Los promedios encontrados para la relación hoja/tallo en este estudio fueron superiores para Señal, al compararlos con un experimento, realizado en Minas Garais, Brasil, por Santos et. al.,

(2013) quienes obtuvieron un promedio de 0.54 en la misma especie. Por otro lado en la evaluación realizada por Cuadrado et. al., (2004) en el municipio de Monteria Córdoba, Colombia, se encontraron valores para la relación hoja/tallo de 1.13 en Insurgente y Señal con 1, siendo inferiores a los valores encontrados en este experimento para las mismas especies.

Por otra parte, Silva et al., (2019) muestran un promedio para relación hoja/tallo en la especie Mavuno de 1.88, lo cual difiere a lo obtenido en esta investigación. Investigaciones realizadas por Rodrigues et al., (2014) en el noreste de Brasil, muestran diferencias al obtener promedios de RHT para Insurgente, MG5, Piata, Mulato I, Señal y Ruzizensis de 2.75, 1.01, 2.83, 1.33, 0.63 y 3.68 respectivamente, mostrando promedios para las especies Insurgente, Piata y Ruzizensis superiores a los presentados en esta investigación.

Murillo et al., (2015) realizaron una investigación en el Cantón el Empalme provincia del Guayas, Ecuador, donde se obtuvieron promedios para la variable RHT en las especies Señal, Insurgente y Mulato I de 1.22, 1.94 y 2.42 respectivamente, los valores obtenidos son superiores a los presentados en esta investigación para dichas especies.

Avellaneda et al., (2008) realizaron una investigación en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos; Ecuador, donde se encontraron promedios de 0.91, 1.15 y 1.31 para la variable RHT para las especies Señal, Insurgente y Mulato I respectivamente, mostrando valores inferiores a los obtenidos en esta investigación.

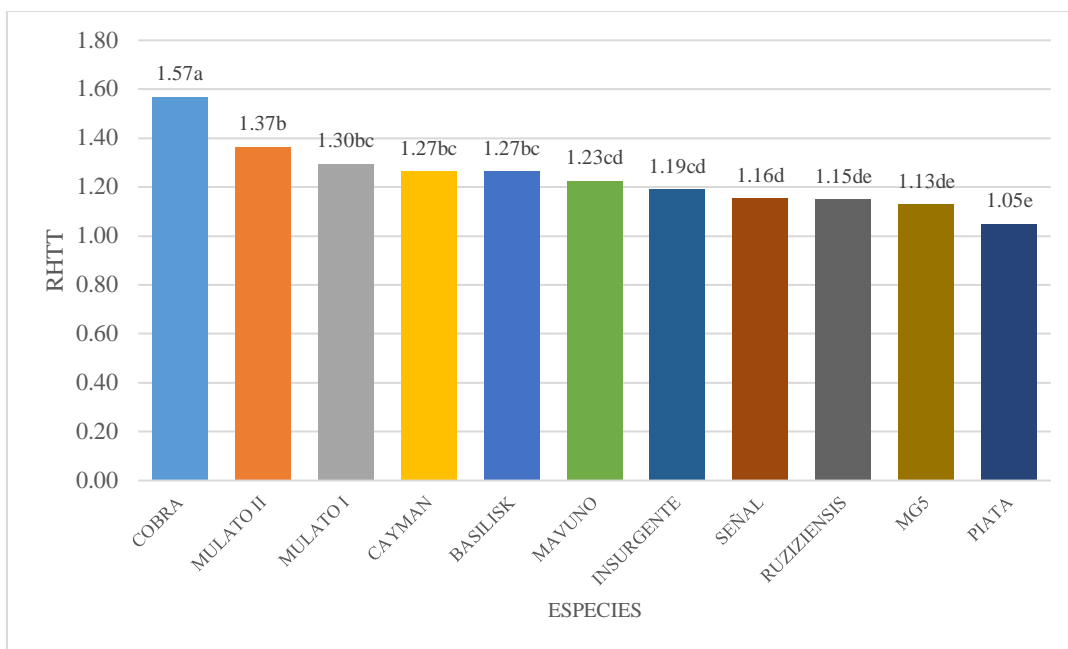


Figura 9. Resultados para relación hoja tallo (RHTT)

e) Porcentaje de interceptación solar (%IS)

Los resultados obtenidos mostraron alta significancia ($p < 0.01$.) para porcentaje de interceptación solar (%IS) mostrando a la variedad Mavuno sobresaliente con un promedio de 97.67 %, tal como se muestra en la figura 10. Los resultados obtenidos en esta investigación difieren a lo obtenido por (Segatto, 2019) quien obtuvo promedios para las especies Mavuno, Mulato II e Insurgente, de 97.05 %, 98.52 % y 98.20 % respectivamente, la especie Mavuno mostró promedios inferiores a los presentados en esta investigación por otra parte las especies Mulato II e Insurgente obtuvieron resultados superiores.

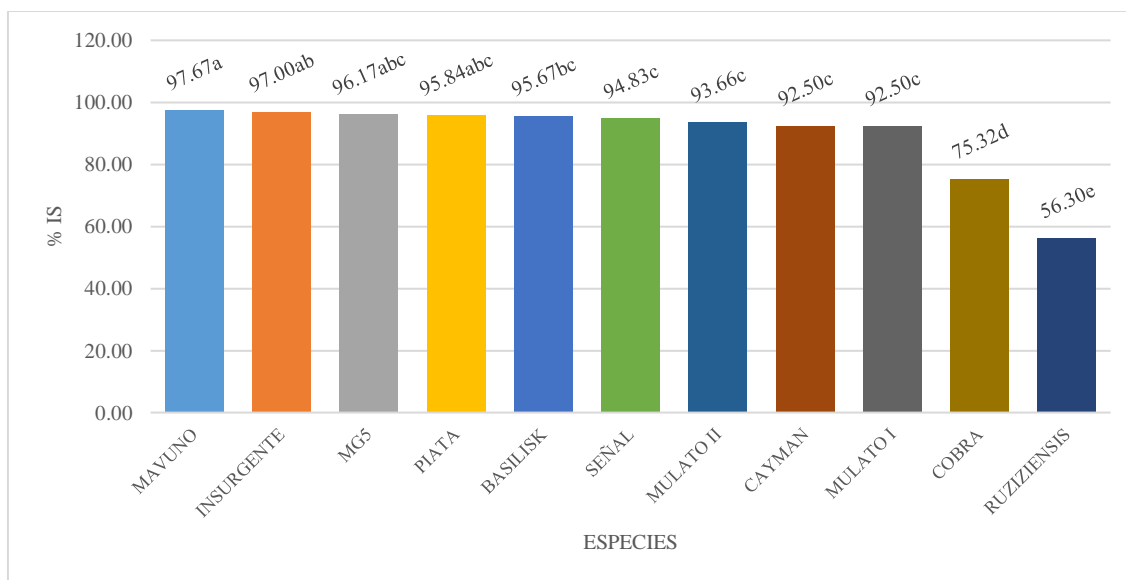


Figura 10. Resultados para porcentaje de interceptación solar (%IS)

