



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MÉXICO**

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**INTRODUCCIÓN DE GENOTIPOS FORRAJEROS EN
EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO: ANÁLISIS DE
CRECIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR
NUTRITIVO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
CIENCIAS**

AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA

JOSÉ MANUEL CASTRO SALAS

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México
Julio de 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**INTRODUCCIÓN DE GENOTIPOS FORRAJEROS EN EL
SUR DEL ESTADO DE MÉXICO: ANÁLISIS DE
CRECIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR
NUTRITIVO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
CIENCIAS**

AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA

JOSÉ MANUEL CASTRO SALAS

TUTOR ACADÉMICO

DRA. FRANCISCA AVILÉS NOVA

TUTORES ADJUNTOS

DR. OMAR RAMÍREZ REYNOSO

DR. ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS

*Por y para Abby, Domitche, Jairo, Yuyu, Sele, Wrik y mi inseparable compañera de vida
Clau*

Con especial agradecimiento

A mi tutora académica Dra Francisca Avilés Nova, por su excelente ejemplo, orientación, enseñanza, paciencia, apoyo total para mi formación y por su valiosa amistad.

A mis tutores adjuntos, Dr. Omar Ramírez Reynoso y Dr. Anastacio Martínez García, por su importante participación, revisión y sugerencias para mejorar este documento.

Al Dr. Sila Carneiro da Silva, por su desmedido apoyo, orientación, enseñanzas y amistad brindada durante mi estancia académica en la ESALQ de la USP, Brasil

A la C. Claudia Carreón Corral por su valioso apoyo técnico en la toma de datos y colecta de muestras en mi trabajo de investigación

A la Universidad Autónoma de Guerrero, por autorizar el convenio de superación académica que permitió realizar mis estudios de doctorado

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México por aceptarme como estudiante y permitir mi

formación como Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (DCARN).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico para realizar el doctorado.

Contenido

Índice de figuras	vi
Índice de cuadros.....	viii
RESUMEN	xv
SUMMARY	xix
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	22
II. REVISION DE LITERATURA	26
2.1. Ecología de pastos.....	26
2.2. Características generales de los genotipos forrajeros evaluados	27
2.2.1. Insurgente	27
2.2.2. Mulato II	28
2.2.3. Mombaza	28
2.2.4. Tanzania.....	29
2.3. Manejo agronómico de gramíneas forrajeras	30
2.4. Frecuencia e intensidad de cosecha.....	31
2.4.1. Frecuencia de cosecha.....	31
2.4.2. Intensidad de cosecha.....	32
2.5. Factores ambientales que influyen en el rendimiento de las plantas forrajeras	33
2.5.1. Intercepción de luz.....	33
2.5.2. Temperatura	34
2.5.3. Humedad	34
2.6. Factores que influyen en el rebrote de las plantas forrajeras.....	36
2.6.1. Reservas de carbohidratos	36
2.6.3. Área foliar remanente.....	37
2.6.4. Respuesta de las plantas forrajeras al pastoreo	38
2.6.6. Manejo de pastoreo	40
2.7. Morfogénesis	41
2.7.1. Características Morfogénicas	42
2.7.1.1. Tasa de aparición de hojas	42
2.7.1.3. Tasa de elongación de tallos	44

2.7.2. Características estructurales.....	45
2.7.2.1. Densidad de tallos.....	45
2.7.2.2. Relación hoja:tallo.....	46
2.8. Composición química.....	46
III. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.1. Justificación.....	47
3.2. Pregunta de investigación	48
3.3. Hipótesis.....	49
3.4. Objetivos.....	50
3.1 Objetivos específicos	50
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
4.1. Sitio experimental.....	51
4.2. Características climatológicas y edáficas	51
4.3. Introducción de genotipos forrajeros en las praderas.....	52
4.4. Manejo de Praderas	53
4.5. Medición de variables.....	53
4.5.1. Análisis de crecimiento.....	53
4.5.2. Recambio de tejido.....	55
4.5.2.1. Número de hojas por tallo, longitud de tallos, elongación y senescencia de hojas	55
4.5.3. Recambio de tallos.....	57
4.5.3.1. Aparición y muerte de tallos	57
4.5.3.2. Densidad poblacional, tasa de aparición, muerte y sobrevivencia de tallos e índice de estabilidad de población de tallos	58
4.5.3.3. Peso de tallo	59
4.5.4. Análisis químico de hojas.....	59
4.7 Análisis estadístico.....	60
V. RESULTADOS	62
CAPITULO I. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE <i>Brachiaria</i> híbrido cv Mulato II EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO.....	62
CAPITULO II. Artículo enviado. Carta de recepción en la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.	76
CAPITULO III. Pasto Mulato II (<i>Brachiaria</i> híbrido Mulato II)	103

