

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO

TESIS PROFESIONAL PARA TITULACIÓN INTEGRAL

TITULADO:

“POTENCIAL PRODUCTIVO DE GRAMINEAS FORRAJERAS DEL GENERO *Brachiaria* EN 4 FRECUENCIAS DE CORTE EN SAN PEDRO COMITANCILLO, OAXACA”.

QUE PRESENTA:

ANGELES MAYRETH JIMÉNEZ TOLEDO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA EN AGRONOMÍA CON ESPECIALIDAD EN APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS AGROECOSISTEMAS PECUARIOS.

SAN PEDRO COMITANCILLO, OAXACA. JUNIO DE 2018.

San Pedro Comitancillo, Oax. **24/05/2018**

No. DE OFICIO: DEP.375/18

C. ANGELES MAYRETH JIMENEZ TOLEDO
PASANTE DE LA CARRERA DE
Ingeniería en agronomía
P R E S E N T E

Habiendo analizado Tesis Profesional para Titulación Integral titulado: **"POTENCIAL PRODUCTIVO DE GRAMINEAS FORRAJERAS DEL GENERO Brachiaria EN 4 FRECUENCIAS DE CORTE EN SAN PEDRO COMITANCILLO, OAXACA"** Que presentan ante la comisión revisora y previo dictamen de la misma, para obtener el título de **Ingeniería en agronomía**, con especialidad en Aprovechamiento sustentable de los agroecosistemas pecuarios, comunico a usted que dicho documento cubre satisfactoriamente los requisitos de forma y contenido, por lo que se autoriza su edición.

ATENTAMENTE
EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA®
"ESPÍRITU TECNOLÓGICO, REFLEJO DE TRABAJO Y LIBERTAD"



SEP TNR
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE COMITANCILLO
DEPTO. DE DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

M.C. IRMA PAULINA E. RIVERA NUÑEZ
JEFA DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

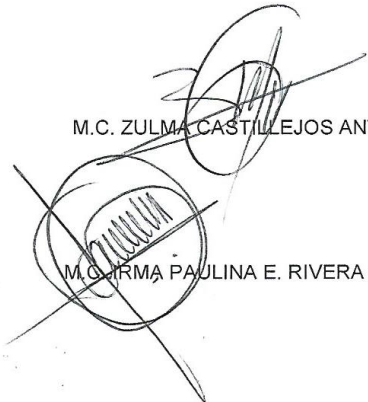
C.c.p. Archivo.
IPERN/ccm

ESTE PROYECTO PARA TITULACIÓN INTEGRAL FUE APROBADO POR LA COMISIÓN REVISORA DE TITULACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA SUSTENTAR EL EXAMEN PROFESIONAL DE ANGELES MAYRETH JIMENEZ TOLEDO PARA LA CARRERA DE:

INGENIERIA EN AGRONOMIA CON ESPECIALIDAD EN APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS AGROECOSISTEMAS PECUARIOS

PREVIA REVISIÓN DE FORMA Y CONTENIDO POR EL COMITÉ DE ASESORÍA DESIGNADO CON ANTERIORIDAD POR LA DIRECCIÓN DEL PLANTEL

COMISIÓN REVISORA



M.C. ZULMA CASTILLEJOS ANTONIO



M.C. JUAN RENDON CRUZ

M.C. IRMA PAULINA E. RIVERA NUÑEZ

ING. SUGEISTY L. JIMENEZ ANTONIO



Va. Bo.

ING. DIEGO ARMANDO MARTINEZ MATUS
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS



San Pedro Comitancillo, Oax., **22/mayo/2018**
OFICIO No. D.I.-R.T 292/2018.

**ASUNTO: Liberación de proyecto
de titulación integral**

M.C. IRMA PAULINA E. RIVERA NUÑEZ
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE.

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación Integral.

Nombre del egresado:	ANGELES MAYRETH JIMENEZ TOLEDO
Carrera:	INGENIERIA EN AGRONOMIA CON ESPECIALIDAD EN APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS AGROECOSISTEMAS PECUARIOS
No. de control:	13710129
Nombre del proyecto:	"POTENCIAL PRODUCTIVO DE GRAMINEAS FORRAJERAS DEL GENERO Brachiaria EN 4 FRECUENCIAS DE CORTE EN SAN PEDRO COMITANCILLO, OAXACA"
Producto:	TESIS PROFESIONAL

Aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

ATENTAMENTE
EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA*
*ESPIRITU TECNOLÓGICO, VALORES DE TRABAJO Y LIBERTAD



ING. DIEGO ARMANDO MARTINEZ MATOS
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS

M.C. ZULMA CASTILLO ANTONIO	M.C. JUAN RENDÓN CRUZ	M.C. IRMA PAULINA E. RIVERA NUÑEZ	ING. SUGRIS JIMENEZ ANTONIO
ASESOR	REVISOR 1	REVISOR 2	REVISOR 3

C.p. Archivo.
DAMM/urs



ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE ANEXOS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I	12
INTRODUCCIÓN	12
1.1 Objetivos	14
1.1.1. Objetivo general	14
1.1.2. Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO II	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1 Importancia de la producción de forraje	15
2.2. Factores que afectan la producción de forrajes	16
2.2.1. Suelo	16
2.2.2. Clima	17
2.2.3 Manejo de la pradera	18
2.3. Variables agronómicas evaluadas	19
2.3.1. Altura día 7 (AD7).....	19
2.3.2. Interceptación solar (%IS).....	20
2.3.3. Altura a cosecha (AC)	20
2.3.4. Diámetro de macollo (DM)	21
2.3.5. Rendimiento de forraje verde (RFV).....	22
2.3.6. Relación hoja/tallo (RH/T)	22
2.3.7. Porcentaje de materia seca (%MS).....	23

2.3.8. Rendimiento de materia seca (RMS).....	23
2.4. Características agronómicas de las especies forrajeras sometidas a estudio.....	24
2.4.1. Insurgente (<i>Brachiaria brizanta</i>).....	24
2.4.2. Mg5 (<i>Brachiaria brizanta</i> cv. MG5).....	25
2.4.3. Piata (<i>Brachiaria brizanta</i> cv. Piata).....	26
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).....	28
2.4.7. Señal (<i>Brachiaria decumbens</i>).....	29
2.5 Investigaciones sobre el comportamiento agronómico de especies del genero <i>Brachiaria</i>.....	30
CAPÍTULO III.....	45
METODOLOGIA.....	45
3.1. Marco de referencia.....	45
3.1.1. Localización geográfica.....	45
3.1.2. Clima.....	46
3.1.3. Suelo.....	47
3.1.4. Agricultura y ganadería.....	47
3.2. Ubicación del experimento.....	48
3.3 Diseño de tratamientos.....	48
3.4 Diseño experimental.....	49
3.6. Descripción de las actividades.....	51
3.6.1. Mantenimiento.....	51
3.7. Toma de datos.....	51
3.7.1. Altura día 7(AD7).....	51
3.7.2. Interceptación solar (%IS).....	52
3.7.3. Altura cosecha (AC).....	52
3.7.4. Diámetro de macollo (DM).....	52
3.7.5. Rendimiento de forraje verde (RFV).....	53
3.7.6. Relación hoja/tallo (RH/T).....	53
3.7.7. Porcentaje de materia seca.....	53

3.7.8. Rendimiento de materia seca.....	54
3.7.9. Análisis de la información.....	54
CAPÍTULO IV	55
RESULTADOS Y DISCUSIONES	55
4.2. Resultados para especie	57
4.2.1. Altura día 7	57
4.2.2. Altura cosecha	58
4.2.3. Relación hoja/tallo.....	60
4.2.4. Interceptación solar.....	62
4.3 Frecuencias	64
4.4 Cortes.....	65
4.4.1. Altura día 7	65
4.4.2. Altura cosecha	66
4.4.3. Diámetro de macollo	67
4.4.4. Relación hoja/tallo.....	68
4.4.5. Interceptación solar (%).....	69
4.4.6. Rendimiento de forraje verde	70
4.4.7. Rendimiento de materia seca.....	71
4.5 Especie por frecuencia	74
4.6 Especie por corte	74
4.7 Frecuencia por corte	74
CAPÍTULO V.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.1. Conclusiones	77
5.2. Recomendaciones	78
CAPÍTULO VI.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES.....	79
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Croquis de experimento.....	49
2 Temperatura: máxima, mínima y precipitación.....	54
3 Humedad relativa: máxima, mínima y velocidad del viento.....	55
4 Altura día 7 de rebrote en las especies evaluadas.....	56
5 Valores promedios de altura cosecha en las 7 gramíneas evaluadas.....	57
6 Valores promedios para relación hoja/tallo en las 7 gramíneas evaluadas.....	59
7 Interceptación solar para las 7 gramíneas evaluadas	61
8 Interceptación solar para efecto de las frecuencias de corte.....	63
9 Altura a día 7 de rebrote para comportamiento de los cortes evaluados.....	64
10 Comportamiento de los cortes para altura cosecha.....	65
11 Comportamiento de los cortes para diámetro de macollo.....	66
12 Comportamiento de los cortes para diámetro de macollo.....	67
13 Comportamiento de los cortes para diámetro de macollo.....	68
14 Comportamiento de los cortes para diámetro de macollo.....	69
15 Comportamiento de los cortes para diámetro de macollo.....	70
16 Comportamiento de especies por frecuencias.....	71
17 Interacción especies por corte para la variable %IS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1 Comportamiento de frecuencias por corte para la variable altura día 7.....	73
2 Comportamiento de frecuencias por corte para la variable interceptación solar.....	74
3 Comportamiento de frecuencias por corte para la variable altura cosecha.....	74
4 Comportamiento de frecuencias por corte para la variable rendimiento de forraje verde.....	74
5 Comportamiento de frecuencias por corte para la variable rendimiento de materia seca.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Cuadro	Página
1 Resumen ANAVA para altura día 7.....	80
Resumen ANAVA para altura cosecha.....	81
3 Resumen ANAVA para diámetro de macollo.....	81
4 Resumen ANAVA para relación hoja/tallo.....	82
5 Resumen ANAVA para interceptación solar.....	83
6 Resumen ANAVA para rendimiento de forraje verde.....	84
7 Resumen ANAVA para rendimiento de materia seca.....	85

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaras* en 4 frecuencias de corte, se realizó un experimento en el Instituto Tecnológico de Comitancillo. El clima es cálido subhúmedo con $Aw_o(w)$ 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, tomando datos de las variables 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 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 ultimo en la interacción corte por frecuencia se observó una tendencia a disminuir los valores de AD7, %IS y AC conforme se realizaban los cortes.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Sosa, et al., (2008) citado por Ocampo y German (2016) mencionan que el desarrollo de la ganadería en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca; demanda una creciente producción de forraje para cubrir las necesidades del ganado bovino, de tal manera que este manifieste el óptimo potencial de producción de carne y leche (p. 34).

Miles et al., (2006) Las especies del género *Brachiaria* continúan dominando el paisaje ganadero en las áreas tropicales de Latinoamérica. Dada la alta variabilidad de las áreas dedicadas a la ganadería, particularmente en lo que respecta a topografía, climas, incidencia de plagas y enfermedades, y diferentes sistemas de producción, es necesario identificar y desarrollar nuevos cultivares de *Brachiaria* con amplio rango de adaptación, de alta calidad y producción forrajera y buena producción de semilla.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2014) la población ganadera del Istmo de Tehuantepec es de 389,971 cabezas que comprende bovino para leche, carne y trabajo. La población bovina a nivel estado es de 1, 673,581 cabezas que comprende para leche, carne y trabajo. El volumen de producción de leche en el Istmo de Tehuantepec estimado en miles de litros es de 25,314 mientras que a nivel estado es de 132,254 litros. El volumen de producción de carne en canal para el ganado bovino en el Istmo de Tehuantepec en toneladas es de 8,175 mientras que a nivel

estado es de 33,490 toneladas. El valor de la producción de carne en canal de ganado bovino en miles de pesos es de \$ 143,063 en el Istmo, mientras que a nivel estado \$ 586,075 con lo que respecta el valor de la leche corresponde \$96,193 miles de peso, a nivel Istmo, mientras que a nivel estado \$ 510,028 miles de peso. El porcentaje del valor de la población ganadera bovina es de 78.2 %, el porcentaje de la producción de carne en canal bovina es de 46.2 % y el porcentaje de producción de leche bovina es de 60.8 %. Tomando en cuenta la estadística antes mencionada se observa que la producción de ganado bovino ocupa un lugar importante en la región. La alimentación de ganado bovino en la región se basa en el uso de pastos nativos y esquilmos agrícola, presentándose en la época de sequía una escasez de estos alimentos. La dieta alimenticia de estos animales puede mejorarse al introducir a los potreros de especies de gramíneas con mejor aptitud productiva al ambiente; aunando a esto, el uso de mejores periodos de descanso.

Sosa et al. (2008) explica que el desarrollo de la ganadería en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca; demanda una creciente producción de forraje para cubrir las necesidades del ganado bovino, de tal manera que este se manifieste el óptimo potencial de producción de carne y leche (p. 415).

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el potencial productivo de 7 gramíneas forrajeras del genero *Brachiaria* en 4 frecuencias de corte en San Pedro Comitancillo Oaxaca.

1.1.2. Objetivos específicos

Determinar altura al rebrote de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*.

Determinar el rendimiento de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*.

Conocer el desempeño agronómico de las gramíneas forrajeras sometidas a estudio a través de cada uno de sus cortes.

1.2 Hipótesis

Existe diferencia en el comportamiento agronómico y rendimiento de forraje de las especies de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* sometidas a estudio a través de los cortes realizados en las diferentes frecuencias de cortes evaluadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia de la producción de forraje

Jiménez (1989) explica que el forraje proporciona al animal nutrientes en la forma más económica. La principal razón de su bajo costo, comparado con otros alimentos, se debe a que no es altamente demandado por otras especies, la disponibilidad del recurso en la naturaleza es muy alta y los insumos para su producción son baratos. A importancia de los recursos forrajeros adquiere mayor relevancia en virtud del drástico aumento del precio que han experimentado los alimentos balanceados y la tendencia a incrementarse indiscriminadamente. La producción de forrajes, es un proceso de transformación en materia orgánica en presencia de radiación solar. Se considera que la producción de materia seca es un proceso de conversión de luz solar en energía química que se almacena primeramente en la planta y posteriormente es consumida y utilizada por el animal (p.11-12).

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 nutrimentos, 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 y/o externo, aireación y algunas condiciones especiales como acidez, alcalinidad, salinidad, toxicidad de elementos y la pendiente (p. 147-148).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT] (1998) citado por 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 semillas, así mismo la emergencia y crecimiento inicial de la plántula (p. 143).

2.2.2. Clima

Burgos (1971) expone que la producción agrícola requerida para abastecer la población mundial

Incide algunos aspectos 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; cuyas características son influenciadas por los factores (pp. 15-18).

Sin embargo Bernal (1994) citado por 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 (p. 9).

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 (p. 3).

2.3. Variables agronómicas evaluadas

2.3.1. Altura día 7 (AD7)

Holmes (1982) citado por Rincón et. al., (2008), exponen 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 (sucrosa), fructosanos y almidones (p. 4337).

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 (Briske y Murphy, 1992 citado por Joaquín, 2014, p. 29).

Por otra parte Hunt (1990) citado por 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 (p. 28).

2.3.2. Interceptación solar (%IS)

Quero et al, (2015) Que el procedimiento consiste en colocar la regla en la superficie del suelo debajo del dosel, con orientación este-oeste. En cada ocasión se contaron los centímetros sombreados, mismos que al ser divididos entre la longitud total de la regla, representaran el porcentaje de radiación interceptada por el dosel. Explica que un día antes de cada corte, se toman al azar cinco lecturas por repetición de la radiación interceptada con el método del 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 (p. 340-350).

2.3.3. Altura a cosecha (AC)

Hodgson (1994) citado por 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 puede 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 (p.17).

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 (Thomas, 1980; Entrena y Gonzáles, 1998 citado por Rincón et. al., 2008, p. 4437).