En la investigación realizada por Antonio (2019) reporta a la especie Mulato II como la más sobresaliente con un promedio de 88 %, de igual manera reporta a las especies Insurgente, MG5, Señal, Cayman, Cobra y Piata, con promedios de 83.9%, 82.3%, 79.3 %, 77.6 %, 72.8 % y 72.2 % respectivamente; siendo estos valores inferiores a los obtenidos en esta investigación. Por otro lado, Sánchez (2017) citado por Antonio (2019) reporta como los mejores en radiación interceptada a Insurgente con 93.90 %, Mulato II con 93 % y Piata con 92.60 %, marcándose una gran diferencia tanto en la clasificación de Duncan y los valores reportados para cada una de las especies.

Por otra parte, los resultados obtenidos en esta investigación difieren a lo presentado por Jiménez (2016) quien muestra a Cayman e Insurgente como especies sobresalientes para esta variable con promedios de 47.40 % y 46.70 respectivamente, siendo inferiores a los resultados obtenidos en esta investigación.

f) Rendimiento de materia seca (RMS t ha⁻¹)

En la figura 11, se muestran los valores de (RMS) los resultados obtuvieron alta significancia ($p < 0.01$) en donde la especie Señal fue la más sobresaliente con un promedio de 8.35 t ha⁻¹ MS. Los resultados obtenidos difieren con lo presentado por Rodrigues et al., (2014) dónde mencionan a la especie Mulato I, sobresaliente, con un promedio de 18.62 t ha⁻¹ MS, seguido de MG5 con 11.63 t ha⁻¹ MS, Señal con 8.94 t ha⁻¹ MS, Insurgente con 8.48 t ha⁻¹ MS, Ruzizensis con 6.97 t ha⁻¹ MS y Piata con 6.71 t ha⁻¹ MS, los datos obtenidos muestran diferencias marcadas respecto a la clasificación de Duncan.

Los valores obtenidos en esta investigación para Señal, Insurgente y Mulato I son superiores comparados con los resultados obtenidos por Reyes et al., (2019), quienes realizaron un experimento en Guayas, Ecuador, obteniendo valores de 0.64 t ha⁻¹ MS para Señal, 1.20 t ha⁻¹ MS para Insurgente y 1.59 t ha⁻¹ MS para Mulato I.

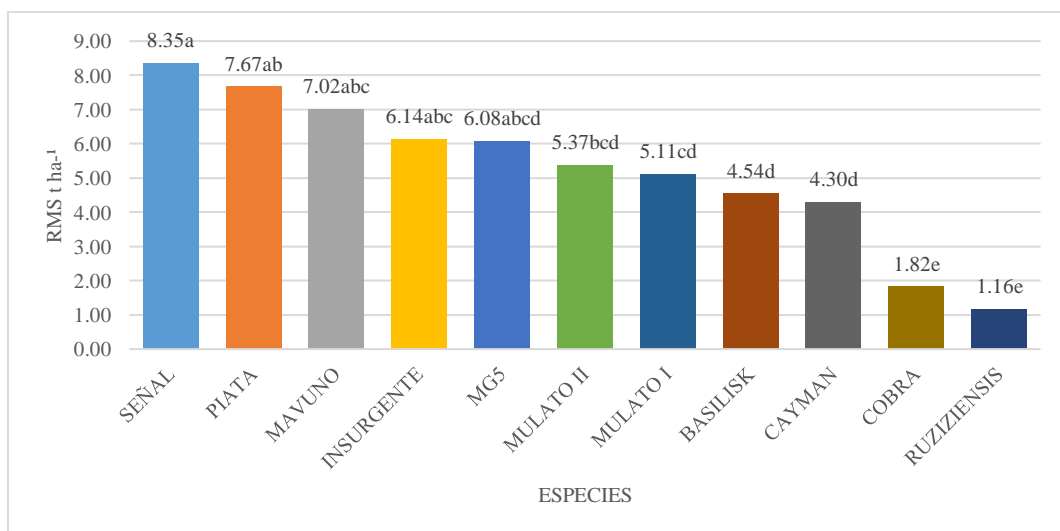


Figura 11. Resultados para rendimiento de materia seca (RMS t ha⁻¹).

Los valores obtenidos en esta investigación mostraron diferencias al compararlos con lo realizado por Ramos (2016) donde se muestra a la especie MG5 sobresaliente con 16 t ha⁻¹ MS, para el caso de Mulato II, Piata e Insurgente muestran valores superiores a los obtenidos en esta investigación con promedios de 9 t ha⁻¹, 8.2 t ha⁻¹, 8.2 t ha⁻¹ MS respectivamente, para la especie Señal se obtuvo un promedio de 7.64 t ha⁻¹ MS, siendo inferior a lo obtenido en esta investigación. Por otra parte, Navajas (2011) obtuvo valores de 0.78 t ha⁻¹ para la especie Mulato I y 0.63 t ha⁻¹ para Señal, los resultados mostrados son inferiores a los obtenidos en esta investigación.

Avellaneda et al., (2008) reportaron valores inferiores a los resultados obtenidos en esta investigación para las especies; Señal con 1.15 t ha⁻¹, Insurgente con 1.64 t ha⁻¹ y Mulato I con 2 t ha⁻¹. La respuesta observada en las variedades de pastos analizados en cuanto a RMS t ha⁻¹ se refiere, mostró valores superiores a lo reportado por (Murillo et al., 2015) al obtener promedios de 1.24 t ha⁻¹, 1.76 t ha⁻¹ y 2.08 t ha⁻¹ MS, para las especies Señal, Insurgente y Mulato I respectivamente.

Suchini (2015) con el fin de evaluar parámetros productivos y agronómicos del pasto Cobra, (*Brachiaria* híbrido CV. CIAT BR02/1794), estableció un proyecto en la escuela agrícola panamericana, Zamorano; Honduras en donde obtuvo promedios para la especie Cobra de 2 t ha⁻¹, este resultado se muestra superior al obtenido en esta investigación donde se muestra a Cobra con un RMS de 1.82 t ha⁻¹.