3.1. Acumulación de forraje.....	103
3.1.1. Producción de hoja, tallo	103
3.1.2. Tasa de crecimiento y características estructurales.....	105
3.1.3. Relación hoja tallo y hoja no hoja	107
3.1.4. Altura	109
3.2. Dinámica de Tallos.....	110
3.2.1. Densidad de tallos	110
3.2.2. Tasa de aparición y muerte de tallos.....	111
3.2.3. Tasa de sobrevivencia e índice de población de tallos	111
3.3.1. Flujo de tejidos	114
3.3.2. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos.....	114
3.3.3. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar	116
3.3.4. Tasa de crecimiento neto foliar	116
3.4 Análisis químico	118
3.4.2. Proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida	118
3.4.3. Lignina ácida detergente.....	121
Capítulo IV. Artículo en proceso.	122
FLUJO DE TEJIDO Y RENDIMIENTO DE <i>Brachiaria brizantha</i> cv. INSURGENTE EN LAS ESTACIONES DEL AÑO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO	122
CAPITULO V. Pasto Insurgente (<i>Brachiaria brizantha</i> Hochst. Stapf.).....	140
5.1. Flujo de tejido.....	140
5.1.1. Tasa de aparición de hojas y tasa de elongación de tallos	140
5.1.2. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar	141
5.1.3. Tasa de crecimiento neto foliar	143
5.2 Análisis químico	144
5.2.1. Ceniza.....	144
5.2.2. Proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida	145
5.2.3. Lignina ácida detergente.....	145
CAPITULO VI Artículo en proceso	148
ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO MOMBAZA (<i>Panicum maximum</i>), EN LAS ESTACIONES DEL AÑO: RECAMBIO Y ESTABILIDAD DE LA POBLACIÓN DE TALLOS.....	148
CAPITULO VII. Pasto Mombaza (<i>Panicum máximo</i> cv Mombaza).....	162
7.1. Acumulación de forraje.....	162

7.1.1. Producción de hoja y tallo	162
7.1.2. Tasas de crecimiento y características estructurales.....	164
7.1.3. Relación hoja tallo y hoja no hoja	168
7.1.4. Altura	168
7.2.1. Flujo de tejidos	170
7.2.2. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos	170
7.2.3. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar	172
7.2.4. Tasa de crecimiento neto foliar	174
7.3 Análisis químico	175
7.3.1. Ceniza.....	175
7.3.2. Proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida	176
7.3.3. Lignina ácido detergente	178
CAPITULO VIII. Pasto Tanzania (<i>Panicum máximum</i> cv Tanzania)	180
8.1. Acumulación de forraje.....	180
8.1.1. Producción de hoja, tallo	180
8.1.2. Tasas de crecimiento y características estructurales.....	182
8.1.3. Relación hoja tallo y hoja no hoja	184
8.1.4. Altura	186
8.2. Dinámica de Tallos.....	187
8.2.1. Densidad de tallos	187
8.2.2. Tasa de aparición y muerte de tallos	187
8.2.3. Tasa de sobrevivencia e índice de población de tallos	190
8.3.1. Flujo de tejidos	191
8.3.2. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos	191
8.3.3. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar	191
8.3.4. Tasa de crecimiento neto foliar	194
8.4 Análisis químico	195
8.4 1. Ceniza.....	195
8.4 2. Proteína cruda, la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida	196
8.4.3. Lignina ácida detergente.....	198
VI. DISCUSIÓN GENERAL	200
VII. CONCLUSIÓN GENERAL	203
VIII. REFERENCIAS	206

Índice de figuras

IV. MATERIALES Y METODOS

Figura 1. Precipitación, temperatura máxima, media y mínima de marzo del 2012 a febrero del 2013 50

CAPÍTULO I ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE *Brachiaria híbrido cv Mulato II* EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO.

Figura 1. . Tasa de crecimiento (TC) y aporte de los componentes morfológicos del pasto Mulato II al rendimiento total del forraje a ocho edades de rebrote en dos épocas del año 73

CAPITULO II. DINÁMICA DE TALLOS DEL PASTO INSURGENTE (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) DEFOLIADOS A OCHO EDADES DE REBROTE EN LAS ESTACIONES DEL AÑO.