2.3.4. Diámetro de macollo (DM)

Méndez (2011) expone que el diámetro de macollo lo mide con la ayuda de un Vernier, tomando dicha medida en la base del tallo al ras del suelo en mm (p. 37). Beguet et al., (2001) citado por Tovar (2016) La importancia de esta variable morfológica radica en el hecho de que “cada macollo individual puede considerarse como una unidad morfológica a partir de la cual se originan nuevas hojas, macollos y raíces” (p.1)

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura [FIRA] (1986) citado por Ocampo y German (2016), describe al 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) (p. 13).

2.3.5. Rendimiento de forraje verde (RFV)

Hodgson (1994) citado por Cabrera y Martínez (2016), comenta 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 o de metal de dimensiones conocidas para controlar el área que se va acortar.

2.3.6. Relación hoja/tallo (RH/T)

Hodgson (1994) citado por Cabrera y Martínez (2016) mencionan que esta variable depende de las estimaciones de frondosidad de la separación a mano de las muestras de 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 ésta variable es de que mientras mayor relación hoja/tallo tenga el pasto mayor será la digestibilidad de esta para el ganado.

2.3.7. Porcentaje de materia seca (%MS)

Petruzzi et. al., (2005) explica 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 (p. 5).

2.3.8. Rendimiento de materia seca (RMS)

Pinacho (2008) menciona que el 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 (p.2).

Mclroy (1993) citado por 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. Las plantas 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 (p.7).

2.4. Características agronómicas de las especies forrajeras sometidas a estudio.

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 de denominada salivazo (p. 2).

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. MG5)

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 que soportan 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. Evite 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, 2011).

2.4.3. Piata (*Brachiaria brizanta* cv. Piata)

El cultivar 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 (crecimiento en macollos) (Semillas Verasem, 2009).

2.4.4. Cobra (*Brachiaria híbrido* cv. CIAT BRO2/1794)

Pizarro (2013) citado por Estuardo (2015), explica que el pasto *Brachiaria híbrido* CV. CIAT BRO2/1794 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 doctora. C.B. do 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, 2015).

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 ruziziensis*, 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. ruziziensis*, 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, p. 3).

Palacios et al., (2011) comenta que el pasto Mulato II es la alternativa más novedosa para mejorar la productividad en sistemas semiintensivos 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. ruziziensis* (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. ruziziensis*, ni *decumbens* pero sí en *B. Brizantha marandú* y otras accesiones de *brizantha* (p. 2).

2.4.7. Señal (*Brachiaria decumbens*)

Donoso (1989) citado por 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 (p. 4).

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, 2011).

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

Luna (2017) realizó un estudio con el objetivo de evaluar 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).

Sánchez (2017) realizó un estudio con el objetivo de evaluar el potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, se realizó un experimento en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. El clima es cálido subhúmedo con A_{w0} (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 Mulato II como sobresaliente con 19.46 cm; mejores para altura a cosecha sobresalen Piata con 76.01 cm, respectivamente; en el rendimiento de forraje verde fue Mulato II con 24.05 t ha⁻¹; el mayor rendimiento de materia seca fue de 5.82 en Mulato II; en la relación hoja/tallo fue Cobra con 3.52 y Mulato II con 2.60; en el porcentaje de interceptación solar sobresalen las especies Insurgente, Mulato y Piata II con 93.90, 93 y 92.60 %, respectivamente; en el rendimiento de forraje acumulado los mejores fueron Insurgente y Mulato II fue mejor con 79.04 t ha⁻¹ y 72.15 t ha⁻¹, respectivamente y para rendimiento de materia seca acumulado Insurgente fue el mejor con 20.21 t ha⁻¹. Se encontraron diferencias entre corte para cada especie en forma independiente para RHT, % IS en Insurgente; AD7, RT/H en Piata; AD7, AC, RH/T en Mulato II; AD7, RFV, RMS, % IS en Señal y AC, DM, RMS, RH/T, % IS y TC en Cobra.

Ocampo y German (2016) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de población en el comportamiento agronómico de 7 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, el experimento se estableció en el Instituto Tecnológico de Comitancillo en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. El clima es subhúmedo con Aw_0 (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 a cosecha (AC), altura a 7 días (AD7), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS) y relación hoja/tallo (RHT). 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 40 cm fue la más sobresaliente con un promedio de 65.63 Kg MS ha⁻¹ D⁻¹. Para cortes la mayor altura fue en el segundo corte con 38.12 c, 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 MS ha⁻¹ D⁻¹, respectivamente y en RHT el primer corte con 11.53. En la interacción especie por corte la densidad 40 cm se mostró superior en RMS y TACRE, y en DM la densidad de 50 cm mostró la mejor tendencia en la RHT y altura (p. 1).

Estudios realizados por Cabrera y Martínez (2016) en el área agrícola del Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oaxaca, ubicado en la población de San Pedro Comitancillo, Oaxaca que se encuentra sobre el cruce paralelo 16°29'30'' latitud Norte y el meridiano 95° 09'35'' de latitud Oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 40 metros sobre el nivel del mar, el clima que

se caracteriza por ser cálido subhúmedo Aw_0 (W) ig, el más seco de los subhúmedos con régimen de lluvia en verano con el mes más caliente antes del solsticio de verano. Los tratamientos estuvieron conformados por la combinación de dos factores: factor A corresponde a las especies forrajeras y factor B corresponde a número de corte. El material experimental estuvo conformado por cuatro especies del género *Brachiaria* (Insurgente, Xaraes, Mulato y Señal). Se utilizó un diseño de bloques al zar en parcelas divididas con tres repeticiones, los datos fueron tomados cada 30 días para las variables: altura de la planta, diámetro de macollo, rendimiento de forraje verde, rendimiento de materia seca y relación hoja/tallo. Los resultados por especie para diámetro de macollo para Insurgente, Xaraes Mulato y Señal fueron 24.13a, 22.01b, 21.53 b y 11.28c cm respectivamente, en rendimiento de forraje verde los resultados fueron 22.48a, 14.56b y 6.91c t ha^{-1} para cada especie respectivamente. No se encontraron diferencias significativas para las variables altura, relación hoja/tallo y rendimiento de materia seca los promedios generales fueron de 35.55 cm, 1.38 y 3.11 t ha^{-1} , respectivamente. Los resultados para cortes en la variable altura fueron; 32.88c, 30.41d, 34.56 bc, 42.28a, 36.93b cm desde el primer hasta el sexto corte respectivamente, en la variable diámetro de macollo fueron: 18.23b, 17.86b, 18.13b, 20.9a, 21.53a y 21.78a cm respectivamente, en rendimiento de forraje verde los resultados para cada corte fueron 8.9d, 11.57cd, 12.9c, 17.76b, 27.58a y 8.99d t ha^{-1} respectivamente y para el rendimiento de materia seca los resultados fueron: 2.08c, 2.78c, 2.64c, 3.85b, 5.31a y 2.01 t ha^{-1} respectivamente, mientras que para la variable relación hoja/tallo no se encontró diferencia significativa para cortes. En los resultados para la interacción especie-corte en la variable altura, diámetro de macollo, rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca en los 6 cortes evaluados la especie insurgente fue la que tuvo mejor desempeño a comparación de las demás especies evaluadas (pp. 35-59).

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 número y peso), digestibilidad in situ DISMS, y composición química de *Brachiaria decumbens*, *Brizantha* y pasto Mulato II, en la Universidad Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Se empleó un diseño de parcelas divididas. La parcela grande fue la variedad de *Brachiaria*, y la parcela pequeña la edad de cosecha. La altura de planta (cm) en las variedades de *Brachiarias* estudiadas; en *Brizantha* tuvo mayor altura (73.09), *Decumbens* (72.00) y Mulato (69.38). La biomasa seca presentaron valores promedios de 2.00, 1.64, 1.15 t Ms ha⁻¹ para las especies Mulato, *Brizantha* y *Decumbens*, respectivamente. El pasto Mulato presentó un promedio en la mejor relación hoja/tallo de 1.31, seguido *Brizantha* con 1.15 y el menor fue *B. Decumbens* con una relación de 0.91 (pp. 87-94).

Rincón et. al., (2008) llevó a cabo un experimento en La Libertad Meta, Colombia, con el objetivo de evaluar los pastos *B. decumbens* y *B. brizantha* en un suelo oxisol del Piedemonte Llanero colombiano. Se ubica a una altura de 330 msnm, la precipitación anual promedio de los últimos 30 años ha sido de 2.900 mm, el promedio de temperatura es de 26 °C y una humedad relativa de 85% en la época lluviosa y 65% en la época seca. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo de parcelas subdivididas. Los parámetros que se evaluaron fueron producción de forraje, índice de área foliar, valor nutritivo del forraje, la concentración y tipo de nutrientes de reserva (azúcares no estructurales, almidones, N total, N soluble) y los órganos de almacenamiento en la planta (base de los tallos, corona y raíces. La biomasa seca en los dos pastos fue de un promedio de 2,5 y 2.036 t MS ha⁻¹ en *B. decumbens* y *B. brizantha*, respectivamente (pp. 4336-4346).

Un estudio realizado en INIFAP, Campus Iguala Guerrero, México, realizado por Rojas et. al., (2011) con el objetivo de evaluar 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, para diferencia múltiple de medias. La altura fue mayor en el cultivar Mulato II con 41 cm, posteriormente *B. decumbens* con 37 cm y por ultimo *B. brizantha* con 32 cm; para la relación hoja se mostraron los valores medios de 2.29, 1.46, 1.09 en las especies *B. Brizanta*, Mulato II y *B. decumbens*, respectivamente; para el rendimiento de materia seca se encontró que Mulato II sobresalió con 1.23 t Ms ha⁻¹, seguido de *B. Brizanta* con 0.87 t Ms ha⁻¹ y con el de menor valor con 0.78 *B. decumbens* (pp. 3-9).

Se realizó un estudio Santa Fé, Bogotá, Colombia, por Gómez et. al., (2006) con el objetivo de evaluar en parcelas pequeñas bajo corte, 24 accesiones e híbridos de *Brachiaria*, por su producción de forraje y tolerancia o resistencia al mión de los pastos, en Santa Fé de Bogotá, Colombia. Se ubica en el bosque húmedo tropical, con una precipitación promedio anual de 3600 mm entre abril y septiembre. La temperatura media es de 26 °C y la humedad relativa de 80%. Estos materiales se sembraron por semilla en el campo a 50 cm establecidos en 1512 m² y tres repeticiones. Los datos fueron analizados mediante un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, posteriormente separaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan. Las variables evaluadas fueron: número de plantas, vigor de plantas, altura de planta, rendimiento de materia seca, cobertura del suelo, frecuencia de pastoreo, presencia de mión o salivita.

Los promedios indican que la altura fue mayor para *B. brizantha* con 106 cm que en *B. decumbens* con 93 cm; los datos promedios para la relación hoja/tallo indica el mayor es *B. brizantha* con 1.8 y *B. decumbens* con 1.56; en cuanto a la cobertura del suelo *B. decumbens* fue el de mayor valor con 98.3 % y *B. brizantha* con 89.3 % (pp. 19-25).

En el distrito de Sapucái, departamento de Paraguari, Paraguay se realizó un experimento con el objetivo de determinar la eficiencia productiva y calidad forrajera de cuatro especies del género *Brachiaria* en un suelo derivado de granito, el trabajo fue realizado por Espínola y Paniagua (2010). Se establecieron 16 parcelas de 12 m² en un diseño de bloques completos al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones, siendo los tratamientos: T1: *B. brizantha* cv. MG4; T2: *B. brizantha* cv. MG5; T3: *B. decumbens* y T4: *B. humidicola*. Se realizó una ANAVA y una prueba de Tukey, además se utilizó regresión en los casos necesarios. Se midieron las variables: emergencia de plantas, altura de planta, cobertura de suelo, producción de materia seca (MS), para relación hoja/tallo y porcentaje de proteína bruta (PB). Los resultados obtenidos para la mayor altura promedio se observó en la *B. brizantha* cv. MG5 con 100 cm y con 75 cm en *B. decumbens*. El mayor rendimiento de materia seca promedio lo obtuvo la *B. brizantha* cv. MG5 con 4.84 t Ms ha⁻¹, seguido por *B. decumbens* con 3.76 t Ms ha⁻¹. La mejor relación hoja/tallo promedio se observó en *B. brizantha* cv. MG5 con 4.29, y *B. decumbens* mostro un valor de 1.60 (pp. 5-10).

Bodadilla y Benítez (2004) realizaron un experimento en el Distrito de Horqueta Concepción, Paraguay, con el objetivo de identificar especies de gramíneas forrajeras tropicales con elevado rendimiento de materia seca. La precipitación varía entre 1200-1500 mm, de los cuales el 80 % ocurre en Octubre y Mayo. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro

repeticiones. Las gramíneas forrajeras evaluadas fueron: *Brachiaria brizantha* cv MG4; *Brachiaria brizantha* cv. MG5; *Brachiaria brizantha* cv marandú; *Paspalum atratum*; *Brachiaria decumbens*; *Brachiaria humidicola*; *Panicum maximum* cv. Mombaza; *Panicum maximum* cv. Colonial; *Panicum maximum* cv Tanzania y *Setaria anceps*. El parámetro evaluado fue el rendimiento de materia seca y materia seca acumulada. Los rendimientos de materia seca observados en *Brachiaria brizantha* c.v. MG5 fueron de 3.76 t MS ha⁻¹, seguido de *Brachiaria brizantha* con 3.09 t MS ha⁻¹ y finalmente *Brachiaria decumbens* con 2.37 t MS ha⁻¹; el rendimiento de materia seca acumulada fue de 7.52 t ha⁻¹ en el pasto *Brachiaria brizantha* c.v. MG5, 6.18 t ha⁻¹ en *Brachiaria Brizantha* y por ultimo *B. decumbens* con 4.73 t ha⁻¹ (pp. 27-29).

Lara (2005) realizó estudio en La Libertad, Petén, con el objetivo de evaluar la adaptación y producción de biomasa de nueve variedades mejoradas en suelos de sabana. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar en parcelas divididas con cuatro repeticiones, La parcela utilizada fue de 9 m² y la neta de 4 m², correspondiendo a las parcelas principales las variedades Pojuca (*Paspalum atratum*), Mulato II (*Brachiaria híbrido*), Toledo (*Brachiaria brizantha*), Tanzania (*Panicum maximum*), Mombaza (*Panicum maximum*), Marandú (*Brachiaria brizantha*), Dictyoneura (*Brachiaria dictyoneura*), Humidicola (*Brachiaria humidicola*), MG4 (*Brachiaria brizantha*), Testigo (*Paspalum plicatulum*); y las sub-parcelas las frecuencias de corte. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, porcentaje de cobertura, daño por insectos y producción de materia seca; a cada una de éstas variables se realizó un análisis de varianza y se aplicó prueba de Duncan.

Los resultados obtenidos son los siguientes; en el periodo de producción la altura fue de 54, 44.06, 41.43 cm, para las especies Toledo, Mulato II y Marandú respectivamente; el porcentaje de cobertura del suelo se encontraron valores en las especies Mulato con 65.375 %, Marandú con 50.75 % y Toledo con 49.5 %. En rendimiento de materia seca fueron superiores las especies Mulato, Marandú, Toledo con promedio de 4.1, 3.05 y 2.58 t Ms ha⁻¹, respectivamente (pp. 31-48).

Navajas (2011) realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y la absorción de nutrientes por los pastos *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato, en el municipio de Barrancabermeja, Santander, Colombia. La localidad se encuentra a una altura de 75 msnm, con una precipitación anual de 2.960 mm, temperatura media de 28 °C y humedad relativa del 84 %. Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo factorial de 2 x 2 x 3, correspondientes a *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, con y sin fertilización. Las variables evaluadas fueron: biomasa fresca y seca y el análisis de tejido foliar. En los resultados obtenidos *Brachiaria híbrido cv. Mulato II* se caracterizó por producir mayor biomasa fresca promedio (4.12 t ha⁻¹) y un promedio de materia seca (0.46 t ha⁻¹) y para *Brachiaria decumbens* presentó el mayor promedio de forraje verde de 3.84 t ha⁻¹ y materia seca con 0.38 t ha⁻¹ (pp. 24-26).