Proaño (2017) realizó una investigación en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador; con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de Biomasa en los pastos Piata e Insurgente, donde obtuvo promedios de 7.04 t ha⁻¹ y 9.5 t ha⁻¹ MS respectivamente. Un estudio realizado por Aguilar y Kuan (2019) donde evaluaron el efecto de la fertilización con biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, (Insurgente) obtuvieron un promedio de 2.49 t ha⁻¹ MS lo cual difiere a los resultados obtenidos en esta investigación.

g) Altura a rebrote día 7 (AR7)

Los resultados para altura a rebrote día 7 (AR7) fueron altamente significativos ($p < 0.01$) mostrando a la variedad Mavuno como la más sobresaliente con un promedio de 43.50 cm, tal como se muestra en la figura 12. Los resultados obtenidos difieren a lo mostrado por Jiménez (2018) en la AR7 mostrando sobresaliente a la especie Cobra con 23.73 cm, seguido de MG5 con 22.03 cm, los datos mostrados son inferiores a los obtenidos en esta investigación.

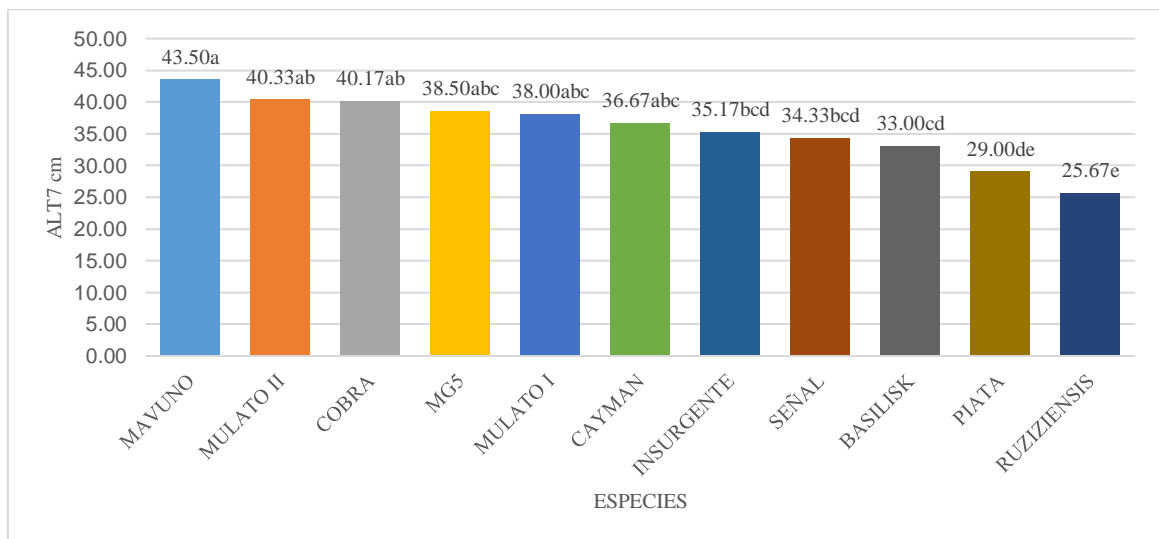


Figura 12. Resultados para altura a rebrote día 7 (AR7)

h) Rendimiento de forraje verde día 7 (RFV7)

En la figura 13., se muestran los valores obtenidos de (RFV7) en donde se encontró significancia ($p < 0.05$) y muestra a la variedad Mulato I sobresaliente, con un promedio de 10.93 t/ha⁻¹. Los resultados mostrados en esta investigación difieren a lo obtenido por Guaicha et al., (2017) quien menciona a Mulato I con un promedio de 4.57 t ha⁻¹ de forraje verde.

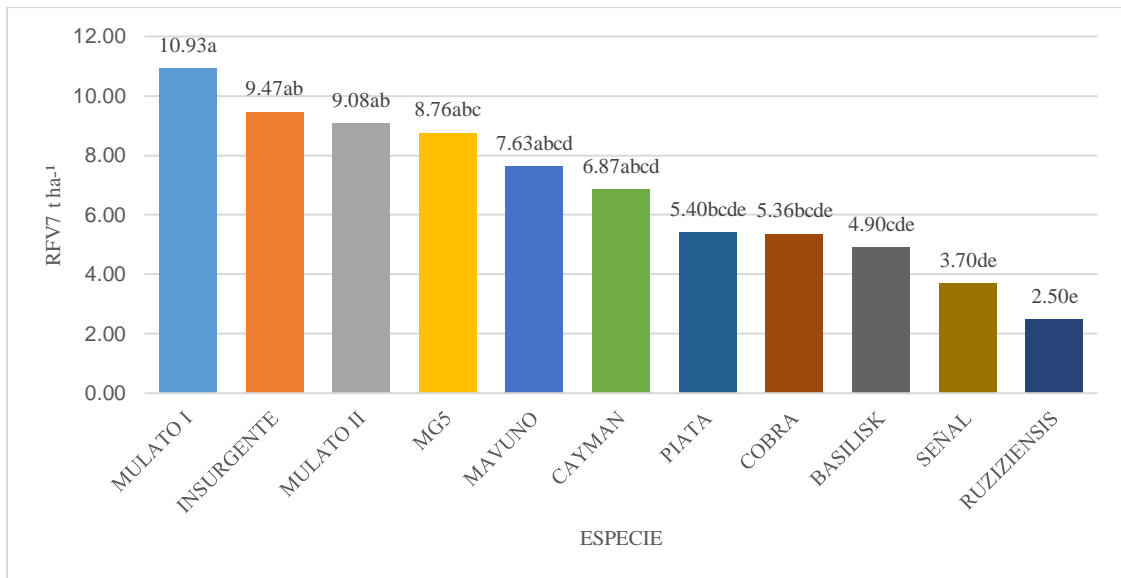


Figura 13. Resultados para rendimiento de forraje verde día 7 (RFV7 t ha⁻¹).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos en la evaluación de 11 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en el Trópico Subhúmedo del Istmo de Tehuantepec, realizada en el Instituto tecnológico de Comitancillo nos permite concluir:

- a) Las condiciones climáticas del lugar o sitio en donde se realizó el experimento se consideran óptimas para el establecimiento de las *Brachiarias*.
- b) Para el efecto por especie al establecimiento, se encontró diferencia altamente significativa en la variable %IS donde las especies más sobresalientes fueron, Insurgente, Mavuno, Señal y Basilisk con promedios de 81.50 %, 81.34 %, 78.67 % y 77.84 % respectivamente, a los 120 días de establecimiento. Por otra parte, la variable RFV t ha⁻¹ mostró respuesta significativa para la especie Mavuno con promedio de 68.96 t ha⁻¹.
- c) Para el efecto por especie al primer corte se encontró diferencia significativa para las variables AC, DM, RHTT, %IS, RVF t ha⁻¹, RMS t ha⁻¹, AR7 y RFV t ha⁻¹. Los criterios que se tomaron para realizar los cortes fueron a inicio de floración y al 95 % de interceptación solar, criterios que se consideran como el momento óptimo de aprovechamiento. Los resultados mostraron respuesta altamente significativa para la variable AC, donde los mejores promedios fueron para MG5, Señal, Piata e Insurgente, con 88.50 cm, 88.17 cm, 87.50 cm y 80.67 cm respectivamente.

- d) Para la variable DM los resultados mostraron significancia para la especie Insurgente con un promedio de 15 cm.
- e) Por otra parte para las variables RFV t ha⁻¹ y RMS t ha⁻¹ hubo respuesta altamente significativa, mostrándose sobresaliente en ambas variables a la especie Señal con 32.69 t ha⁻¹ y 8.35 t ha⁻¹ MS respectivamente.
- f) La mejor RHTT fue para la variedad Cobra mostrando respuesta altamente significativa al compararla con las demás especies evaluadas, con un promedio de 1.57.
- g) Para las variables AR7 y %IS se obtuvieron valores altamente significativos donde el mejor promedio lo obtuvo la especie Mavuno con 43.50 cm y 97.67 % respectivamente.
- h) Para la variable RFV7 t ha⁻¹ se obtuvo valores significativos mostrando a la especie Mulato I como sobresaliente en la clasificación de Duncan con un promedio de 10.93 t ha⁻¹.
- i) La especie Mavuno (*Brachiaria Híbrido*) se muestra como potencial de introducir a la región al mostrarse sobresaliente en el RFV y %IS en la etapa de establecimiento.
- j) Sin embargo, en los resultados a primer corte se puede observar que tanto Mavuno e Insurgente muestra un desempeño sobresaliente en la mayoría de las variables.

5.2 Recomendaciones

Por lo antes detallado, se recomienda:

- a) Efectuar otras investigaciones en diferentes sitios del área de influencia del Instituto Tecnológico de Comitancillo, así como en otras regiones del Istmo de Tehuantepec.

- b) Continuar con más evaluaciones como por ejemplo la respuesta agronómica a la aplicación con diferentes dosis de fertilizantes, la evaluación en condiciones de temporal, el efecto en el comportamiento agronómico a diferentes niveles de pastoreo; y realizar análisis bromatológicos para determinar el aporte nutricional de las especies evaluadas.
- a) En base los resultados obtenidos en la investigación, efectuar un estudio en bovinos y caprinos para comprobar la palatabilidad, digestibilidad de los forrajes y productividad de leche y carne.
- b) Utilizar métodos de control biológico para combatir plagas más comunes en los forrajes del género *Brachiaria*.
- c) Realizar fertilizaciones orgánicas por lo menos después de cada corte o pastoreo

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- Aguilar R, E., y Kuan E, L. (2019). Efecto de la fertilización con biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, finca El Plantel, Masaya 2017 - 2018. <http://repositorio.una.edu.ni/3949/1/tnf04a283f.pdf>
- Agricampo. (2009). Pasto insurgente. http://agricampomx.com/Agricampomx/Insurgente_files/FICHA%20INSURGENTE.pdf
- Agroser. (2019) <https://www.agroserag.com/site/wp-content/uploads/2019/07/FT-Brachiaria-decumbes-cv.-BASILIK.pdf>
- Álvaro R. (2011). Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Brachiaria* sp. en el piedemonte Llanero de Colombia. Colombia. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:e9nw87sUcJ:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5624828.pdf+&cd=1&hl=es419&ct=clnk&gl=mx&client=firefox-b-d>
- Amaro, G. R. y Preciado, De la T. J. F. (1997). Guía para el establecimiento de praderas de temporal con el pasto Insurgente *Brachiaria brizantha* en el estado de Morelos. Zacatepec Morelos, México. Folleto despegable N° 7. INIFAP. P. 1-5. <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/unidad/morelos/libros/pastos/pasto2.pdf>
- Anchundia, M. M. R. (2012). “Efectos de la aplicación de programas de fertilización química sobre el rendimiento de forraje del pasto tanner (*Brachiaria radicans napper*) en la zona de Babahoyo. Tesis Profesional, Universidad Técnica de Babahoyo. P. 53. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/685/6/T-UTB-FACIAGAGR-000050.pdf>
- Antonio V. J. (2019). Potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. Tesis profesional, Instituto Tecnológico de Comitancillo
- Argel, P., Miles J., Guiot J., Cuadrado H y Lascano, C. (2007) Cultivar Mulato II (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087): Gramínea de alta calidad y producción forrajera, resistente a salivazo y adaptada a suelos tropicales ácidos bien drenados. Cali, Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT). p. 28. <http://www.pasturasdeamerica.com/plantas-forrajeras/brachiariahibrida/pdfs/cultivar-mulato-II.pdf>
- Argel P., Miles J., Guiot J. y Lascano C. (2005). Cultivar Mulato: Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Grupo Papalotla y CIAT. http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/CV_Mulato.pdf