Figura 1. Precipitación, temperatura máxima, media y mínima durante el período experimental en las estaciones del año (abril del 2012 a marzo del 2013). 83

Figura 2. Índice de estabilidad poblacional de tallos (IE) del pasto Insurgente defoliado a ocho edades de rebrote durante primavera (a), verano (b), otoño (c) e invierno (d). 96

CAPÍTULO IV. FLUJO DE TEJIDO Y RENDIMIENTO DE *Brachiaria brizantha* cv INSURGENTE EN LAS ESTACIONES DEL AÑO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.

- Figura 1.** Precipitación, temperatura máxima, media y mínima durante el período experimental en las estaciones del año (abril del 2012 a marzo del 2013). 128
- Figura 2.** Comportamiento de componentes morfológicos del pasto insurgente a ocho edades de rebrote, durante las estaciones del año. 131
- Figura 3.** Tasa de acumulación de hoja y tallo del pasto insurgente a ocho edades de rebrote, durante las estaciones del año. 136

Índice de cuadros

CAPÍTULO I ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE *Brachiaria híbrido cv Mulato II* EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO.

Cuadro 1.	Precipitación mensual, humedad relativa, temperatura máxima y mínimas registradas durante el período experimental.	68
Cuadro 2.	Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto mulato II, cosechado a diferentes edades de rebrote, en lluvias y secas.	70
Cuadro 3	Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote, en dos épocas del año	71
Cuadro 4	Tasa de crecimiento neto foliar de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote, en dos épocas del año.	73

CAPÍTULO II. DINÁMICA DE TALLOS DEL PASTO INSURGENTE (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) DEFOLIADOS A OCHO EDADES DE REBROTE EN LAS ESTACIONES DEL AÑO.

Cuadro.1.	Densidad poblacional de tallos (DPT) del pasto Insurgente, defoliado a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	86
Cuadro 2.	Tasa de aparición de tallos (TAT) del pasto insurgente defoliado a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	90
Cuadro 3.	Tasa de muerte de tallos (TMT) del pasto Insurgente defoliado a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	93

CAPÍTULO III. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO (*Brachiaria* híbrido MULATO II)

Cuadro. 1.	Aportación de hoja, tallo y total de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	104
Cuadro. 2.	Tasas de acumulación de hoja, tallo y crecimiento de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	106
Cuadro. 3.	Relación hoja-tallo y relación hoja no hoja de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	108
Cuadro 4.	Altura de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	109
Cuadro.5.	Densidad poblacional de tallos (DPT) del pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	110
Cuadro 6.	Tasa de aparición y muerte de tallos del pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	112
Cuadro 7.	Tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de tallos del pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	113
Cuadro 8.	Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	115
Cuadro 9.	Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	117
Cuadro 10.	Tasa de crecimiento neto foliar de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	118
Cuadro 11	Ceniza de hojas de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	119
Cuadro 12	Contenido de Proteína cruda, Fibra detergente neutra y Fibra	

	detergente ácida de hojas de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	120
Cuadro 13	Contenido de lignina ácido detergente de las hojas de pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	121

CAPÍTULO IV. FLUJO DE TEJIDO Y RENDIMIENTO DE *Brachiaria brizantha* cv INSURGENTE EN LAS ESTACIONES DEL AÑO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO.

Cuadro. 1	Aportación de hoja, tallo y total de pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	132
Cuadro. 2	Tasas de acumulación de hoja, tallo y crecimiento de pasto insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	135
Cuadro. 3	Relación hoja-tallo y relación hoja no hoja de pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	137
Cuadro 4	Altura de pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	138

CAPÍTULO V. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA Pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.)

Cuadro 1	Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	141
Cuadro 2	Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	142

Cuadro 3	Tasa de crecimiento neto foliar de pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	143
Cuadro 4.	Ceniza de las hojas del pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	144
Cuadro 5	Contenido de proteína, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida de las hojas del pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	146
Cuadro 6	Contenido de lignina ácido detergente de las hojas del pasto Insurgente a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	147

CAPÍTULO VI ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO MOMBAZA (*Panicum máximum*), EN LAS ÉPOCAS DEL AÑO: RECAMBIO Y ESTABILIDAD.