En la investigación realizado por Cuadrado et. al., (2004) en una finca localizada en el municipio de Monteria Córdoba, Colombia, se evaluó el comportamiento de cuatro ecotipos de especies del género *Brachiaria*: *brizantha* CIAT 26110, *Brizantha* 16332, *brizantha marandú*, y *decumbens*. En las condiciones climáticas la temperatura promedio anual es de 28 °C, humedad relativa anual

del 80 % y una precipitación promedio anual de 1200 mm, distribuida en una época de lluvias (abril a noviembre). En cada accesión se estimó contenido de proteína cruda, fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), rendimiento de materia y la relación hoja/tallo. En cuanto a los datos promedios encontrados para la relación hoja/tallo en el pasto *B. Brizantha marandú* fue de 1 y para *B. decumbens* con 1.13, para la producción de materia seca se obtuvieron promedios de 1.66 t Ms ha⁻¹ y 2.07 t Ms ha⁻¹ *B. Brizantha marandú* y *B. decumbens*, respectivamente (pp. 438-443).

Velásquez y Muñoz (2006) realizaron una investigación en el municipio de Florencia Caquetá, Colombia, con el objetivo de evaluar la producción de biomasa y la cobertura del suelo de *Brachiaria hibrido* cv. Mulato II sola y asociada con *Arachis pinto* en suelos ácidos arcillosos del Piedemonte amazónico colombiano y dos tipos de pendiente. Se utilizaron suelos con fisiografía diferente: mesón (pendiente) y terraza plana. Las variables evaluadas fueron producción de materia seca (MS) de *Brachiaria hibrido* y la MS total (MST), compuesta por la gramínea principal, otras gramíneas y leguminosas, tomando en cuenta cinco muestras por parcelas con un marco de 1 X 0.5 m. El resultado para la producción de materia seca en Mulato II en terraza plana fue de 2.56 t Ms ha⁻¹ (pp. 26-29).

Pizarro et. al., (2013) llevó a cabo un experimento en el CIAT de Cali Colombia, donde llevaron a cabo un programa de mejoramiento de *Brachiaria* iniciado en 1988, donde combinó atributos deseables encontrados en accesiones de *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens* y condujo a la liberación de 3 híbridos apomícticos (cvs. Mulato, Mulato II y Cayman). Las evaluaciones para el rendimiento de materia seca se llevaron a cabo en diferentes países: 1.- En Tailandia, Asia entre

2003 y 2007 las especies Cayman y Mulato II presentaron valores medios de 3.06 y 2.8 t Ms ha⁻¹, respectivamente. 2.-. En Santa Elena, Oaxaca, México las colecciones de *Brachiaria* híbrido comenzaron en 2005 valores promedios de 30 y 21 t Ms ha⁻¹ en los cultivares liberados en Mulato II y Cayman, respectivamente (pp. 31-35).

Santos et. al., (2013) realizaron un experimento en Minas Gerais, Brasil, con el objetivo de evaluar a *Brachiaria decumbens* (Señal) en diferentes sitios de mis mismos pastos con diferentes intensidades de pastoreo (bajo pastoreo, adecuadamente pastoreo y sobrepastoreo). Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y las variables estudiadas fueron altura de la pradera, altura de las plantas extendidas, índices de tallos, masa de forraje. Los resultados mostraron a Señal en la variable: altura con 25 cm; en relación hoja presentó un promedio de 0.54; rendimiento promedio de forraje verde fue de 4.04 t ha⁻¹ y el rendimiento de forraje verde acumulado presentó un valor de 7.47 t ha⁻¹ (pp. 73-78).

En Zamorano, Honduras, Castillo (2006) evaluó la producción de Materia Seca (MS), Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD), Digestibilidad In Vitro de la Materia Orgánica (DIVMO), Proteína Cruda (PC) y absorción de nutrientes de los cultivares Mulato I y II de *Brachiaria* híbridos en respuesta a la aplicación de los hongos micorriza y *Trichoderma harzianum*. Con condiciones climáticas de altura 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1100 mm y una temperatura promedio anual de 24 °C. Se utilizaron 32 parcelas de 3 × 5 m, con una separación entre parcelas de 1.2 m, en cuatro bloques que constituyeron las repeticiones. Se usó un diseño factorial en el cual el factor principal fue la variedad de pasto (Mulato I vs. Mulato II) y el factor secundario la aplicación de biofertilizantes (Mycoral, Trichozam, Mycoral+

Tricho zam y el Testigo). En cuanto al valor obtenido en la variable de rendimiento de materia seca en Mulato II presentó un valor medio de 2.33 t Ms ha⁻¹ y para materia seca acumulada fue de 9.32 t ha⁻¹ (p. 15).

Hare et. al., (2013) realizaron una prueba de campo en Ubon Ratchathani, Tailandia, con el objetivo de determinar los efectos de intervalos de corte sobre el crecimiento y calidad del forraje de *Brachiaria* híbrido de gramíneas en Tailandia. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 2 cultivares (Mulato II y Cayman) y la líneas BR02/1794. Las variables evaluadas estudiadas fueron: rendimiento de materia seca (RMS), concentración de proteína cruda (PC) y fibra detergente ácido. Los resultados promedios para rendimiento de materia seca en Cayman BR02/1794 fue 14.7 t Ms ha⁻¹; siendo el promedio más alto, seguido por la especie Mulato II con un valor de 13.98 t Ms ha⁻¹. Con esos mismos valores se calculó el rendimiento de materia seca acumulada fueron de 55.91 y 55.08 t ha⁻¹ para los pastos Mulato II y Cayman, respectivamente (pp. 84-86).

Cerdas y Vallejos (2012), realizaron un ensayo con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de varios pastos tropicales, en la Finca de Santa Cruz de la Universidad de Costa Rica, localidad situada a 54 m de altitud y con una precipitación anual de 1834 mm. El ensayo se planteó en el campo como un diseño irrestricto, al azar, con un arreglo de tratamientos factorial. Donde evaluaron la producción de fitomasa verde, la fitomasa seca y el crecimiento de los pastos *Toledo*, *Brizantha*, *Transvala* y *Decumbens*.

En cuanto, a los resultados promedios encontrados en este ensayo para la producción de fitomasa verde para la especie *Brachiaria decumbens* fue de 4.24 t ha⁻¹, seguido de *Brachiaria brizantha* con 5.81 t ha⁻¹ y con un valor de 6.67 t ha⁻¹ para pasto Toledo (Mg5); por parte la producción de fitomasa seca promedio en este ensayo el pasto Toledo (Mg5) se presentó con un resultado de 2.03 t Ms ha⁻¹, seguido de *B. brizantha* con 1.97 t Ms ha⁻¹ y por último *B. decumbens* con 1.42 t Ms ha⁻¹ (pp. 7-22).

Suchini (2015) realizó un estudio para conocer el mejor método de siembra del pasto *Brachiaria* híbrido (cv. CIAT BR02/1794). En condiciones climáticas para temperatura anual promedio es de 24 °C, altura de 800 msnm y con una precipitación anual promedio de 1100 mm. Se utilizó un arreglo factorial de 2×2, donde el factor A fueron dos niveles de distanciamientos, entre surcos (80 y 90 cm) y el factor B fueron dos niveles de tipos de siembra. Se tomaron datos de la densidad final, germinación, la altura final, porcentaje de tallos y hojas, producción de biomasa, y porcentaje de materia seca. Los resultados promedios encontrados para Cobra cv. CIAT BR02/1794: para la variable altura final en los dos tipos de siembra: directa e invernadero fueron de 79 y 84 cm, respectivamente; para rendimiento de materia seca se obtuvieron valores de 3.95 y 5.81 t Ms ha⁻¹ para siembra directa e invernadero, respectivamente; y la relación hoja/tallo se encontraron resultados en siembra directa e invernadero de 3.17 y 3.55 respectivamente (pp. 3-12).

Hare et. al., (2015) llevaron a cabo un experimento, con el objetivo de evaluar cuarenta y tres nuevas líneas *Brachiara* híbridos para la acumulación de forraje y valor nutritivo en el noreste de Tailandia desde 2006 a 2011 experimentos en 2 sitios, usando Mulato II *Brachiaria* híbrido como un estándar para la comparación, mismo que se realizó en la Universidad de Ubon Ratchathani,

Tailandia. Se usó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los parámetros evaluados fueron en húmedo y la acumulación estación seca de materia seca (DM), relación hoja/tallo, proteína cruda concentración (CP) y el nivel de fibra ácido detergente (ADF) y fibra detergente neutro (NDF). Los promedios encontrados en esta investigación para el variable rendimiento de materia seca fueron de 2.5, 2.32 y 2.16 t Ms ha⁻¹ en las especies Cobra BRO02/1794, Mulato II y Cayman BRO02/1752, respectivamente. Con los mismos datos se calculó la variable de rendimiento de materia seca acumulada en la especie Cobra BRO02/1794 con 5.57 t ha⁻¹, seguido de Mulato II con 5.29 t ha⁻¹ y con un valor de 5.25 t ha⁻¹ Cayman BRO02/1752 (pp. 83-93).

En la Estación de Investigación en el condado de Makueni, Kenia, por Machogu (2013), se estableció un experimento con el objetivo de evaluar la productividad relativa y la calidad nutricional de *Brachiaria* cv. Híbrido de pasto Mulato II, *Cenchrus ciliaris*, *Macrostachyus enteropogon*, *Roxburghiana Chloris* y *Eragrostis superba* en pastizales semiáridos del sur de Kenia. El clima está caracterizado por una distribución de estaciones humedad y secas, de Enero a Febrero es un periodo de sequía corto, mientras que en Junio a Octubre es una estación seca prolongada, la precipitación media anual 600 mm, evaporación es de 200 mm y la temperatura es de y 23 °C, respectivamente. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones. Los parámetros evaluados fueron: altura de la planta, macollos, cobertura vegetal y la densidad; la producción de biomasa por encima del suelo, rendimiento de semillas, viabilidad de la semilla y calidad nutricional. Los resultados obtenidos para Mulato II, muestra que para la altura media fue de 68 cm; para interceptación solar reportó un promedio de 96 % y por otra parte para el rendimiento de materia seca fue de 17 t Ms ha⁻¹ (pp. 20-58).

Con el objetivo de conocer el rendimiento de materia seca y la calidad nutricional de *B. ruziziensis* x *B. brizantha* cv. Mulato (híbrido *Brachiaria* hierba), *B. ruziziensis* x *B. decumbens* x *B. brizantha* CV. Mulato II (híbrido *Brachiaria* hierba), *ruziziensis Brachiaria* (ruzi hierba; Tipo común Tailandia), *B. decumbens* CV. Basilisco (hierba señal común), *B. brizantha* cv. Marandú y Toledo (hierba empalizada), *Atratum paspalum* cv. Ubon (atra del césped *Paspalum*) y *Panicum maximum* cv. Púrpura (pasto guinea) llevado a cabo por Liebre et. al., (2009) en Ubon Ratchathani, en el noreste de Tailandia. Las especies se plantaron en parcelas 8 m × 5 m, en un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones. Se tomaron datos de: rendimiento de materia seca, porcentaje de hoja (base seca), proteína bruta (PB), fibra detergente acida (ADF), fibra detergente neutra (NDF), concentraciones de hoja y el vástago. Los datos promedios para el rendimiento de materia seca en la especie Toledo (Mg5) fue de 2.65 t Ms ha⁻¹, luego Mulato II con 2.44 t Ms ha⁻¹, seguido de Marandú (Insurgente) con 2.14 t Ms ha⁻¹ y con 2.13 t Ms ha⁻¹ en el pasto Señal. Los valores medios para la variable rendimiento de materia seca acumulado fueron de 10.56, 9.76, 8.59 y 8.36 t ha⁻¹ en las especies Toledo (Mg5), Mulato II, Marandú (Insurgente) y Señal, respectivamente (pp. 65-72).

En el Sur de Florida se llevó a cabo un experimento realizado con el objetivo de determinar la acumulación de forraje, valor nutritivo y persistencia de Mulato II en Florida, Estados Unidos. Los tratamientos fueron las combinaciones factoriales de 3 alturas de rastrojo y 2 frecuencias de corte, utilizando un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Las variables tomadas en cuenta fueron materia in vitro digestible orgánico (DIVMO), concentración de proteína cruda (PC), cobertura del suelo y acumulación de forraje. El resultado obtenido para la variable cobertura del suelo en Mulato II fue de 87 % (Vendramini et. al., 2013, p. 124).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Marco de referencia

3.1.1. Localización geográfica

INEGI (2010) comenta que 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 (p. 14).

3.1.2. Clima

El clima de San Pedro Comitancillo es Aw_0 (w) ig, cuyas características principales son: cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor de $22^{\circ} C$, con lluvias en verano, con precipitación del mes más seco de 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 908.4mm 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, p. 16).

3.1.3. Suelo

Según la comisión de Plan Hidráulico (1997) citado por Villalobos y Hernández (1998) en esta área se define dos unidades de suelos, que son litosol + cambisol eútrico de color gris, textura fina, permeabilidad moderada con reacción ligeramente alcalina y el vertisol crómico de textura arcillosa, permeabilidad lenta, drenaje interna deficiente, reacción alcalina y se encuentra en un relieve plano con pendiente de 0 a 2 %.

3.1.4. Agricultura y ganadería

Ruiz, et al. (2013) mencionan que 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 en el caso de frijol, éste se siembra intercalado con el maíz. En el aspecto pecuario se cuenta con ranchos pequeños dedicados a la crianza del ganado bovino, caprino, ovinos, en un segundo término las aves de corral y cerdos, dichas actividades se realizan bajo un sistema de traspatio (p. 50-51).

3.2. Ubicación del experimento

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

3.3 Diseño de tratamientos

El diseño de tratamientos consistió en tres factores en estudio el factor A (parcela grande) correspondiendo a 7 especies de gramíneas forrajeras ya establecidas del género *Brachiaria*: Mulato II (*Brachiaria híbrido CIAT 36087*), Cobra (*Brachiaria híbrido cv. CIAT BRO2/1794*), Cayman (*Brachiaria híbrido cv. CIAT BRO2/1752*), Señal (*Brachiaria decumbens*), Insurgente (*Brachiaria brizanta*) Mg5 (*Brachiaria brizanta cv. Mg5*) y Piata (*Brachiaria brizanta cv. Piata*), el factor B (parcela mediana) que comprende cuatro frecuencias de corte (30, 40, 50 y 60 días al corte) y el factor C (parcela chica) las cuales fueron los cortes realizados para cada frecuencia (F1= 6 cortes, F2=5 cortes, F3= 5 cortes y F4= 5 cortes).