- Avellaneda C. J., Romero G. D., Pinargote M. E., Espinoza G. I., Montañez V. O., y Luna M. R. et al. (2008). Vista de comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. <http://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/27/27>
- Baldeon V. A. (2012). Producción de Biomasa de tres gramíneas tropicales (*Paspalum plicatulum* Michx., *Brachiaria decumbens* C.V. y *Axonopus compressus* Var), bajo diferentes niveles de sombra, en época húmeda, en el distrito de Aucayacu- Tingo María. Tingo María, Perú. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/786/TZT551.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bobadilla, O. V., y Benítez, M. C. (2004). Rendimiento de diez gramíneas forrajeras tropicales, Investigación Agraria, vol. 6, N°1. P. 27-30. Paraguay www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/201
- Burgos, B. J. (1971). El clima en la producción del ganado tropical en Ganadería Tropical. M.B. Helmen (ed). El ateneo. Buenos Aires, Argentina. Pp. 1-21. <http://www.calcalabra.com/320.html>
- Cabrera, D. S. y Martínez, L. F. (2016). Comportamiento agronómico de 4 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. Etapa III. Tesis Profesional, Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oaxaca. P. 71.
- Contextoganadero (2019). Retrieved 18 December 2019, from <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/jn-5-en-que-consiste-la-intercepcion-luminosa-en-pastos>
- Contreras, A. F. (2006). Comportamiento de la *Brachiaria decumbens* en pastoreo en la época lluviosa, en el área Integrada del Departamento de Santa Cruz. Tesis Profesional, Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. pp. 4-5. http://www.fcv.uagr.edu.bo/sistema_bibliotecario/doc_tesis/Tesis%20CONTRERAS%20FAUSTO-20101028-154641.pdf
- Cuadrado C., H., Torregroza S., L., & Jiménez M., N. (2004). Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*. Revista MVZ Córdoba, 9(2), 2004. <https://doi.org/10.21897/rmvz.485>
- Da Silva, S.C. (2010). Producción animal en pasturas tropicales: el proceso y su intensificación. Carta Rural 01-Edición especial, p.1-5. https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:mWf9kcIn0vsJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5
- Duran, C.C. (2004). El Clima: Fundamentos del medio ecológico. In El Sol Ecuatonal en el Futuro de la Ganadería. Bogotá, Colombia. Pp. 46-58. <http://www.calcalabra.com/320.html>

- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) (1997). “Limitantes de la producción ganadera en el trópico.”. Boletín informativo. Fira Banco de México. División de Divulgación y Publicaciones., 22 - 24.
- Franco, Q. L. H., Calero, Q. D. y Duran, C. C. V. (2005). Manejo y Utilización de Forrajes Multipropósito, Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Palmira Valle del Cauca, Colombia. P. 32. <http://www.bdigital.unal.edu.co/5052/1/9789584411754.pdf>
- Grupo Papalotla (2015a). Cobra *Brachiaria* híbrido cv. CIAT BR02/1794. http://www.grupopapalotla.com/pdf/folleto_cobra.pdf
- Grupo Papalotla. (2015b). Cayman *Brachiaria* híbrido cv. CIAT BR02/1752. Disponible en: http://www.grupopapalotla.com/pdf/folleto_cayman.pdf.
- Guaicha, S. M. A., Marco, B. F. L., Santiago, F. J. Y. y Julio, U. M. (2017): “Evaluación de diez pastos introducidos en la Amazonía ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el centro de investigación CIPCA”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador, <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/pastos-amazonia-ecuador.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, [INEGI]. (2010). Plan Municipal de Desarrollo Sustentable 2011- 2013, San Pedro Comitancillo Oaxaca. Pp. 13-54 . https://www.finanzasoxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/11_13/305.pdf
- Jiménez, L. y Mármol, L. (2005). Manual de ganadería de doble propósito, Los suelos en la producción de plantas forrajeras. Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela. Pp. 147-151. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj7176M05nsAhVQPK0KHQjkDLUQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.avpa.ula.ve%2Flibros_online%2FGdobleP%2Fpdfs%2Fcapitulo12.pdf&usg=AOvVaw3PkWrEsLVv1mjemgp8hQVb
- Jiménez, T. A. (2018). “Potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en 4 frecuencias de corte en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. [Tesis profesional] (pp. 1 - 82). Instituto tecnológico de Comitancillo, Oaxaca.
- Joaquín, C. S., Joaquín, T. B., Garay, M. J., Bautista M. Y., Rojas, G. A., Estrada, D. B., y Granados, R. L. (2019). Rendimiento de forraje y características estructurales de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente cosechado a diferente edad de rebrote. https://www.researchgate.net/profile/Adelaido_Rojas_Garcia/publication/333915176_Rendimiento_de_forraje_y_caracteristicas_estructurales_de_Urochloa_brizantha_cv_I_nsurgente_cosechado_a_diferente_edad/links/5d0c2c5a92851cf4403e4574/Rendimien

to-de-forraje-y-caracteristicas-estructurales-de-Urochloa-brizantha-cv-Insurgente-cosechado-a-diferente-edad.pdf

Joaquín, C. S., (2014) Dinámica de crecimiento de cultivares *Urochloa brizantha* Kunth. y *Megathyrus maximus* (Simon & Jacobs), A diferente frecuencia de corte.[tesis doctorado]. Montecillo, Texcoco, estado de México: Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo; 2014.

Leguminutre. (2019a). Leguminutre. <http://www.leguminutre.com/mavuno.pdf>

Leguminutre. (2019b). Leguminutre. <http://www.leguminutre.com/ruziziensis.pdf>

López, G. (2009). Características generales, establecimiento, rendimiento, producción de semilla, plagas y enfermedades del género *brachiaria*, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6102/CARACTERISTICAS%20GENERALES,%20ESTABLECIMIENTO,%20RENDIMIENTO%20PRODUCCION%20DE%20SEMILLA,%20PLAGAS%20Y%20ENFERMEDADES%20DEL%20GENERO%20BRACHIARIA.pdf?sequence=1>

López, Y. (1988). Bases fisiológicas para la producción y utilización de pastos tropicales. XII programa para el desarrollo de la capacidad científica en investigación para la producción y utilización de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Valle. 15 p. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjV45CR15nsAhUHeKwKHUJ4CokQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.scielo.org.co%2Fpdf%2Frfnam%2Fv61n1%2Fa10v61n1.pdf&usq=AOvVaw2AIUE7q2Lre1pohgZDlpGI>

Lucas, J.M. (2003). Intervalo entre cortes em capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*): Producto, valor nutritivo e perdas asociadas a fermentação da silagem. Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, Brasil. 138 p. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwig7JCf2JnsAhURna0KHTwHD4MQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F11%2F11139%2Fde-20102003-164240%2Fpublico%2Flucas.pdf&usq=AOvVaw3yAiI_3LPDA_GnxSLwPQ_4

Luna Roque, J. (2017). “Potencial Productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. Densidad [Tesis de Licenciatura] (pp. 1 -133). Instituto Tecnológico de Comitancillo.