Cuadro 1	Precipitación, humedad relativa, temperatura máxima, media y mínima durante el período experimental en las estaciones del año (abril del 2012 a marzo del 2013).	154
Cuadro. 2	Densidad de tallos del pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	156
Cuadro. 3	Tasa de aparición y muerte de tallos del pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	158
Cuadro. 4	Tasa de sobrevivencia (tallos ¹⁰⁰ tallos ⁻¹ semana ⁻¹) e índice de estabilidad de población de tallos del pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	159

CAPÍTULO VII. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y

COMPOSICIÓN QUÍMICA Pasto *Panicum máximum* cv Mombaza

Cuadro. 1	Aportación de hoja y tallo de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	163
Cuadro. 2	Aportación total de componentes morfológicos de pasto mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	164
Cuadro. 3	Tasa de acumulación de hoja, de acumulación de tallo y de crecimiento del pasto mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	166
Cuadro. 4	Aportación total de componentes morfológicos de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	167
Cuadro. 5	Relación hoja-tallo y relación hoja no hoja de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	169
Cuadro 6	Altura de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	170
Cuadro 7	Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	171
Cuadro 8	Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones	

	del año.	173
Cuadro 9	Tasa de crecimiento neto foliar de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	175
Cuadro 10	Ceniza de las hojas del pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año	176
Cuadro11	Contenido de Proteína cruda, Fibra detergente neutra y Fibra detergente ácida de las hojas del pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	177
Cuadro12	Contenido de Lignina ácido detergente de las hojas del pasto Mombaza a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	179

CAPÍTULO VIII. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA del Pasto *Panicum máximum* cv Tanzania

Cuadro 1	Aportación de hoja, tallo y total del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	181
Cuadro 2	Tasas de acumulación de hoja, tallo y crecimiento del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	183
Cuadro 3	Relación hoja-tallo y relación hoja no hoja del pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	185
Cuadro 4	Altura del pasto Tanzania en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	186

Cuadro.5	Densidad poblacional de tallos del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año (tallos/m ²).	188
Cuadro 6	Tasa de aparición y muerte de tallos del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año	189
Cuadro 7	Tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de tallos del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	190
Cuadro 8	Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	192
Cuadro 9	Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	193
Cuadro 10	Tasa de crecimiento neto foliar del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.	194
Cuadro 11	Ceniza de hojas del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	196
Cuadro 12	Contenido de Proteína cruda, Fibra detergente neutra y Fibra detergente ácida de hojas del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.	197
Cuadro 13	Lignina ácido detergente de las hojas del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año	199

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el análisis de crecimiento y composición química de genotipos de gramíneas forrajeras introducidas (*Brachiaria brizantha* cv. Insurgente, *Brachiaria* híbrido Mulato II, *Panicum máximum* cv. Tanzania y Mombaza), durante ocho edades de rebrote en primavera, verano, otoño e invierno en el Municipio de Zacazonapan Estado de México. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de forraje (kg MS ha^{-1}), producción de componentes morfológicos (HOJA Y TALLO), relación hoja tallo (H:T) altura (ALT), tasa de aparición de hojas (TAH), tasa de elongación de tallos (TET), tasa de elongación de hojas (TEH), tasa de senescencia foliar (TSF), densidad poblacional de tallos (DPT), tasa de aparición de tallos (TAT), tasa de muerte de tallos (TMT), tasa de sobrevivencia de tallos (TST) e índice de estabilidad de tallos (IET), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo bifactorial (Factor 1: estaciones del año, Factor 2: edades de rebrote). Los datos se analizaron con el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS[®] versión 9.2 para Windows[®]. La comparación de medias se realizó con la prueba de “t” de “Student” ($P < 0.05$).

El genotipo *B. brizantha*, presentó en la estación de verano valores mayores en las variables; rendimiento total ($2249.16 \text{ kg MS ha}^{-1}$) ($P < .0001$), producción de componentes morfológicos (HOJA; $1751.9 \text{ kg MS ha}^{-1}$, TALLO; $497.26 \text{ kg MS ha}^{-1}$) ($P < .0001$), ALT (36.66 cm) ($P < 0.0001$), TEH y TSF (22.32 y $8.18 \text{ mm tallo}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

($P < 0.0001$). Así mismo, en otoño presentó mayor relación H:T (15.06)($P < 0.0001$) y contenido de PC (163.86 g kg⁻¹ de MS) ($P < 0.0001$). En verano y otoño presentó mayor DPT (928.1 Tallos m⁻²) ($P < 0.0001$) y mayor TAT (13.83 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹) ($P < 0.0001$). Las ER de las variables de estudio presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) en las estaciones del año.