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar con parcelas subdivididas y dos repeticiones bajo el siguiente modelo estadístico:

$$yijkl = \mu + \beta i + Tj + nij + Mk + (TM)jk + mjk + Cl + (TC)jl + (CM)lk + (TMC)jkl + \varepsilon i jkl$$

$yijkl$ = Valor de la característica en estadio

μ = Efecto general

βi = efecto del bloque completo i

Tj = efecto del tratamiento j sobre la parcela grande

nij = error aleatorio de la parcela grande (ij) error α

Mk = efecto de sub tratamiento k

$(TM)jk$ = la interacción entre el tratamiento y el sub tratamiento

mjk = error aleatorio de la parcela mediana (jk) error (b)

Cl = efecto del sub-sub tratamiento l

$(TC)jl$ = interacción entre el tratamiento j y el sub-sub tratamiento l

$(CM)lk$ = interacción entre el subtratamiento k y el sub-sub tratamiento l

$(TMC)jkl$ = interacción entre el tratamiento j , el subtratamiento k y el sub-sub tratamiento l

$\varepsilon i jkl$ = error aleatorio de la parcela chica ($ijkl$)

3.5. Croquis del experimento

La figura 1 muestra la disposición de las especies en campo

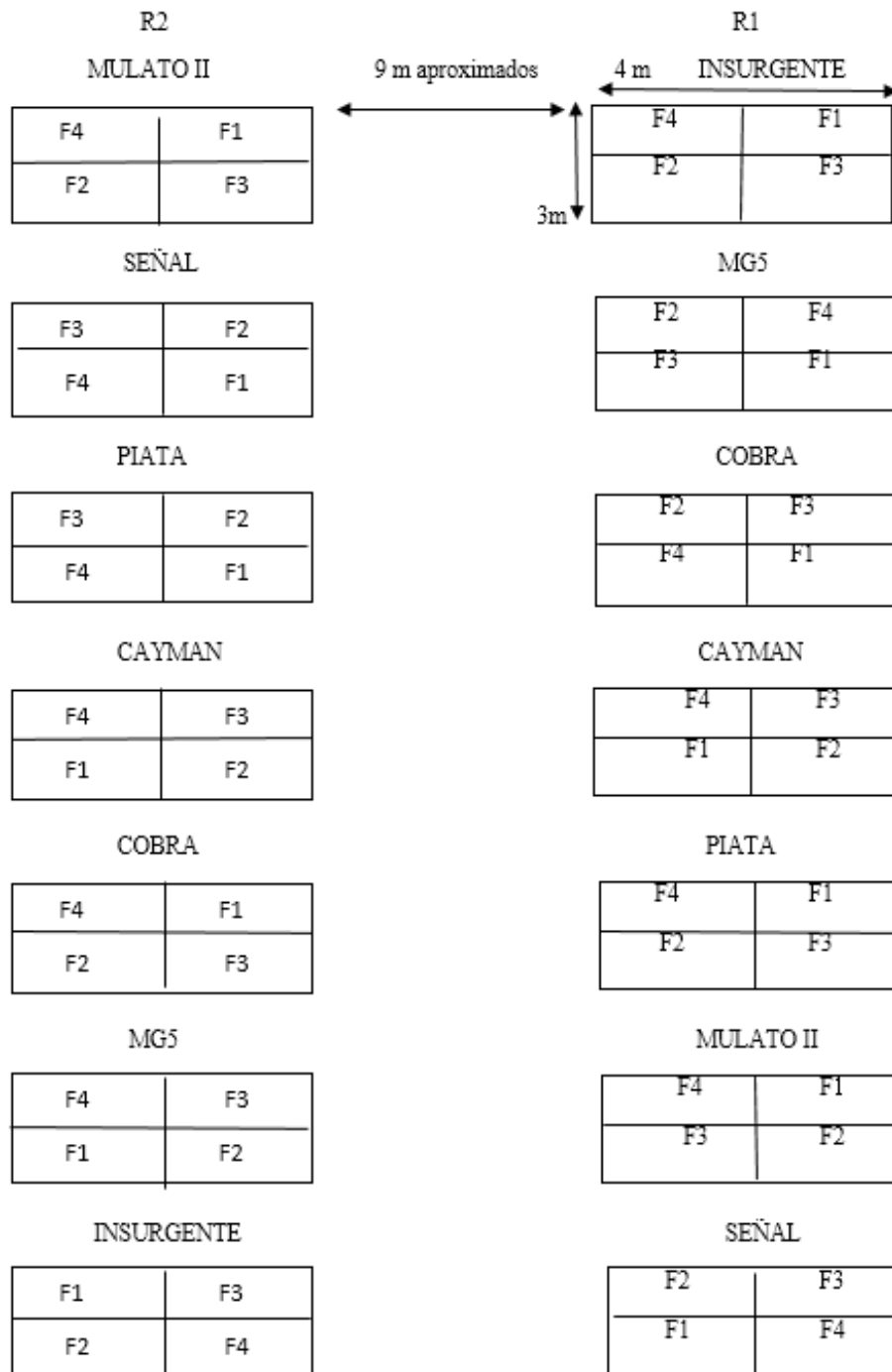


Figura 1. Croquis experimental.

3.6. Descripción de las actividades

3.6.1. Mantenimiento

- a) Riego: Los riegos fueron cada 7 o 15 días, dependiendo de las condiciones climáticas.
- b) Limpieza de parcelas: se hizo manualmente utilizando tarpalas, rastrillos y machetes aproximadamente 20 días.
- c) Reparación del cerco: se realizó la reparación o reforzado de las cercas.
- d) Homogenización: esta actividad consistió en cortar la totalidad de forraje cada unidad experimental después de la toma de datos.

3.7. Toma de datos

Después del corte general de homogenización de la unidad experimental, se procedió a la toma de datos de las variables siguientes.

3.7.1. Altura día 7(AD7)

Después de haber tomado los datos y homogenizado la unidad experimental, se tomó la altura promedio de 5 plantas de cada parcela por frecuencia al 7° día de rebrote, utilizando un flexómetro y midiendo de la base del macollo hasta la altura promedio de rebrote.

3.7.2. Interceptación solar (%IS)

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, mismos que al ser divididos entre la longitud total de la regla, representaron el porcentaje de radiación interceptada por el dosel (Quero et al., 2015, p. 340).

3.7.3. Altura cosecha (AC)

Para esta variable se muestrearon 5 plantas de cada parcela por frecuencia midiendo desde la base del macollo hasta el promedio de la cobertura aérea utilizando un flexómetro.

3.7.4. Diámetro de macollo (DM)

Para el caso de esta variable se midió el macollo de las plantas antes cortadas, utilizando 2 reglas de madera colocándolos en sentido paralelo y en la misma dirección; midiendo la longitud entre las reglas con el flexómetro, repitiendo el proceso en todas las plantas cortadas.

3.7.5. Rendimiento de forraje verde (RFV)

Se tomó una muestra de 5 plantas por parcela útil que fueron cortadas a 10 cm del ras del suelo y colocadas en bolsas de plástico previamente rotuladas, posteriormente fueron pesadas en una báscula digital.

3.7.6. Relación hoja/tallo (RH/T)

Se tomaron 5 plantas por unidad experimental separando las hojas verdes y el tallo verde, que después se pesaron por separado determinando la relación hoja/tallo con la siguiente fórmula:

$RH/T = \text{Peso de hojas} / \text{Peso de tallo}.$

3.7.7. Porcentaje de materia seca

Se pesaron 100 gramos de forraje verde el cual fue secado a sombra por 10 días, posteriormente la muestra se introdujo a un horno de microondas por ciclos de 30 de segundos hasta lograr un peso constante (Petruzzi et. Al., 2005, p. 5).

3.7.8. 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:

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

Dónde:

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

%MS= porcentaje de Materia Seca

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

3.7.9. Análisis de la información

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

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Datos climatológicos

Los promedios por quincena en el periodo de evaluación (Abril 2017 – Septiembre 2017) para temperatura máxima, mínima y la precipitación se presentan en la figura 2. La mayor temperatura se presentó en el mes de Mayo con 38 °C, mientras que la temperatura más baja fue en el mes de abril con 19 °C y la precipitación más alta en el periodo de estudio fue en el mes de junio con 420 mm; con una precipitación acumulada de 1028.8 mm.

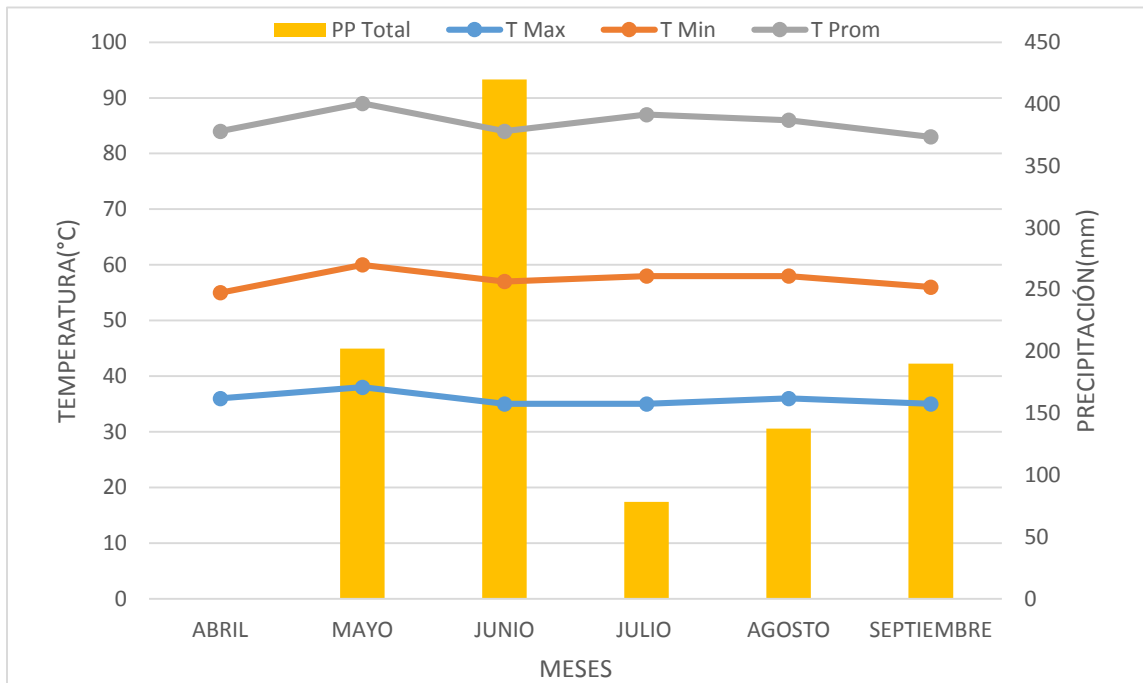


Figura 2. Temperatura: máxima, mínima, promedio y precipitación.

Los datos promedios de humedad relativa (máxima, mínima, promedio) y la velocidad del viento en el periodo de estudio (Abril 2017- Septiembre 2017) se presentan en la figura 3. Revelando que la humedad relativa más baja se presentó en el mes de Abril con 32% y la más alta en el mes de Junio con 83%. Por otra parte, el valor más alto para la velocidad del viento se presentó en los meses de Julio, Agosto y Septiembre con 360 km/h.

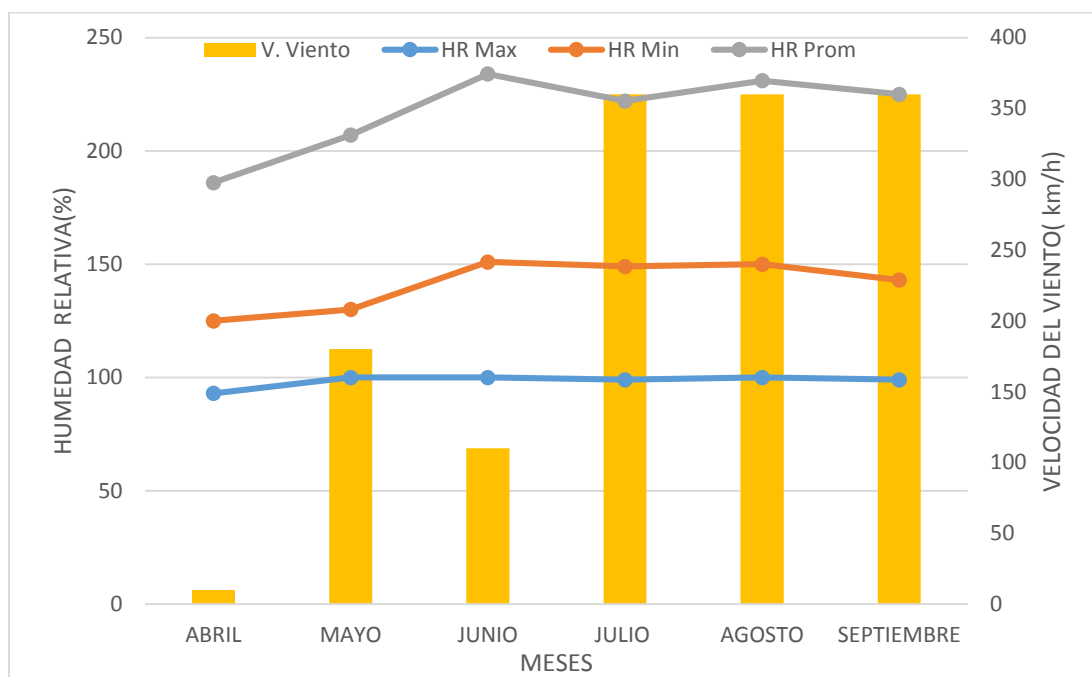


Figura 3. Humedad relativa: máxima, mínima, promedio y velocidad del viento.

4.2. Resultados para especie

4.2.1. Altura día 7

En la figura 2 se muestra el comportamiento de las especies que fueron sometidas a evaluación en la variable altura día 7 mostrándose con el mejor valor a Cobra con 23.73 cm, seguido de MG5 con 22.03 cm.

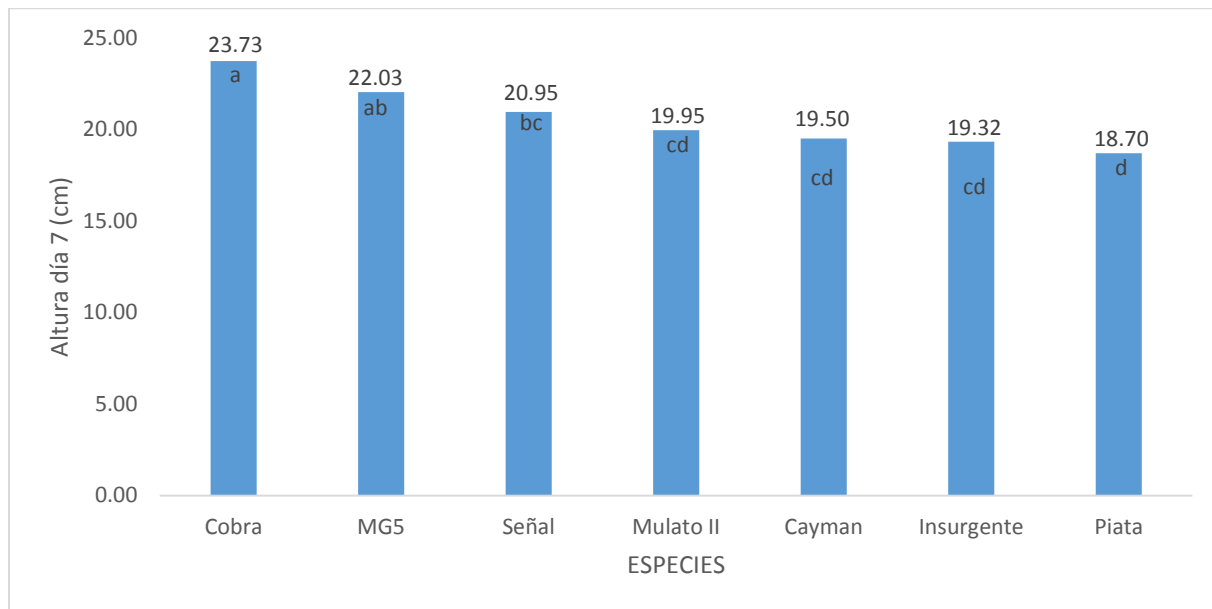


Figura 4. Comportamiento de la especie con respecto a la altura día 7.

Los resultados observados en este trabajo son superiores a los reportados por Sánchez (2017) reporto valores de 19.46, 19.89, 14.68, 14.47, 12.67, y 12.47, para Mulato II, Cobra, Insu MG5, Cayman, Piata y Señal respectivamente.

De la misma forma Luna (2017) reporta valores inferiores para Cobra (23.73), MG5 (22.03), Señal (20.95), Cayman (19.5), Insurgente (19.32) y Piata (18.70) cm, agregando que solo Mulato II (20.47) observó valores superiores al realizar la comparación con el presente trabajo.

4.2.2 Altura cosecha

En la figura 3 se observan los resultados para altura cosecha en las especies evaluadas, observando que la especie más sobresaliente fue Mulato II con un promedio de 14.71 cm.