Navajas, M. V. M. (2011). Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y la absorción de nutrientes en *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria* híbrido Mulato. Tesis Profesional. Bogotá D.C., Colombia. Pp. 24-26. <http://www.bdigital.unal.edu.co/5276/1/victormanuelnavajasmartinez.2011.pdf>

- Nurjaya, I. G. M. O. y Tow, P. G. (2001). Genotype and environmental adaptation as regulators of competitiveness. In: Phillip, G. and Alec Lazenby (eds.). Competition and succession in pastures. CABI Publishing. Wallingford UK. pp: 43-62. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjzr6eE2ZnsAhVMekwKHRzcB1AQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.scielo.org.mx%2Fscielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS2007-09342016001203329%26lng%3Des%26nrm%3Diso&usg=AOvVaw1nRoMyBq6W-_QH4WiyTqn
- Mejia, S. L. (2007). Caracterización de dos gramíneas forrajeras de *Brachiaria* (*B. decumbens* y *B. ruziziensis*) y sus recombinantes genéticos por su adaptación a suelos con bajo fósforo disponible y alta saturación de aluminio. Palmira, Colombia. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwih4NTG2ZnsAhUKLa0KHZLRCWYQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fciat-library.ciat.cgiar.org%2Farticulos_ciat%2FTESIS_SERGIO1.pdf&usg=AOvVaw3hWWux1DquqRXHqwbDDEKb
- Murillo, R. L., Coronel, A. E., Cevallos, J. H. A., Pérez, J. J. R., Murillo, M. V. L., & Taco, N. I. (2015). Respuesta agronómica de tres variedades de *brachiaria* en el cantón El Empalme provincia del Guayas, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 8(2), 45-50. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6261794>
- Ocampo E. A., y Germán A. S. (2016). “Efecto de la densidad de población en el comportamiento agronómico de 7 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, en San Pedro Comitancillo, Oaxaca”. [Tesis de licenciatura] (pp. 1 -104). San Pedro Comitancillo, Oaxaca, México.
- Olivera, Y., Machado, R., Del Pozo, P.P. (2006). Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes* 29(1):1-23. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjf1d7P2pnsAhUHMawKHTmkAvAQFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.pasturasdeamerica.com%2Farticulos-interes%2Fnotas-tecnicas%2Fcaracteristicas-brachiaria%2Fbrachiaria.pdf&usg=AOvVaw1p2nr0Pf6Vx9GLRiw2fxiS>
- Paiva A.J., Pereira L.E. y Barbero L.M. (2013). Atualidades no manejo do pastejo de pastagens tropicais. Estratégias para intensificar a produção de bovinos em pasto, p. 87-112. <https://saenzfety.com/manejo-optimo-del-pastoreo-ovinos-y-caprinos/>
- PanáAgro. (2014). Generan nuevo pasto para la ganadería del trópico. <http://www.panamaagro.com/noticias/ultima-hora/1330-generan-nuevo-pasto-para-la-ganaderia-del-tropico.html>
- Palacios, H. E. (2011). Introducción del pasto Mulato II (*Brachiaria híbrido Ciat 36087*) a la región San Martín, Perú. (AERAM). p. 3. Disponible en: <https://www.produccion->

- animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/168-Mulato_II.pdf
- Pastobras Semillas. (2011a). Pasto MG5 *Brachiaria brizantha* cv MG5. <http://www.pastobras.com.mx/xaraes.html>
- Pastobras Semillas. (2011b). Pasto señal *Brachiaria decumbens*. <http://www.pastobras.com.mx/Senal.pdf>
- Petruzzi, H. J., Stritzler, N. P., Ferri, C. M. Pagella, J. H. y Rabotnikof, C.M. (2005). Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas. Boletín de Divulgación Técnica N°88. Pp. 8-11. http://www.produccion.animal.com.ar/produccion/y/manejopasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso_microondas_ms.pdf
- Pilco L.J. (2017) "Comportamiento agronómico y composición química de variedades de *Brachiarias* y *Megathyrus maximus*", La Maná Ecuador. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000200104
- Pinacho, L. B., Melchor, V. D. L., Acevedo, S. A. N., Magaña, S. H. F., Flores, M. E. y Camacho, E. M. A. (2008). Determinación de MS de dos variedades de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) CT-115 y CT-169 por un método de campo. Saltillo, México. p. 2. <http://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/Determinacion%20de%20MS%20en%20%20variedades%20de%20Pasto%20Taiwan.pdf>
- Pizarro, E. (2016). Pasturas de América. <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/historias-exito/mexico/brachiaria-hibrida-mulato/>
- Pozo, E. J. y Muñoz, J. C. (2013). "Comportamiento agronómico de especies forrajeras en la comuna san marcos – provincia de Santa Elena". <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2246/UPSE-TIA-2015-029.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Proaño C. V. A. (2017). "Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa en los pastos Piata y Marandú (*Brachiaria brizantha*) en la zona de Babahoyo". Babahoyo: UTB,, , (). 1 -48. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3136>
- Quero, C. A. R., Guerrero, R. J. D., Flores, S. E. J., Hernández, G. A. y Martínez, H. P. A. (2015). Productividad de asociaciones de pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias [en línea] 2015, 6. Pp. 337-347. <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265643100008>>
- Ramos R. C. (2016). Producción forrajera de genótipos establecidos de *brachiaria* durante la época seca en Santo Domingo, <http://192.188.51.77/handle/123456789/19957>

- Reyes P. J. J., Méndez M. Y., Luna, R. A., Verdecia, D.M., Macias, R., y Herrera, R.S.. (2019). Calidad de tres variedades de Brachiaria en la zona del Guayas, Ecuador. Cuban Journal of Agricultural Science, 53(2), 177-187. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802019000200177&lng=es&tlng=es.
- Rincón A., Ligarreto G. y Garay E. (2008) Producción de forraje en los pastos B. decumbens cv. Amarga y B. Brizantha cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones de piemonte llanero colombiano. Rev.Fac.Nal.Agr. Medellín 61(1):4336-4346. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiZ4qX43JnsAhUKeawKHVeMBVYQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.scielo.org.co%2Fpdf%2Frfnam%2Fv61n1%2Fa10v61n1.pdf&usg=AOvVaw2AIUE7q2Lre1pohgZDlpGI>
- Rodríguez, J., Gutierrez, E., y Rodriguez, H. (2010). Dinamicas de Sistemas de Pastoreo. Mexico.[Libro]
- Rodrigues, R., Sousa, T., Melo, M., Araújo, J., Lana, R., & Costa, C. et al. (2014). Agronomic, morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil. <https://repositorio.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/768/1/Agronomic%20morphogenic%20and%20structural%20characteristics%20of%20tropical%20forage%20grasses%20in%20northeast%20Brazil.pdf>
- Rojas C. R. (2019). Manejo óptimo del pastoreo en el trópico bajo. Recuperado en Enero de 2020, de https://saenzfety.com/wp-content/uploads/2019/08/articulo_manejo_pastoreo_tropico_bajo_raul_rojas.pdf
- Rojas Hernandez, S., Olivares Pérez, J., Jiménez Guillén, R., Gutiérrez Segura, I., & Avilés Nova, F. (2011). Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de Brachiaria en el trópico. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83717122001>
- Santos, R. M. E., Miranda, D. F. D., Mesquita, G. V., Machado, P. R., López, A. R. y Da Silva, S.P. (2013). Signal grass structure at different sites of the same pasture under three grazing intensities. Minas Gerais, Brasil. Vol. 35, N. 1. Pp. 73.78. <http://www.scielo.br/pdf/asas/v35n1/a11v35n1.pdf>
- Segatto Borges, G. (2019). Adubação foliar no estabelecimento dos capins Marandu, Mavuno, Mulato II e Ipyporã. <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27618>
- Semillas de pasto forrajero. (2010). brizantha Mg5 Xaraes. <http://semillasdepasto.blogspot.mx/2012/07/venta-semilla-brizantha-mg5-xaraes.html>