El genotipo de *Brachiaria* híbrido Mulato II, presentó en la estación de verano valores mayores en las variables; rendimiento total (2197.64 kg MS ha⁻¹) ($P = 0.0001$), producción de componentes morfológicos (HOJA; 1795.6 kg MS ha⁻¹, TALLO; 2.39, kg MS ha⁻¹) ($P < 0.0001$), ALT (37.04 cm)($P < 0.0001$), TAH (0.139 hojas día⁻¹)($P < 0.0001$), TEH (18.0 mm tallo⁻¹ día⁻¹) ($P < 0.0001$) y TET (0.747 mm tallo⁻¹ día⁻¹) ($P < 0.0001$). En otoño presentó mayor TMT (5.02 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹). En verano y otoño presentó mayor DPT (1124 tallos m⁻²) y TAT (10.16 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹), además en otoño presentó mayor contenido de PC (168.85 g kg⁻¹ de MS). Las ER de las variables de estudio presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) en las estaciones del año.

El genotipo *P. maximum* cv. Mombaza, presentó en la estación de verano valores mayores en las variables: rendimiento total (2340.8 kg MS ha⁻¹)($P < 0.0001$), producción de componentes morfológicos (HOJA 1935.2 kg MS ha⁻¹, TALLO 405.59 kg MS ha⁻¹) ($P < 0.0001$), ALT (81.32 cm), TAH (0.11 hojas día⁻¹)($P < 0.0001$), TEH (44.44 mm tallo⁻¹ día⁻¹) ($P < 0.0001$), TSF (11.35 mm tallo⁻¹ día⁻¹) y DPT con 527 tallos m⁻² ($P < 0.0001$). En primavera presentó mayor TET (1.9 mm tallo⁻¹ día⁻¹) y en otoño presentó la mayor TAT y TMT con 14.17 y 8.38 (tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹)

($P < .0001$) y mayor contenido de PC (146.58 g kg^{-1} de MS) ($P < .0001$). La DPT y TMT no presentaron diferencias significativas ($P > .05$) en las ER de verano y otoño.

El genotipo *P. maximum* cv. Tanzania, presentó en las estaciones de verano y otoño valores mayores en las variables; rendimiento total ($2357.9 \text{ kg MS ha}^{-1}$) ($P < .0001$), TMT ($5.9 \text{ tallos } 100 \text{ tallos}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) ($P < .0001$) y TAH ($0.120 \text{ hojas día}^{-1}$) ($P < .0001$). En verano presentó mayor producción de componentes morfológicos (HOJA ($1826.08 \text{ kg MS ha}^{-1}$), TALLO ($812.53 \text{ kg MS ha}^{-1}$) ($P < .0001$), ALT (78.05 cm) ($P < .0001$), TEH ($53.18 \text{ mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}$) ($P < .0001$) y TST ($13.21 \text{ mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}$) ($P < .0001$). En primavera presentó mayor relación H:T (12.4) ($P < .0001$) y DPT ($150.87 \text{ tallos m}^{-2}$) ($P < .0001$). En otoño presentó mayor TAT ($21.4 \text{ tallos } 100 \text{ tallos}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) ($P < .0001$) y mayor contenido de PC (149.95 g kg^{-1} de MS) ($P < .0001$). La variable DPT no presentó diferencias significativas ($P = 0.5014$) en las ER de primavera y verano.

Los genotipos forrajeros introducidos presentaron mejor dinámica de crecimiento en las estaciones de verano y otoño en ambas edades de rebrote, determinada principalmente por las condiciones ambientales favorables de temperatura y precipitación, presentando mejor respuesta en las variables rendimiento de materia seca, relación hoja tallo, producción de componentes morfológicos, tasas de aparición de hoja y tallo y mejor contenido de proteína cruda.

Palabras claves: Genotipos forrajeros, Brachiaria, Panicum, densidad de tallos componentes morfológicos.

SUMMARY

The aim of the study was to evaluate the growth analysis and chemical composition of genotypes of introduced forage grasses (*Brachiaria brizantha* cv. Insurgent, *Brachiaria* hybrid Mulato II, *Panicum maximum* cv. Tanzania and Mombaza) for eight ages of regrowth (AR: 7,14,21,28,35,42,49 and 56 days) in spring, summer, autumn and winter in the municipality of State of Mexico Zacazonapan. The variables evaluated were: forage yield (kg DM ha⁻¹), production of morphological components (leaf, stem), leaf stem ratio (L:S) height (H), rate of leaf appearance (RLA), rate stem elongation (RSE), rate leaf elongation (RLE), rate of leaf senescence (RLS), population density of stems (PDS), rate of tillering appearance (RTA), death rate of stems (DRS) rate of stems survival (RSS) and stability index stems (SIS), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). Complete block design was used bivariate random arrangement (Factor 1: seasons, Factor 2: age of regrowth). Data were analyzed with the PROC MIXED procedure of SAS ® version 9.2 for Windows ®. Comparison of means was performed with the test "t" of "Student" (P<0.05).