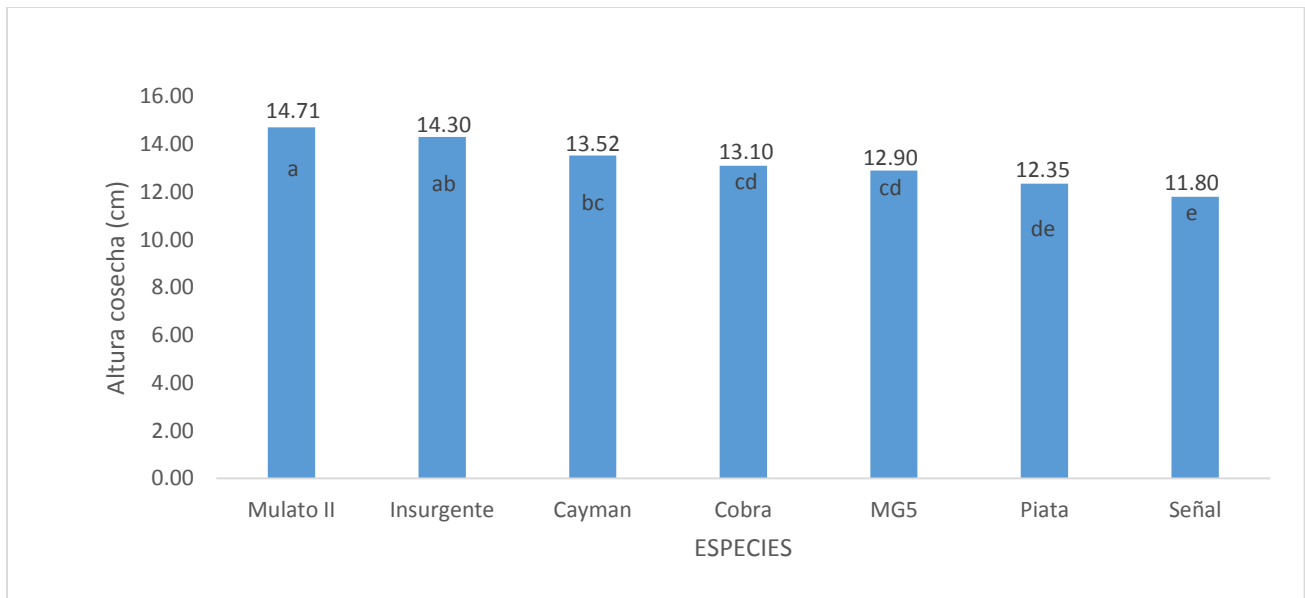


Figura 5. Comportamiento de las especies con respecto a altura cosecha.

Los datos obtenidos en este trabajo son inferiores a los resultados reportados en un estudio realizado por Ocampo y German (2016) en el Instituto Tecnológico de Comitancillo para las especies MG5, Cayman, Piata, Insurgente, Mulato II y Señal con 33.42, 32.93, 32.08, 30.78, 30.52, 30.21 cm, respectivamente; sin embargo estos autores reportan un promedio superior para altura en Cobra con 36.36 cm. Por otro lado Espínola y Panigua (2010) en un estudio hecho en Paraguari, Paraguay, reportan valores superiores para altura promedio en *B. brizanta* cv. MG5 con 100 cm y 75 cm en *B. decumbens*.

En un estudio realizado por Suchini (2015), en la Escuela Agrícola Panamericana, de Zamorano, Honduras, mostró un valor superior para la altura en el pasto Cobra de 79 cm, en comparación con el dato obtenido en esta investigación fue inferior con un resultado de 13.10 cm, en la misma especie (p. 8).

Los resultados de la presente investigación fueron inferiores a los reportados por Luna (2017) que mostro valores de 88.96, 78.57, 54.41, 50.97, 46. 78, 46.15 y 38.80 cm de altura a cosecha, para MG5, Piata, Insurgente, Cayman, Señal, Mulato II y Cobra.

De la misma forma Sánchez (2017) observó valores superiores a los del presente trabajo al reportar para Piata 67.01, MG5 64.90, Insurgente 56.49, Mulato II 53.51, Señal 48.57, Cayman 43.29 y Cobra 32.47.

4.2.3 Relación hoja/tallo

En la figura 4 se observan los resultados para especie en la variable relación hoja/ tallo en donde nuevamente la especie Mulato II con 5.77.

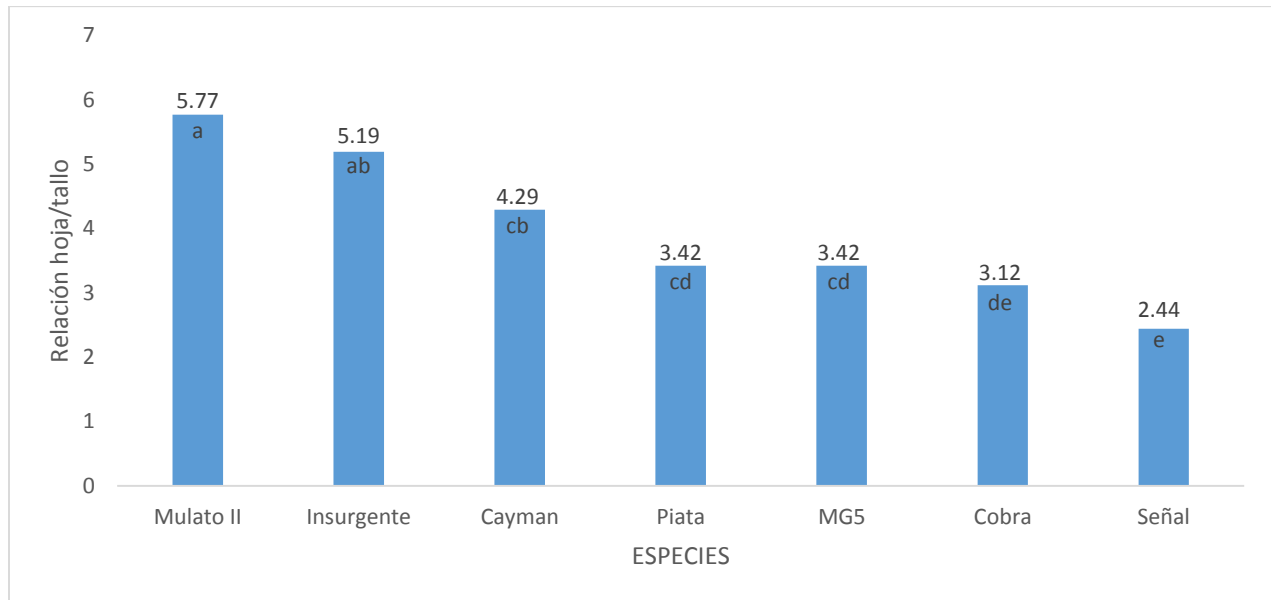


Figura 6. Comportamiento de las especies en la relación hoja/tallo.

Ocampo y Germán (2016) llevaron a cabo un estudio en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, donde obtuvieron promedios para la relación hoja/tallo en Mulato II, Insurgente, Piata, Mg5, Cayman y Cobra de 15.18, 11.27, 8.68, 8.29, 8.03 y 7.45 respectivamente, siendo superiores a los valores encontrados en esta investigación en las mismas especies. Por otra parte en un estudio realizado en Iguala, Guerrero, por Rojas et. al., (2011) quien reporta valores para relación hoja/tallo en Insurgente, Mulato II y Señal de 2.29, 1.46 y 1.09 respectivamente, al compararlos con los resultados obtenidos en esta investigación se considera estos superiores para las especies Mulato II e Insurgente.

Los promedios encontrados para la relación hoja/tallo en este estudio fueron superiores para Señal, al compararlos con un experimento realizado en Minas Gerais, 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 Montería 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.

Los datos observados en este experimento son superiores a los reportados por Gómez et. al., (2006) quien en un estudio realizado en el Centro de Investigaciones Macagual, Corpoica, Piedemonte del Caquetá, Colombia, obtuvo para relación hoja/tallo un promedio inferior en Insurgente de 1.8 y para Señal con 1.56. Así mismo los valores promedios para la relación hoja/tallo de esta investigación en MG5 con 3.42, siendo inferior al promedio obtenido por Espínola y Panigua, en un estudio en Paraguari, Paraguay, (2010) donde MG5 de 4.29 y Señal 1.60.

Luna (2017) reporta valores inferiores a los resultados de la presente investigación al observar valores de relación Hoja/Tallo para Mulato II 1.29, Cobra 1.27, Cayman 1.17, Insurgente 1.14, Señal 1.09, Piata 1.08, MG5 1.06.

Finalmente Sánchez reporta valores inferiores a los resultados de este trabajo para Mulato II 2.60, Cayman 2.14, Insurgente 1.75, MG5 1.46, Piata 1.41 y 1.26 para Señal, observando únicamente valor superior en cobra con 3.52.

4.2.4. Interceptación solar

La figura 5 muestra los resultados para %IS, mostrando como las mejores a Cayman con 47.40 e Insurgente con 46.70 por ciento.

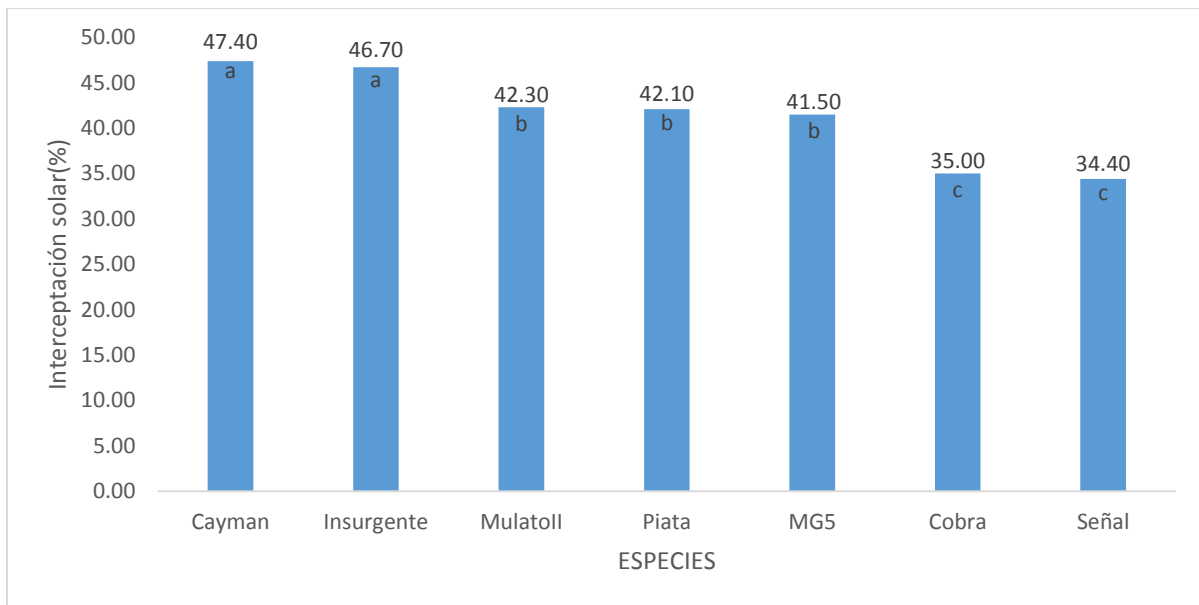


Figura 7. Comportamiento de las especies para % Interceptación Solar.

Los resultados obtenidos en este trabajo son inferiores a lo que reporta Lara (2005) en un experimento realizado en Santa Elena, Flores, Petén, obteniendo resultados de interceptación solar para Insurgente de 52.50 % y MG5 con 63.50 %.

Los valores promedios de interceptación solar de esta investigación para Insurgente y Señal son inferiores con los reportado en un estudio realizado en Santa Fé, Bogotá, Colombia, por Gómez (2006) quienes reportaron para Señal 98.3 % e Insurgente con 89.3 %.

Los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los reportados por Luna (2017) quien obtuvo para Mulato II 84.18, MG5 77.02, Insurgente (75.52) Cayman (74.75), Piata 73.17, Señal 72.97 y Cobra 57.92 % de IS.

De la misma forma Sánchez (2017) reporta valores superiores a los de esta investigación al mostrar valores de 93.90% para Insurgente, para Mulato II, 92.60 %, en Piata, 90.90%, en MG5, 88.50 en Señal, 87.60 en Cayman y Cobra 68.4 %.

En el Condado de Makueni, Kenia, en un estudio realizado por Machogu (2013), este encontró resultados de interceptación solar para Mulato II de 96 %, mostrándose inferior a lo presentado en esta investigación para la misma especie.

4.3 Frecuencias

En la figura 6 se muestran los resultados para frecuencias en la variable %IS observando que la frecuencia 3 tuvo el mejor valor con 43.21.

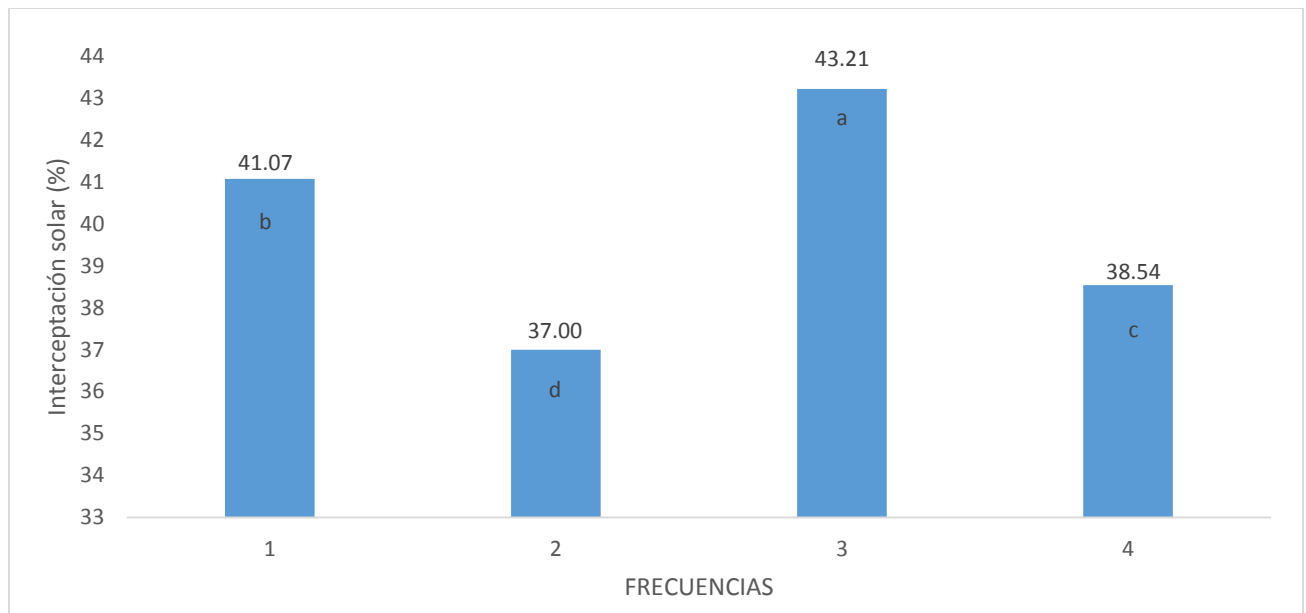


Figura 8. Efecto de las frecuencias de corte para % Intercepción Solar.

4.4 Cortes

4.4.1. Altura día 7

La figura 7 muestra los resultados para altura día 7 para cortes, observando que en el corte 1 y 2 (abril y mayo 2017) fueron los mejores al obtener valores de 25 y 24.59 cm respectivamente. El promedio de los 6 cortes fue de 20.04.