- Semillas Verasem. (2009). Piata. <http://www.semillasverasem.com/inicio/imdex.php/78-productos/74-piata>.
- Silva, A., Alvarenga, C., y Martins, L. (2019). Componentes morfológicos do capim-Mavuno sob manejo em sistema contínuo. <http://periodicos.iftm.edu.br/index.php/sepit/article/view/576/333>
- Sorio J. H. (2008). Uso racional de pasturas (Sistema Voisin) para optimizar la productividad ganadera. Primer Seminario Internacional Competitividad en carne y leche. Trópico bajo, 99-118. Brasil. <http://escuelasinmurosplanetairis.org/biblioteca/pastoreovoisyn.pdf>
- Sosa, E.E., Cabrera, E., Pérez, D. y Ortega, L. (2008). Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. Tec. Pec. Mex. 46 (004): pp. 413-426. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjzyIOd35nsAhVBI6wKHQI9ADkQFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F613%2F61346406.pdf&usg=AOvVaw2n6rtciuAV3neD2NLj7nX0>
- Suchini, R. E. (2015) Establecimiento y evaluación de parámetros productivos y agronómicos del pasto Cobra (*Brachiaria* híbrido CV. CIAT BR02/1794) bajo condiciones del trópico seco. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjjhru035nsAhUFWqwKHR5kAtUQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fbdigital.zamorano.edu%2Fbitstream%2F11036%2F4635%2F1%2FCPA-2015-085.pdf&usg=AOvVaw3WXUBQGSWVnGZ65uFeGvg>
- Voisin A. (1974) Productividad de la hierba 4^a ed. [Traducido al español de Carlos Luis de Cuenca]. Madrid, Editorial Tencos.

ANEXOS

Datos climatológicos

Los promedios obtenidos mensualmente en el periodo de evaluación (marzo 2019 -diciembre 2019) para temperatura mínima, máxima y precipitación, se presentan en la figura 2. La mayor temperatura se presentó en el mes de mayo con 35 °C, mientras que la temperatura más baja fue en el mes de diciembre con 21 °C, por otra parte, el mes de agosto presentó mayor precipitación, con un promedio de 380 mm, a comparación con los meses de mayo, junio, Julio, septiembre y octubre. En la figura 3, se muestran los datos climatológicos mensuales, correspondientes a humedad relativa y velocidad del viento, el mes que presentó mayor humedad relativa fue, octubre con un promedio de 80 %, por otra parte, en el mes de diciembre se presentó mayor velocidad del viento con un promedio de 60 km/h.

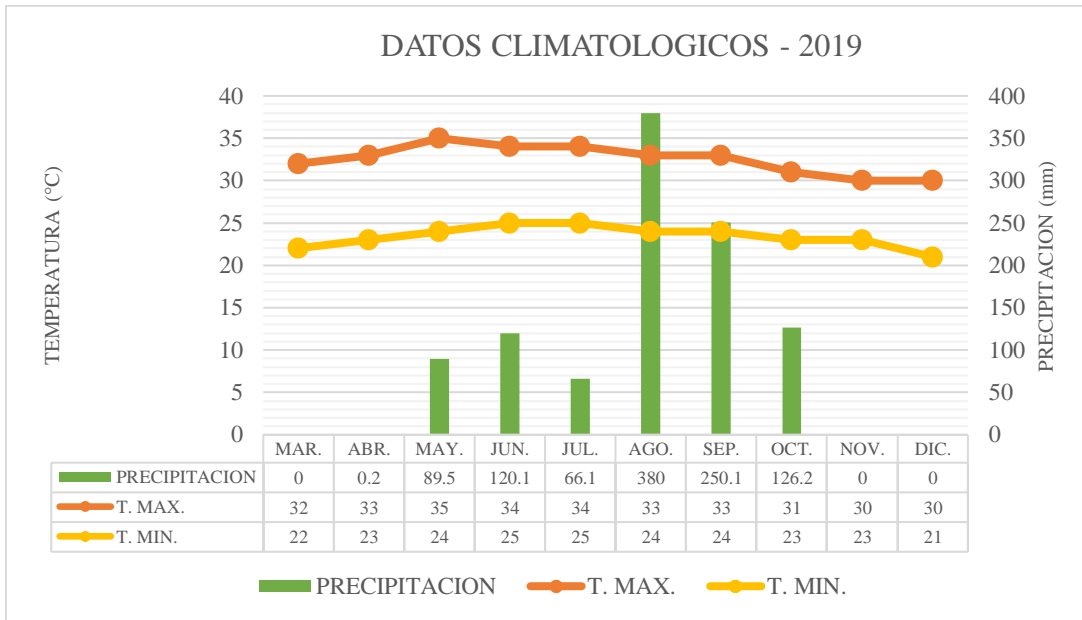


Figura 2. Temperatura mínima, máxima y precipitación.