The genotype *B. brizantha*, presented in the summer season higher values in the variables; total yield (2249.16 kg DM ha⁻¹) (P<.0001), production of morphological components (Leaf; 1751.9 kg DM ha⁻¹, Stem, 497.26, kg DM ha⁻¹) (P<.0001), H (36.66 cm) (P <0.0001), RLE and RLS (22.32 and 8.18 mm stem⁻¹ d⁻¹) (P<.0001). Also in autumn had higher Leaf: Stem (15.06) (P<0.0001) and CP content (163.86 g kg⁻¹ DM) (P<0.0001). In summer and autumn had higher PDS (928.1 stems m⁻²)

($P < .0001$) and higher RTA ($13.83 \text{ stems } 100 \text{ stems}^{-1} \text{ week}^{-1}$) ($P < .0001$). The AR of the study variables were significantly different ($P < .0001$) in the seasons.

The genotype *Brachiaria* hybrid Mulato II, in the summer season higher values in the variables; total yield ($2197.64 \text{ kg DM ha}^{-1}$) ($P = 0.0001$), production of morphological components (Leaf; $1795.6 \text{ kg DM ha}^{-1}$, Stem; $2.39 \text{ kg DM ha}^{-1}$) ($P < 0.0001$), H (37.04 cm) ($P < .0001$), RLA ($0.139 \text{ leaves day}^{-1}$) ($P < .0001$), RLE ($18.0 \text{ mm stem}^{-1} \text{ day}^{-1}$) ($P < .0001$) and RSE ($0.747 \text{ mm day}^{-1} \text{ stem}^{-1}$) ($P < .0001$). In autumn had higher DRS ($5.02 \text{ stems } 100 \text{ stems}^{-1} \text{ week}^{-1}$). In summer and autumn had higher PDS ($1124 \text{ stems m}^{-2}$) and RTA ($10.16 \text{ stems } 100 \text{ stems}^{-1} \text{ week}^{-1}$), also in autumn showed higher CP content ($168.85 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$). The AR of the study variables were significantly different ($P < .0001$) in the seasons.

The genotype *P. maximum* cv. Mombaza, presented at the summer station higher values in the variables: total yield ($2340.8 \text{ kg DM ha}^{-1}$) ($P < .0001$), production of morphological components (Leaf DM $1935.2 \text{ kg ha}^{-1}$, Stem $405.59 \text{ kg DM ha}^{-1}$) ($P < .0001$), H (81.32 cm), RLA ($0.11 \text{ leaves day}^{-1}$) ($P < .0001$), RLS ($11.35 \text{ mm stem}^{-1} \text{ day}^{-1}$) and PDS with 527 stems m^{-2} ($P < .0001$). In the spring showed higher RSE ($1.9 \text{ mm stem}^{-1} \text{ day}^{-1}$) and autumn had the highest RTA, and DRS with 14.17 and 8.38 ($\text{stems } 100 \text{ stems}^{-1} \text{ week}^{-1}$) ($P < .0001$) and higher content of CP ($146.58 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) ($P < .0001$). The PDS and RSD were not significantly different ($P > .05$) in the summer and autumn ages of regrowth.

The genotype *P. maximum* cv. Tanzania, presented in the summer and fall seasons higher values in the variables; total yield (2357.9 kg DM ha⁻¹ (P<.0001), RSD (5.9 stems 100 stems⁻¹ week⁻¹) (P<.0001) and RAL (0.120 leaves day⁻¹) (P<.0001). In summer showed higher production of morphological components Leaf (1826.08 kg DM ha⁻¹, Stem (812.53 kg DM ha⁻¹) (P<.0001), H(78.05 cm) (P<.0001). The spring showed higher L:S (12.4) (P<.0001) and PDS (150.87 stems m⁻²) (P<.0001). In autumn showed higher RTA in (21.4 stems 100 stems⁻¹ week⁻¹) (P<.0001) and higher CP content (149.95 g kg⁻¹ DM) (P<.0001). The PDS variable did not differ significantly (P= 0.5014). AR in the spring and summer.