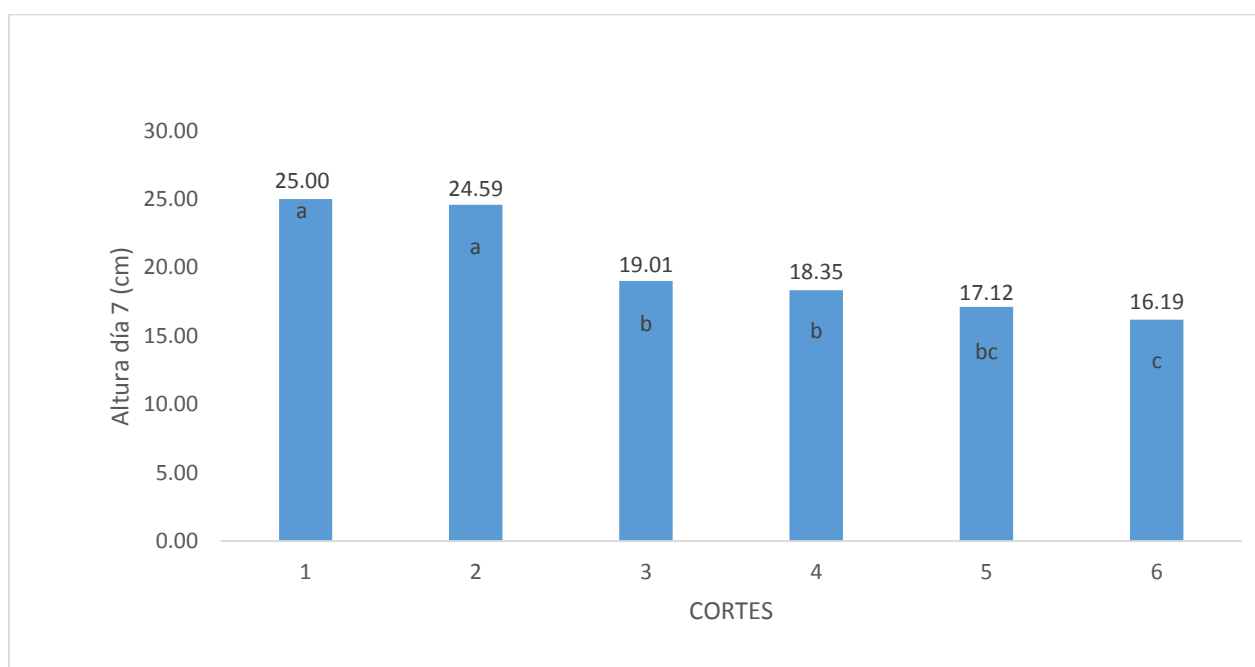


Figura 9. Comportamiento de los cortes con respecto altura a día 7.

4.4.2. Altura cosecha

En la figura 8 se muestra los promedios por corte para la variable altura cosecha observando que la mejor altura a cosecha fue en el corte 1 (abril 2017) con 14.51 cm. El promedio de los 6 cortes fue de 13.39.

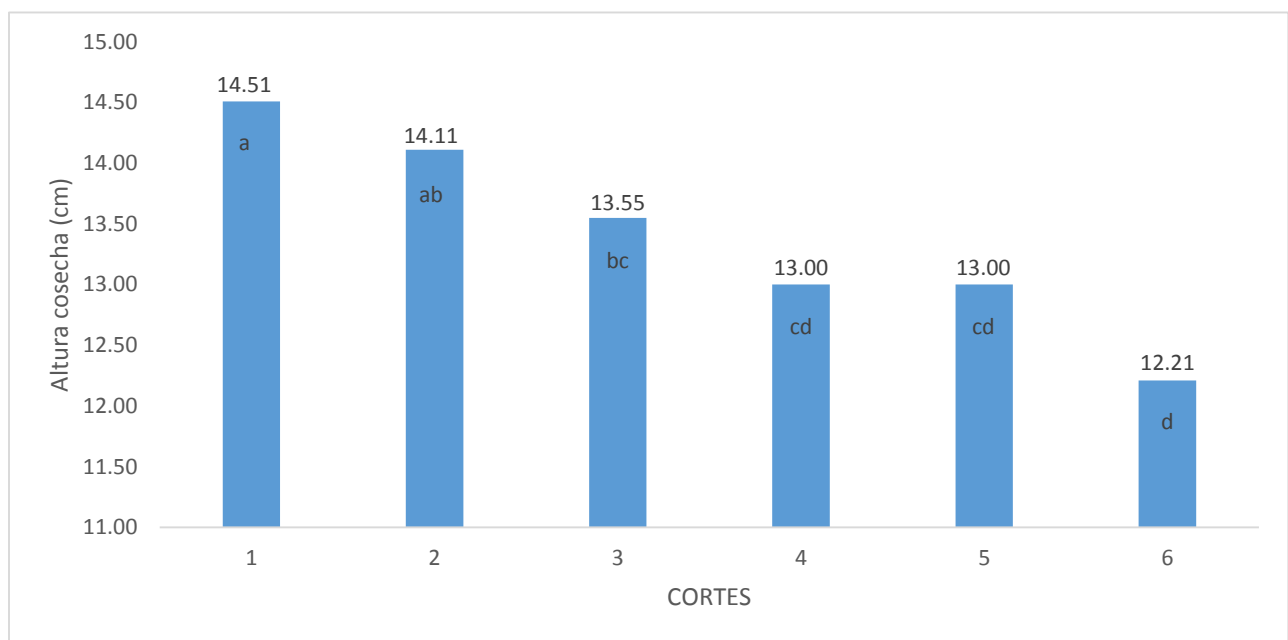


Figura 10. Comportamiento de los cortes con respecto altura cosecha.

Cabrera y Martínez (2016), reportan valor superior a los resultados de la presente investigación con un promedio de 32.32 cm de altura quienes realizaron el experimento en el área agrícola del Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oaxaca. Por lo que la presente investigación muestra un valor inferior con un promedio de 13.39 cm para la dicha variable.

4.4.3 Diámetro de macollo

En la figura 9 se presentan los resultados para DM observando que los mejores valores fueron en el corte 1 (abril 2017) y 2 (mayo 2017) con promedios de 18.90 cm y 18.83 cm respectivamente. El promedio de los 6 cortes fue de 17.97.

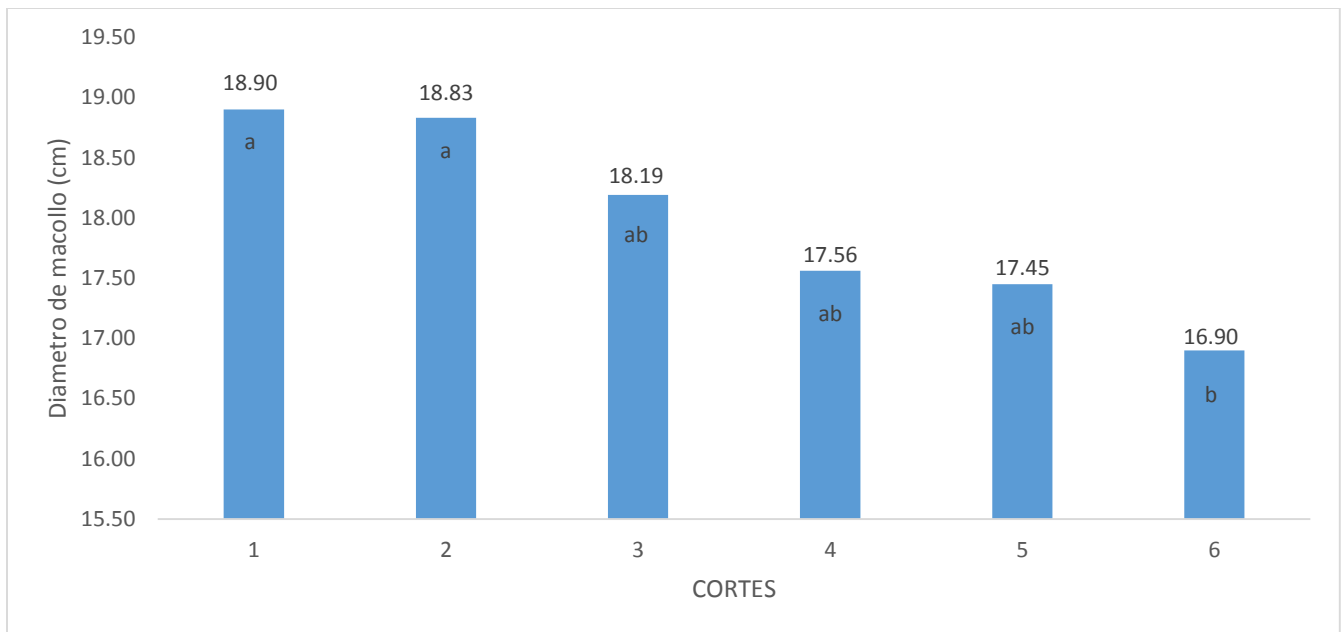


Figura 11. Comportamiento de los cortes para diámetro de macollo.

Los resultados obtenidos en esta investigación son inferior a lo que reporta Cabrera y Martínez (2016) quienes realizaron una investigación en San Pedro Comitancillo, Oaxaca, quienes reportaron un promedio de 19.37 cm.

4.4.4. Relación hoja/tallo

Los resultados de relación hoja/tallo para cortes se muestran en la figura 10 observando que los cortes 1, 2, 3, 4 y 5 fueron estadísticamente iguales. El promedio de los 6 cortes fue de 1.14.

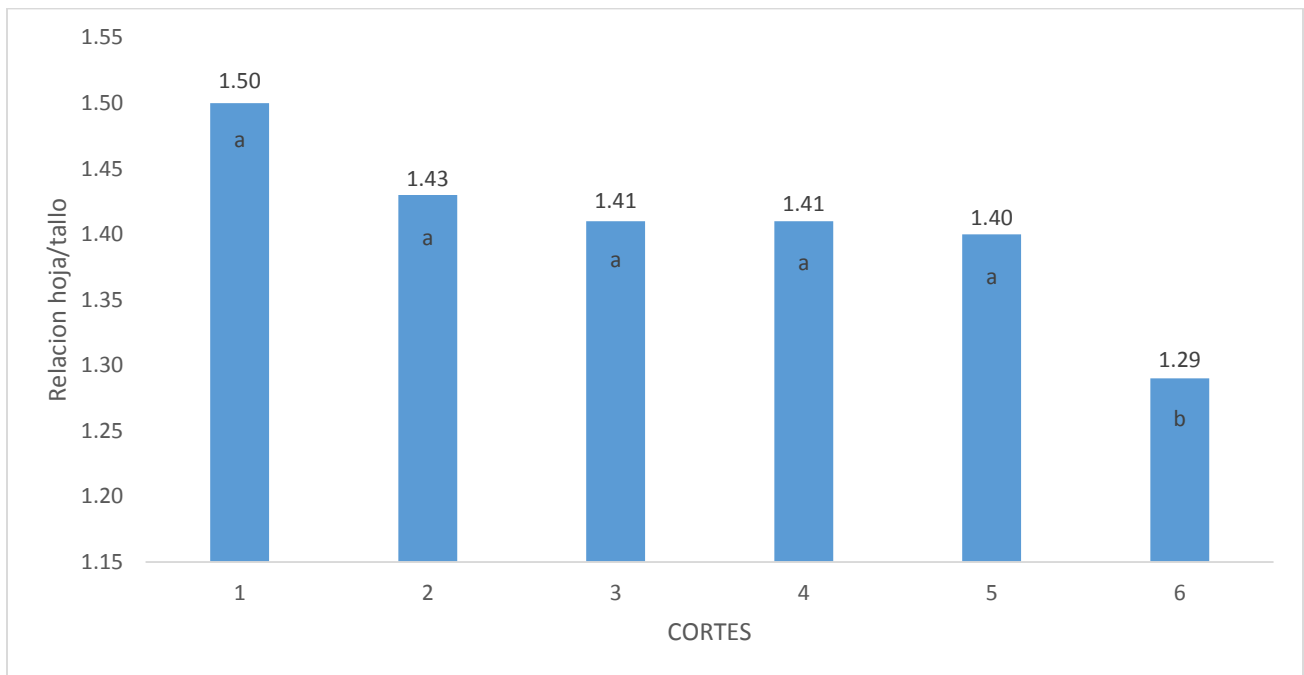


Figura 12. Comportamiento de los cortes con respecto a relación hoja/tallo.

4.4.5. Interceptación solar (%)

La figura 11 muestra los resultados para %IS observando en el corte 1 se presentó el mejor valor con 49.62 %. El promedio de los 6 cortes fue de 38.66.

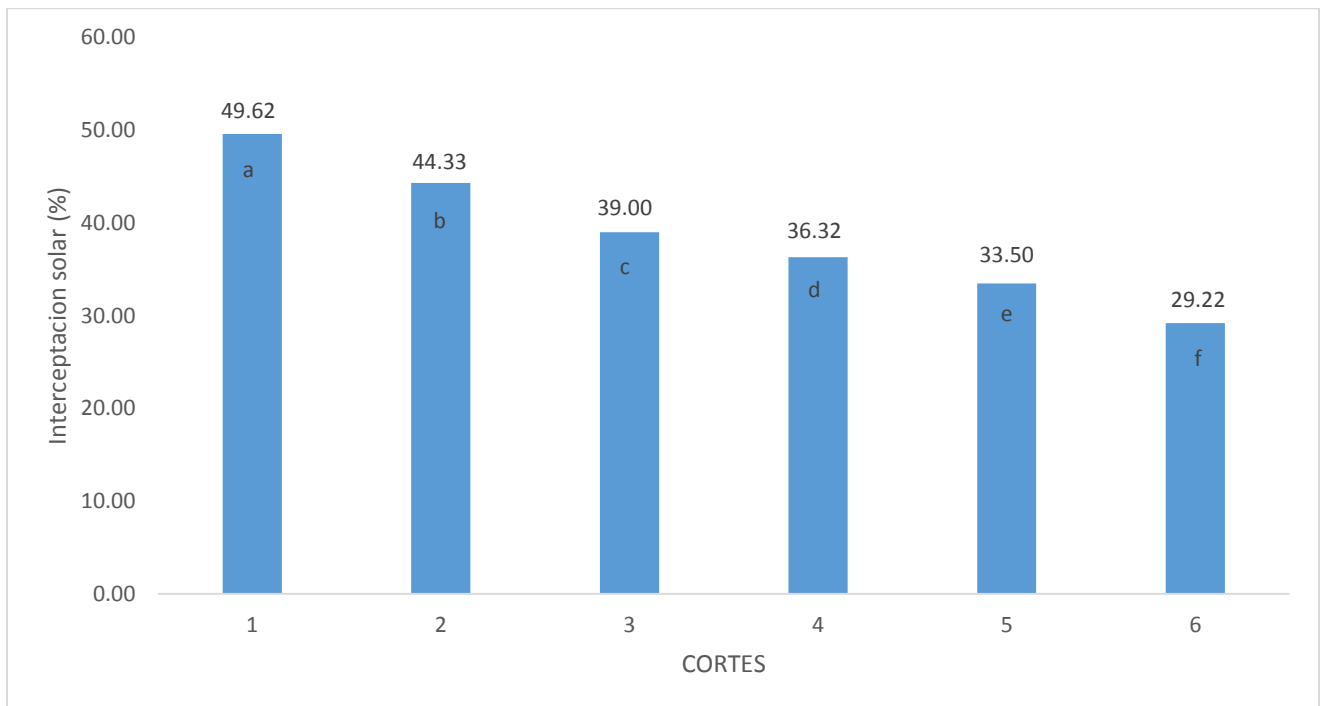


Figura 13. Comportamiento de los cortes con respecto a interceptación solar.

4.4.6. Rendimiento de forraje verde

La figura 12 muestra los resultados para rendimiento de forraje verde observando que el corte 1 se presentó el mejor valor con 67.17 t ha⁻¹. El promedio de los 6 cortes fue de 31.88.