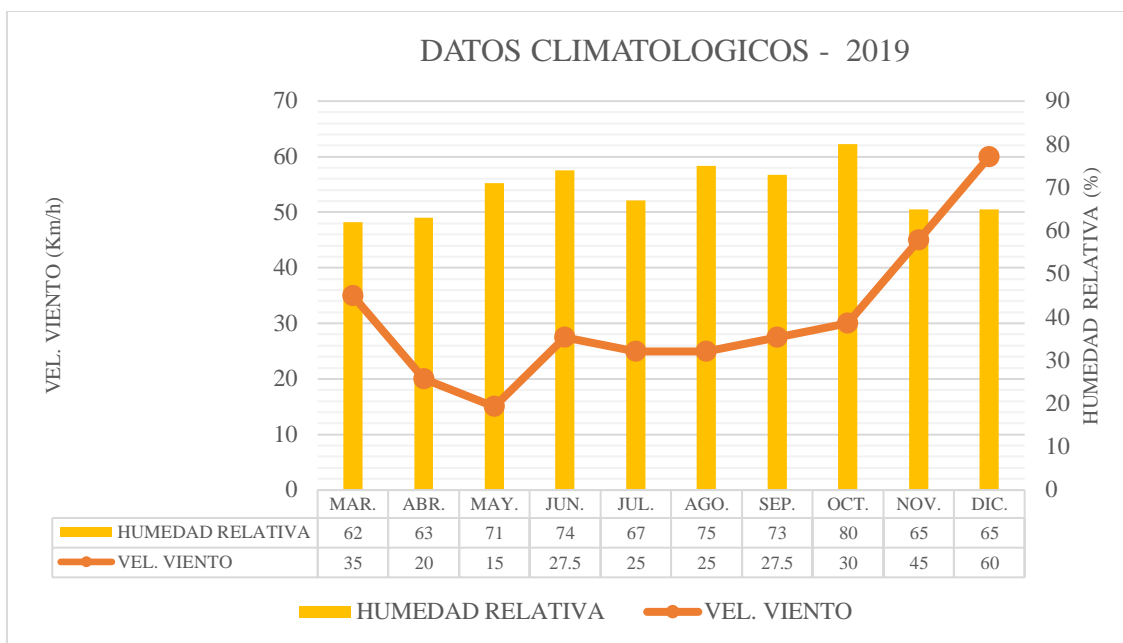


Figura 3. Velocidad del viento y humedad relativa.

Resultado por especie al establecimiento.

Anexo 1. Resumen de ANAVA para la variable RFV

FV	GL	SC	CM	F ₀	Pr > F
ESPECIE	10	3715.241300	371.524130	3.59	0.0279
REPETICION	1	42.896291	42.896291	0.41	0.5340
ERROR	10	1033.715009	103.371501		
TOTAL	21	4791.852600			

$R^2 = 0.784277$

CV = 29.45301

$\bar{x} = 34.52000$

Anexo 2. Resumen de ANAVA para la variable % IS

FV	GL	SC	CM	F ₀	Pr > F
ESPECIE	10	603.0785273	60.3078527	5.06	0.0085
REPETICION	1	35.0785636	35.0785636	2.95	0.1168
ERROR	10	119.0718364	11.9071836		
TOTAL	21	757.2289273			

$R^2 = 0.784277$

CV = 29.45301

$\bar{x} = 34.52000$

Resultado por especie al primer corte.

Anexo 3. Resumen de ANAVA para la variable AC

FV	GL	SC	CM	F _o	Pr > F
ESPECIE	10	6833.477445	683.347745	52.1	<.0001
REPETICION	1	53.508005	53.508005	4.08	0.0709
ERROR	10	131.097645	13.109765		
TOTAL	21	7018.083095			

$R^2 = 0.981320$
 $CV = 5.138022$
 $\bar{x} = 70.46955$

Anexo 4. Resumen de ANAVA para la variable DM

FV	GL	SC	CM	F _o	Pr > F
ESPECIE	10	70.20158182	7.02015818	4.37	0.0144
REPETICION	1	0.72727273	0.72727273	0.45	0.5162
ERROR	10	16.05832727	1.60583273		
TOTAL	21	86.98718182			

$R^2 = 0.815394$
 $CV = 10.64073$
 $\bar{x} = 11.90909$

Anexo 5. Resumen de ANAVA para la variable RFV

FV	GL	SC	CM	F _o	Pr > F
ESPECIE	10	1527.871482	152.787148	10.29	0.0005
REPETICION	1	88.040005	88.040005	5.93	0.0351
ERROR	10	148.468245	14.846825		
TOTAL	21				

$R^2 = 0.915852$
 $CV = 18.19751$
 $\bar{x} = 21.17409$

Anexo 6. Resumen de ANAVA para la variable RHTT

FV	GL	SC	CM	F _o	Pr > F
ESPECIE	10	0.39002727	0.03900273	20.60	< .0001
REPETICION	1	0.01136364	0.01136364	6.00	0.0343
ERROR	10	0.01893636	0.00189364		
TOTAL	21	0.42032727			

$R^2 = 0.954949$
 $CV = 3.504211$
 $\bar{x} = 1.241818$

Anexo 7. Resumen de ANAVA para la variable %IS

FV	GL	SC	CM	F _o	Pr > F
ESPECIE	10	1959.567736	195.956774	51.09	<.0001
REPETICION	1	5.194368	5.194368	1.35	0.2716
ERROR	10	38.356682	3.835668		
TOTAL	21	2003.118786			

$R^2 = 0.980852$
 $CV = 2.676907$
 $\bar{x} = 73.16227$

Anexo 8. Resumen de ANAVA para la variable RMS

FV	GL	SC	CM	F _o	Pr > F
ESPECIE	10	99.91170000	9.99117000	10.36	0.0005
REPETICION	1	8.04045455	8.04045455	8.34	0.0162
ERROR	10	9.6400455	0.9640045		
TOTAL	21	117.5922000			

$R^2 = 0.918021$
 $CV = 18.77318$
 $\bar{x} = 5.230000$

Anexo 9. Resumen de ANAVA para la variable AR7

FV	GL	SC	CM	F _o	Pr > F
ESPECIE	10	542.1466364	54.2146636	5.90	0.0048
REPETICION	1	5.8349500	5.8349500	0.63	0.4442
ERROR	10	91.9440000	9.1944000		
TOTAL	21	639.9255864			

$R^2 = 0.856321$
 $CV = 8.458631$
 $\bar{x} = 35.84773$

Anexo 10. Resumen de ANAVA para la variable RFV7

FV	GL	SC	CM	F _o	Pr > F
ESPECIE	10	139.2467455	13.9246745	5.01	0.0089
REPETICION	1	0.0033136	0.0033136	0.00	0.9731
ERROR	10	27.7884364	2.7788436		
TOTAL	21	167.0384955			

$R^2 = 0.833641$
 $CV = 24.58517$
 $\bar{x} = 6.780455$