Forage genotypes introduced showed better growth dynamics in the summer and fall seasons in both ages of regrowth, determined primarily by favorable environmental conditions of temperature and precipitation, presenting best response variable dry matter yield, leaf: stem ratio, production morphological components, rates of occurrence of leaf and stem and better crude protein content.

Keywords: forage genotypes, *Brachiaria*, *Panicum*, density of stems, morphological components

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La introducción de genotipos forrajeros con potencial productivo, persistencia y calidad nutritiva, que se adapten a suelos de baja fertilidad son una alternativa para el mejoramiento de la calidad de las pasturas tropicales y en consecuencia de la producción (Ramírez, 2009).

La producción animal en los trópicos basa su alimentación en el uso de gramíneas forrajeras, caracterizadas principalmente por un manejo inadecuado en su uso (Alonso, 2009). Sin embargo, existen factores que limitan el manejo adecuado de los forrajes y la producción animal en la relación suelo-planta-animal.

El tiempo óptimo de cosecha de las plantas forrajeras es un factor determinante en la producción de la materia seca, composición estructural (Hoja, Tallo) y en el valor nutricional de los forrajes. La producción de los forrajes es influenciada principalmente por la variación de los factores ambientales precipitación y temperatura en las estaciones del año.

El uso de forrajes constituye una fuente económica, disponible para la alimentación de rumiantes, particularmente en el trópico de América Latina. La expansión de la frontera agrícola, en los países tropicales ha llegado al límite y el crecimiento actual de la actividad agropecuaria depende en alto grado de la intensificación y tecnificación de las tierras en uso (Lascano *et al.*, 2002).

Los pastos son la fuente principal de alimentos para los rumiantes, principalmente en la región tropical, esto debido al elevado número de especies que pueden ser utilizadas y a la capacidad de utilizar alimentos fibrosos por los rumiantes. Sin embargo, es importante crear estrategias de planeación para la producción y utilización de los forrajes durante las estaciones del año (Ramírez, 2009). Por lo que es importante conocer la disponibilidad de materia seca de acuerdo a la tasa de crecimiento del pasto, composición química y valor nutricional, para ajustar la carga animal durante el año (Alonso *et al.*, 2007).

La introducción de especies y variedades de pastos tropicales, con alta producción de biomasa, capacidad de rebrote, buena relación hoja tallo, resistentes a la sequía, alta persistencia, tolerancia al pisoteo y valor nutritivo, puede contribuir al desarrollo tecnológico de los sistemas de producción animal mejorando los costos de producción al disminuir los insumos externos (Peralta *et al.*, 2007). Bajo este enfoque productivo, la dinámica estacional del crecimiento de las praderas constituye el proceso primario a partir del cual es posible organizar las estrategias de pastoreo y mejorar la nutrición del ganado (Agnusdei *et al.*, 2001).

Las investigaciones en cada genotipo forrajero deben realizarse dentro de un contexto multidisciplinario donde las respuestas en cada componente de cada universo, sean analizadas de manera sistémica e integrada (Sbrissia, 2004).

El rendimiento del forraje (kg MS/ha/año), la acumulación de biomasa (hoja:tallo) y la pérdida de tejido maduro (senescencia y descomposición), están determinados genéticamente, pero son también influenciados por las condiciones ambientales y de manejo, por lo que es importante conocer las interrelaciones entre las prácticas de manejo de la defoliación (frecuencia e intensidad de defoliación) y la respuesta de las plantas (crecimiento, acumulación de forraje, composición química y valor nutricional) (Ramírez *et al.*, 2009).

Los procesos fundamentales en cualquier sistema que involucra producción de alimento, son básicamente la utilización de la energía solar y el suministro de nutrientes a partir del suelo. El patrón característico de la producción de materia seca de los forrajes manejado intensivamente refleja el patrón anual de la radiación solar incidente, el equilibrio entre la fotosíntesis y las pérdidas por respiración, muerte de tejidos y la distribución variable de los asimilados por encima y abajo del nivel del suelo en la planta forrajera (Sbrissia y Da Silva 2001).

El manejo sostenible de los pastos tiene por objeto la explotación racional de los recursos existentes en los sistemas de pastoreo con el fin de optimizar la producción y la conservación del medio ambiente además de brindar bienestar animal y apoyar en la salud humana. El manejo del pastoreo es una de las principales estrategias para el logro de la producción animal sostenible, ya que toma en cuenta la explotación racional de los procesos de crecimiento, utilización y conversión del

forraje respetando los límites y las necesidades tanto de plantas como de animales (Giacomini, 2007).