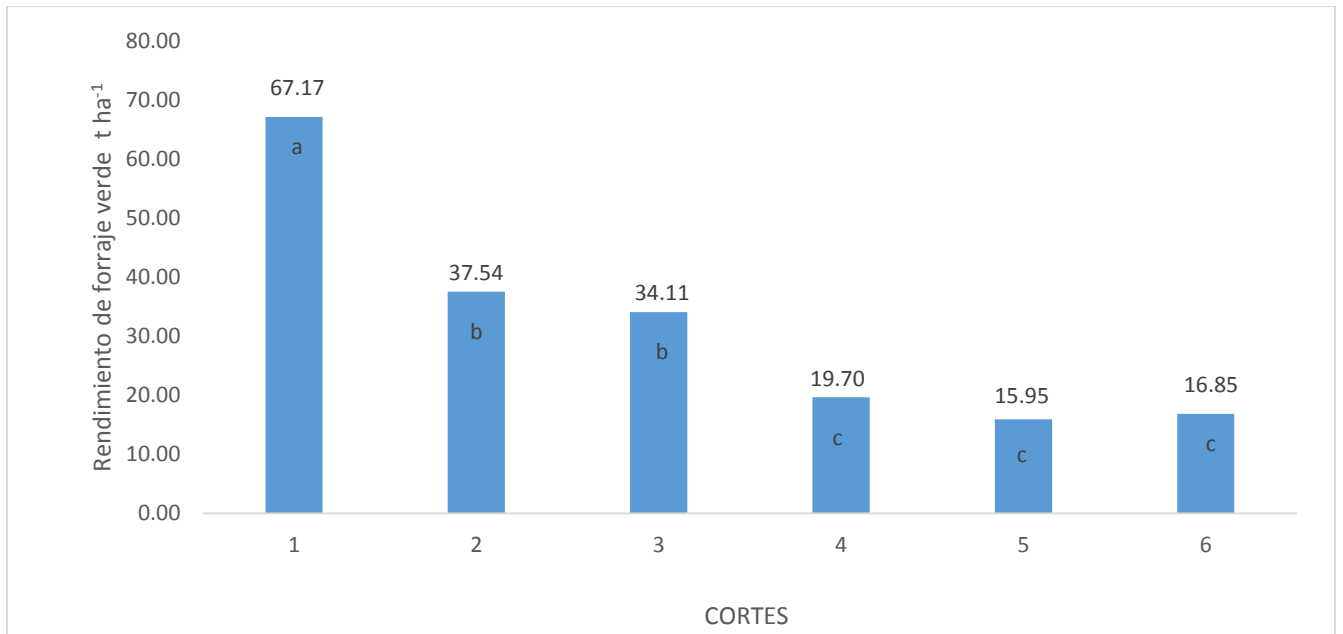


Figura 14. Comportamiento de los cortes para rendimiento de forraje verde.

Los resultados obtenidos en esta investigación son superiores a los resultados reportado por la investigación realizada por Cabrera y Martínez (2016) en San Pedro Comitancillo, Oaxaca mostró para la variable RFV un promedio de 14.61 t ha por corte.

4.4.7 Rendimiento de materia seca

La figura 13 muestra los resultados para RMS observando que el corte 1 se presentó el mejor valor con 21.19 t ha⁻¹. El promedio de los 6 cortes fue de 8.84.

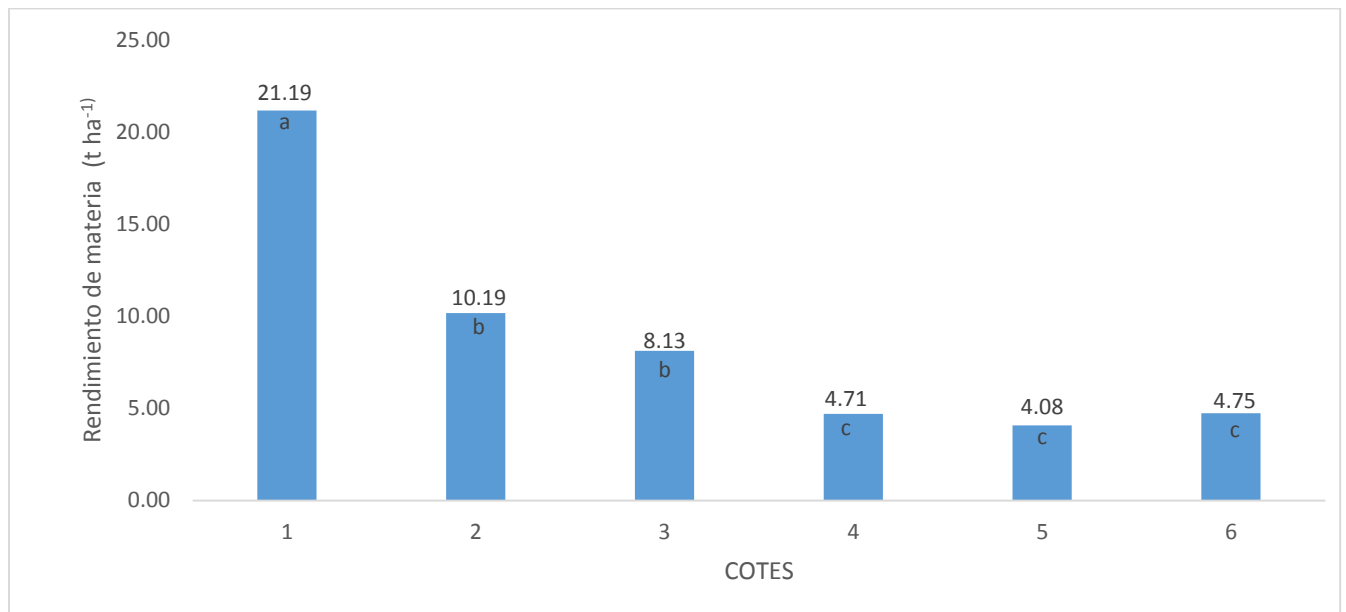


Figura 15. Comportamiento de los cortes con respecto a rendimiento de materia seca.

Los resultados que se muestran en esta investigación son superiores a los resultados que reporta Aguilar y Galo (1997) en una investigación en la universidad Nacional Agraria, Nicaragua, en el que reportan un promedio de 2.4 t ha⁻¹ de M.S. Por otra parte Espínola y Paniagua (2010) realizaron un trabajo en el distrito de Sapucali, departamento de Paraguay, con el objetivo de determinar el RFV y calidad forrajera de especies del género *Brachiaria*, obteniendo un promedio de 2.9 t ha⁻¹ de materia seca, resultando inferior a los resultados obtenidos en esta investigación.

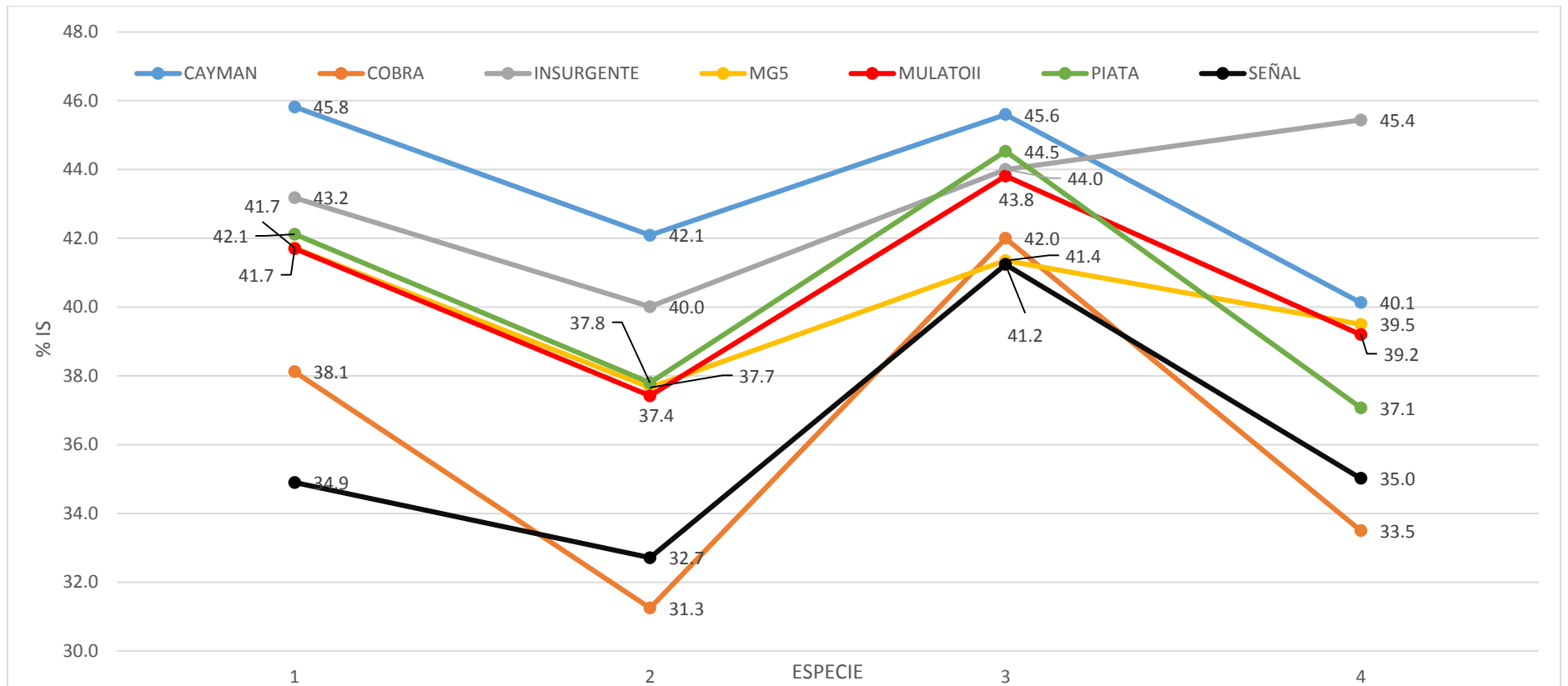


Figura 16. Comportamiento de especie por frecuencia.

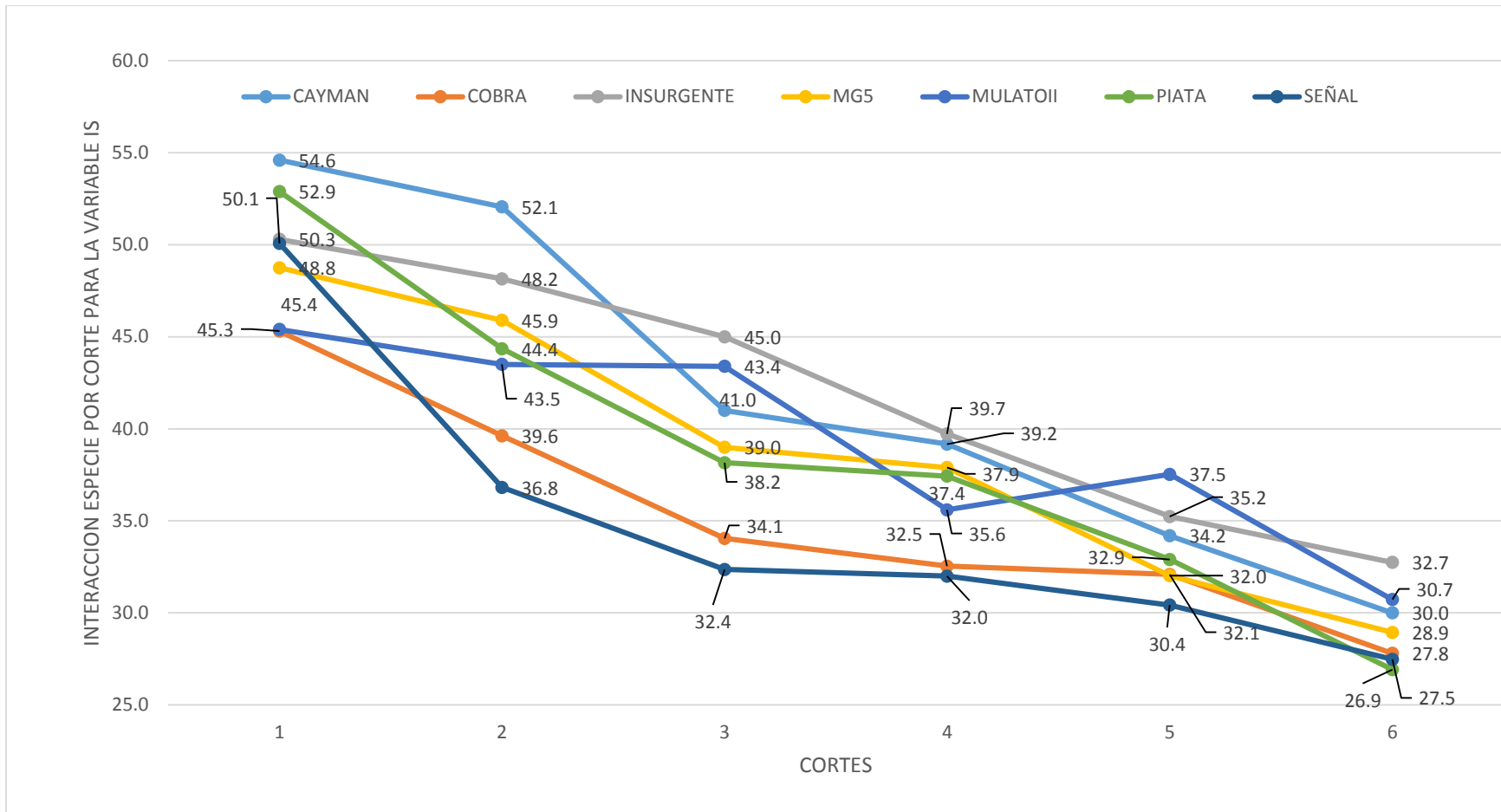


Figura 17. Interacción especie por corte para la variable %IS.

4.5 Especie por frecuencia

En la figura 12 se observa la interacción especie por frecuencia para la variable %IS. En donde Cayman mostró los mejores valores en las frecuencias 1, 2 y 3, sin embargo Insurgente observó una tendencia a aumentar el %IS.

4.6 Especie por corte

La figura 13 muestra los resultados para especies por cortes observando que el %IS tuvo una tendencia disminuir a través de los cortes realizados.

4.7 Frecuencia por corte

Las tabla 1, 2, 3,4 muestra los resultados para la interacción frecuencias por corte para altura a día 7, altura a cosecha, porcentaje de interceptación, rendimiento de materia seca y rendimiento de forraje verde, en donde se observa que la tendencia de los datos es a disminuir a través de los cortes realizados.

Tabla 1. Muestra los resultados cortes por frecuencias para la variable altura día 7.

FRECUENCIAS	AD7					
	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6
F1 30 DÍAS	23.42	15.11	20.30	21.25	18.42	16.20
F2 40 DÍAS	27.44	16.82	30.80	19.00	16.13	-
F3 50 DÍAS	25.22	21.01	24.00	16.70	16.11	-
F4 60 DÍAS	23.90	20.50	23.40	19.12	17.82	-

Tabla 2. Muestra los resultados cortes por frecuencias para la variable interceptación solar.

FRECUENCIAS	IST					
	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6
F1 30 DÍAS	61.10	48.30	55.50	35.50	35.00	23.80
F2 40 DÍAS	25.00	53.70	39.90	23.60	40.30	-
F3 50 DÍAS	69.80	67.60	32.80	42.10	22.90	-
F4 60 DÍAS	75.40	26.20	30.50	39.80	23.40	-

Tabla 3. Muestra los resultados cortes por frecuencias para la variable altura cosecha.

FRECUENCIAS	AC					
	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6
F1 30 DÍAS	13.60	13.04	15.20	11.70	10.05	14.51
F2 40 DÍAS	11.70	13.70	14.17	14.80	12.40	-
F3 50 DÍAS	10.55	13.81	13.90	14.25	13.90	-
F4 60 DÍAS	13.04	13.70	13.23	11.30	15.60	-

Tabla 4. Muestra los resultados frecuencias por cortes para la variable rendimiento de forraje verde.

FRECUENCIAS	RFV					
	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6
F1 30 DÍAS	65.13	37.29	39.07	30.99	16.61	16.85
F2 40 DÍAS	57.97	33.55	41.80	15.93	17.45	-
F3 50 DÍAS	72.53	37.91	28.71	12.51	12.36	-
F4 60 DÍAS	73.05	41.41	26.85	19.36	17.39	-

Tabla 5. Muestra los resultados frecuencias por cortes para la variable rendimiento de materia seca.

FRECUENCIA	RMS					
	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6
F1 30 DÍAS	15.51	11.93	9.00	6.35	4.26	4.75
F2 40 DÍAS	18.11	7.45	9.85	3.92	4.19	-
F3 50 DÍAS	22.99	10.31	7.51	3.63	3.23	-
F4 60 DÍAS	28.13	11.05	6.14	4.94	4.63	-

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- a) Para el efecto de especies en 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.
- b) Para el efecto de frecuencias se observó efecto en la variable porcentaje de interceptación solar siendo la F3 la más sobresaliente con 43.21.
- c) En el efecto de cortes y 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, y para %IS el mejor valor fue en el corte 1.
- d) 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 ultimo en la interacción corte por frecuencia se observó una tendencia a disminuir los valores de AD7, %IS y AC conforme se realizaban los cortes.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda continuar con más evaluaciones, además de estudiar otras variables así como su comportamiento al pastoreo y en otras áreas fuera del instituto.
- Es importante aplicar una dosis de fertilización ya sea química u orgánica por lo menos una vez al año.
- Si se tienen suelos ligeros de acuerdo con las evaluaciones realizadas, la especie Insurgente es una opción para introducir a sus potreros, siempre que se cuente con riego de auxilio.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES

- Amaro, G. R. y Preciado, De la T. J. F. (1997. Noviembre). Guía para el establecimiento de praderas de temporal con el pasto Insurgente *Brachiaria brizanta* 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>
- Argel, M. P. J. Miles, W. J., Guiot D. J., Cuadrado, H., y Lascano, C. E. (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. Disponible en: <http://www.pasturasdeamerica.com/plantas-forrajeras/brachiariahibrida/pdfs/cultivar-mulato-II.pdf>.
- Avellaneda, C. J., Cabezas, G. F., Quintanilla, Z. G., Luna M. R., Montañez, V. O., Espinoza, G. I., Zambrano, M. S., Romero, G. D., Vanegas, R. J. y Pinargote, M. E. (Marzo, 2008). Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. Área de Pastos-Forrajes y Ruminología, Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Rios Ecuador. Pp. 87-94. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4061105>
- Bernal. (1994). Pastos y forrajes tropicales. (Pp.19-30). Disponible en: <https://es.scrib.com/doc/21800105/pastos-y-forrajes-tropicales-1era-parte>.
- Bodadilla, C. O. V., y Benítez, N. M. C. (2004). Rendimiento de diez gramíneas forrajeras tropicales. Universidad Nacional de Asunción, Sede Pedro Juan Caballero. Investigación Agraria, vol. 6 n° 1, pp. 27-29. Disponible en: <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/viewFie/201198>
- Burgos, B. J. (1971). El clima en la producción del ganado tropical en Ganadería Tropical. M.B. Helmen (ed). El ateneo. Buenos Aires, Argentina. P. 1-21. Disponible en: <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.
- Castillo, S. M. (noviembre, 2006). Producción y composición de los cultivares Mulato I y II de *Brachiaria* híbridos inoculados con micorriza y *Trichoderma harzianum*. Proyecto final, Zamorano, Honduras. P. 15. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/799/1/T2222.pdf>
- Cerdas, R. y Vallejos, E. (2012). Comportamiento productivo de varios pastos tropicales a diferentes edades de cosecha en Guanacaste, Costa Rica. Finca de Santa Cruz de la

- Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Revista de las Sedes Regionales, Vol. XIII, N°26, ISSN 2215-2458. P. 22. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66624662001>
- Donoso, R. L. M. (1989). Digestibilidad In Vitro de *Brachiaria decumbens*. Mútica y humidícola. Santa Cruz, Bolivia.
- 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. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5052/1/9789584411754.pdf>
- Gómez, M. M., Velásquez, J. E., Miles, J. W., y Rayo, F. T. (2006). Adaptación de *Brachiaria* en el Piedemonte amazónico colombiano. Adaptación de *Brachiaria* en el Piedemonte amazónico colombiano. Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas (UDCA), Santafé de Bogotá, Colombia. Pasturas Tropicales, Vol. 22, No. 1. Pp 19-25. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/PAST2214.pdf
- Hare, D. M., Pizarro, A. E., Phengphet, S., Songsiri, T. y Sutin, N. (Mayo, 2015). Evaluation of new hybrid *Brachiaria* lines in Thailand. 1. Forage production and quality. Universidad de Ubon Ratchathani, Tailandia. Forrajes Tropicales, Volumen 3. Pp. 83-93. Disponible en: <http://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/viewFile/263/165>
- Hodgson, J. (1994). Manejos de pastos teoría y práctica. Londres, Diana. P. 226.
- Holmes, W. (1982). Grazing management, British Grassland Society. Great Britain. ed. Grass: its production and utilization. p. 459.
- Hunt, L. A. (1990). Some implications of death and decay in pasture production. The Journal of the British Grassland Society, 20: pp. 27-31.
- Jiménez, A. (1989). La producción de forraje en México. Cd. México: FIRA y UACH. P. 12. Disponible en: http://zootecnia.chapingo.mx/assets/4_10.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.
- Lara, C. M. E. (Septiembre, 2005). Evaluación de adaptación y producción de biomasa de nueve gramíneas forrajeras mejoradas en Sabana, La libertad, Petén.. Tesis Profesional, Santa Elena, Flores, Petén. Pp. 31-48. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/26/26_0036.pdf
- Luna, R. J. (2017). Potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo Oaxaca. D1. Tesis profesional. Pp.9
- McIlroy, R. (1993). Introducción al cultivo de pastos tropicales. 2 ed. Limusa, ME. Pp. 73-130.
- Méndez, M. H. A. (Marzo, 2011). Fertilización foliar como un mecanismo de la disminución de la dosis de fertilización en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis Profesional, Universidad Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis profesional. Pp. 37-

39. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5412/T19152%20MENDEZ%20MENDEZ,%20HUGO%20ANDULIO%20TESIS.pdf?sequence=1>

- Méndez, M. H. A. (Marzo, 2011). Fertilización foliar como un mecanismo de la disminución de la dosis de fertilización en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis Profesional, Universidad Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis profesional. Pp. 37-39. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5412/T19152%20MENDEZ%20MENDEZ,%20HUGO%20ANDULIO%20TESIS.pdf?sequence=1>
- 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. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5276/1/victormanuelnavajasmartinez.2011.pdf>
- Ocampo, E. A. y German, A. S. (2016). Efecto de la densidad de población en el comportamiento agronómico de 7 gramíneas forrajeras del género *Bachiaria* En San Pedro Comitancillo, Oaxaca. Tesis Profesional, Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oaxaca. Tesis Profesional Pp. 5-15.
- Palacios, H. E. (2011). Introducción del pasto Mulato II (*Brachiaria* híbrido Ciat 36087) a la región San Martín, Perú. (AERAM). p. 3. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/produccion/y/manejo/pasturas/pasturas_cultivadas_megatermic/168-Mulato_II.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. Recuperado de: http://www.produccion.animal.com.ar/produccion/y/manejopasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso_microondas_ms.pdf.
- 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. Disponible en: <http://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/Determinacion%20de%20MS%20en%20%20variedades%20de%20Pasto%20Taiwan.pdf>.
- Pizarro, A. E., Hare, D. M., Mutimura, M. y Changjun, B. (2013). *Brachiaria* hybrids: potential, forage use and seed yield. CIAT, Cali, Colombia. Forrajes tropicales volumen 1. Pp. 31-35. Disponible en: <http://tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/34/>
- 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 ovinillo (*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. [Fecha de consulta: 3 de febrero de 2017] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265643100008>
- Rincón, C. A., Ligarreto, M. G. A., y Garay, E. (Mayo, 2008). Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. *amargo* y *Brachiaria brizantha* cv. *Toledo*,

- sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 61(1). Pp. 4336-4346. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a10v61n1.pdf>
- Ruiz, Martínez I., Jiménez, Toledo M., Rasgado, Cabrera V. E. y Solórzano, Jiménez L. A. (2013). Evaluación de la productividad de 7 especies de gramíneas forrajeras de hábito de crecimiento amacollado. Tesis Profesional para Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico de Comitancillo. San Pedro Comitancillo, Oaxaca.
- Sánchez. A. J. (2017). Potencial productivo de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en San Pedro Comitancillo Oaxaca. D2. Tesis profesional. Pp.10
- Santos, R. M. E., Miranda, D. F. D., Mesquita, G. V., Machado, P. R., López, A. R. y Da Silva, S. P. (Enero-Marzo, 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. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/asas/v35n1/a11v35n1.pdf>
- Sosa, R. E. E.; Cabrera, T. E.; Perez, R. D. Y Ortega, R. L. (2008). "Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo." Téc. Pec. Méx. 46(004):413-426.
- Suchini M. R. E. (Noviembre, 2015). Establecimiento y evaluación de parámetros productivos y agronómicos del pasto Cobra (*Brachiaria* híbrido CV. CIAT BR02/1794) bajo condiciones del trópico seco. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Pp.3-12. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4635/1/CPA-2015-085.pdf>
- Velásquez, J. E. y Muñoz, R. J. (2006). Producción de forraje de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II solo y asociado con *Arachis pintoii* en suelos de terraza y mesón con en el Piedemonte amazónico colombiano. Municipio de Florencia Caquetá, Colombia. Nota de investigación vol. 28 rev. 2. Pp 26-29. Disponible en: http://www.Tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/2006-vol28-rev1-2-3/Vol_28_rev2_06_pags_26-29.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Resumen de ANAVA para altura día 7

FV	GL	SC	CM	FV	PR > F
BLOQUES	1	266.41	266.41	16.98	<.0001
ESPECIES	6	712.46	118.74	7.57	<.0001
ERRO A	6	107.43	17.9	1.14	0.3428
FRECUENCIA	3	195.54	65.18	4.15	0.0077
ESPECIE x FRECUENCIA	18	332.35	18.46	1.18	0.2912
ERROR B	21	798.02	38	2.42	0.0015
CORTES	5	3202.47	640.49	40.82	<.0001
CORTE x ESPECIE	30	347.66	11.58	0.74	0.8302
CORTE x FRECUENCIA	12	1307.55	108.96	6.94	<.0001
CORTE x ESPECIE x FRECUENCIA	72	751.67	10.43	0.67	0.9692
ERROR C	119	1867.12	15.69		
TOTAL	293	10125.51			
	$R^2:0.815602$	$CV:19.23187$	$\bar{X}:20.59639$		

Anexo 2. Resumen de ANAVA para altura a cosecha.

FV	GL	SC	CM	FV	PR>F
BLOQUES	1	6.73	6.73	1.8	0.1824
ESPECIES	6	255.27	42.54	11.36	<.0001
ERRO A	6	48.72	8.12	2.17	0.0507
FRECUENCIA	3	20.53	6.84	1.83	0.1457
ESPECIE x FRECUENCIA	18	126.87	7.04	1.88	0.0235
ERROR B	21	123.65	5.88	1.57	0.0674
CORTES	5	151.53	30.3	8.09	<.0001
CORTES x ESPECIE	30	151.38	5.04	1.35	0.1321
CORTES x FRECUENCIA	12	453.66	37.8	10.1	<.0001
CORTES x ESPECIE x FRECUENCIA	72	356.53	4.95	1.32	0.0883
ERROR C	119	445.54	3.74		
TOTAL	293	2139.48			
	$R^2: 0.791752$	CV:14.6204	$\bar{X}:13.23463$		

Anexo 3. Resumen de ANAVA para diámetro de macollo.

FV	GL	SC	CM	FV	PR>F
BLOQUES	1	352.92	352.92	39.88	<.0001
ESPECIES	6	343.48	57.24	6.47	<.0001
ERRO A	6	170.67	28.44	3.21	0.0058
FRECUENCIA	3	14.25	4.75	0.54	0.658
ESPECIE x FRECUENCIA	18	397.72	22.09	2.5	0.0017
ERROR B	21	289.99	13.8	1.56	0.0708
CORTES	5	181.67	36.33	4.11	0.0018
CORTES x ESPECIE	30	190.05	6.33	0.72	0.8545
CORTES x FRECUENCIA	12	159.49	13.29	1.5	0.1327
CORTES x ESPECIE x FRECUENCIA	72	631.57	8.77	0.99	0.5098
ERROR C	119	1053.17	8.85		
TOTAL	293	3831.26			
	$R^2:0.725111$	CV:16.58495	$\bar{X}: 17.93752$		

Anexo 4. Resumen de ANAVA para relación hoja/tallo.

FV	GL	SC	CM	FV	PR>F
BLOQUES	1	0	0	0.19	0.66
ESPECIES	6	2.76	0.46	10.75	<.0001
ERRO A	6	0.18	0.03	0.7	0.6499
FRECUENCIA	3	0.19	0.06	1.49	0.2202
ESPECIES x FRECUENCIA	18	0.83	0.04	1.09	0.3743
ERROR B	21	1	0.04	1.11	0.3461
CORTES	5	1.23	0.24	5.75	<.0001
CORTES x ESPECIE	30	1.84	0.06	1.43	0.0903
CORTES x FRECUENCIA	12	1.13	0.09	2.2	0.0158
CORTES x ESPECIE x FRECUENCIA	72	2.83	0.03	0.92	0.6534
ERROR C	119	5.1	0.04		
TOTAL	293	17.22			
	$R^2:0.703381$	CV:14.74727	$\bar{X}:1.404966$		

Anexo 5. Resumen de ANAVA para interceptación solar.

FV	GL	SC	CM	FV	PR>F
BLOQUES	1	10.66	10.66	0.52	0.474
ESPECIES	6	1836.1	306.01	14.81	<.0001
ERRO A	6	75.55	12.59	0.61	0.7225
FRECUENCIA	3	2247.07	749.02	36.24	<.0001
ESPECIES x FRECUENCIA	18	708.45	39.35	1.9	0.0215
ERROR B	21	270.97	12.9	0.62	0.8937
CORTES	5	11700.61	2340.12	113.22	<.0001
CORTES x ESPECIE	30	1462.18	48.73	2.36	0.0006
CORTES x FRECUENCIA	12	14015.77	1167.98	56.51	<.0001
CORTES x ESPECIE x FRECUENCIA	72	2697.4	37.46	1.81	0.002
ERROR C	119	2459.66	20.66		
TOTAL	293	37171.67			
	R^2 :0.93383	CV:11.3629	\bar{X} :40.01065		

Anexo 6. Resumen ANAVA para rendimiento de forraje verde.

FV	GL	SC	CM	FV	PR > F
BLOQUES	1	2299.76837	2299.76837	12.85	0.0005
ESPECIE	6	3535.74484	589.29081	3.29	0.0049
ERRO A	6	1953.53139	325.58856	1.82	0.1010
FRECUENCIA	3	1108.36293	369.45431	2.06	0.1087
ESPECIE x FRECUENCIA	18	3488.66399	193.81467	1.08	0.3777
ERROR B	21	11530.3063	549.0622	3.07	<.0001
CORTES	5	96914.139	19382.8278	108.28	<.0001
CORTES x ESPECIE	30	4335.00421	144.50014	0.81	0.7468
CORTES x FRECUENCIA	12	6729.83537	560.81961	3.13	0.0007
CORTES x ESPECIE x FRECUENCIA	72	7049.90431	97.91534	0.55	0.997
ERROR C	119	21301.5622	179.0047		
TOTAL	293	160414.604			
	$R^2: 0.867209$	$CV: 39.31169$	$\bar{X}: 34.03381$		

Anexo 7. Resumen ANAVA para rendimiento de materia seca.

FV	GL	SC	CM	FV	PR > F
BLOQUES	1	89.22827	89.22827	3.51	0.0634
ESPECIES	6	286.1352	47.68920	1.88	0.0904
ERRO A	6	148.71441	2478573	0.98	0.4452
FRECUENCIA	3	191.48053	63.82684	2.51	0.0620
ESPECIES x FRECUENCIAS	18	578.06519	32.114773	1.26	0.2244
ERROR B	21	1220.7781	58.13229	2.29	0.0028
CORTES	5	10956.7322	2191.34645	86.21	<.0001
CORTES x ESPECIES	30	544.41104	18.14703	0.17	0.8565
CORTE x FRECUENCIA	12	1462.78626	121.89885	4.80	<.0001
CORTES x ESPECIE x FRECUENCIA	72	911.09214	12.65406	0.5	0.9992
ERROR C	119	3024.70287	265.41767		
TOTAL	293	19517.2811			
	$R^2:0.845024$	$CV:53.47589$	$\bar{X}:9.427789$		