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la dinámica de crecimiento y la composición química de los genotipos de gramíneas forrajeras introducidas de *Panicum* (Tanzania y Mombaza) y *Brachiaria* (Insurgente y Mulato híbrido II) a ocho edades de rebrote en las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno en el Municipio de Zacazonapan Estado de México

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Ecología de pastos

Las praderas constituyen un ecosistema complejo y dinámico donde la vegetación dominante está compuesta por especies herbáceas nativas o exóticas arraigadas en forma jerárquica. En el ecosistema ocurren una serie de interacciones (suelo- planta forrajera-animales) que lo tornan extremadamente particular. La naturaleza y el grado de interacción entre los componentes de ese ecosistema definen los límites de resistencia y flexibilidad de uso, para la planeación y definición de prácticas eficientes y sustentables de manejo (Sbrissia y Da Silva 2001; Da Silva *et al.*, 2008).

La comprensión de los límites y flexibilidad del ecosistema pradera requiere conocimientos acerca de las respuestas funcionales de las plantas y animales, la variación en condiciones del medio y en características de comunidad vegetal asociado con cualquier práctica de manejo; de esa manera la morfogénesis, la eco fisiología de las plantas forrajeras y la ecología de pastoreo constituyen el conocimiento relativo del funcionamiento del ecosistema pradera (Da Silva *et al.*, 2008).

En las praderas pastoreadas es común encontrar lugares con mayor frecuencia y/o intensidad de uso, debido a la selectividad por animales y a otros factores (excretas de animales y nutrientes en el suelo), originando diferentes estructura del horizonte del pasto, lo que ocasiona efectos importantes en la producción de estos ecosistemas, creando diversidad de microclimas que debido a la heterogeneidad del

pastoreo afecta la morfogénesis de forraje y la estructura del pastos (Santos *et al.*, 2010).

2.2. Características generales de los genotipos forrajeros evaluados

2.2.1. Insurgente

El forraje *Brachiaria brizantha* cv marandú (Insurgente), fue liberado en 1984 en Brasil por EMBRAPA (IRI 822; BRA – 000591); tuvo su origen en germoplasma introducido en la región de Ibirarema, Sao Paulo, Brasil, que provenía de la Estación de Investigación en Pasturas de Zimbabwe, en Marondela), la resistencia antibiótica al salivazo que posee, condujo a la rápida adopción de este cultivar en el trópico americano (Keller *et al.*, 1998). En México, durante la misma década de los años ochenta, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), inició la evaluación de cultivares del género *Brachiaria*, incluido el genotipo Insurgente (*B. brizantha* Hochst ex A. Richard Stapf.), en las que resultó sobresaliente en diversos ecosistemas del trópico mexicano por lo que fue liberado en la misma década (Mena *et al.*, 2007; Ramírez, 2009). En México la siembra de gramíneas con *Brachiarias*, particularmente con insurgente está en aumento, de 18,100 ha en 1990 aumentó para el 2003 a 2, 616,130 ha, lo que representa el 6.5 % del área permanente con pastos (Argel, 2006). Este genotipo es un forraje con potencial en zonas tropicales, por su productividad de biomasa, se ha evaluado su dinámica de crecimiento y respuesta productiva a variaciones en la severidad de

cosecha por pastoreo a diferentes asignaciones, información necesaria para el diseño de estrategias de explotación de esta especie (Hernández, 2002).

2.2.2. Mulato II

El cv. Mulato II (CIAT 36087), es un pasto mejorado genéticamente por el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) con sede en Colombia, a partir de cruces iniciados en 1989, con base en sus normas de clasificación de germoplasma el CIAT identificó un clon como la accesión *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 y en el año 2000 el grupo Papalotla adquirió la exclusividad de multiplicación y comercialización de este genotipo liberándolo en el año 2005 (Argel *et al.*, 2007). Una de las características más deseables del pasto Mulato II (*Brachiaria* híbrido CV Mulato II) es su tolerancia a periodos prolongados de sequía y su capacidad de rebrotar y producir forraje verde durante la sequía, se estima que entre 17 y 20% del forraje total producido por esta gramínea ocurre en el periodo seco, lo que depende grandemente de las características climáticas del sitio (Cruz, 2010).

2.2.3. Mombaza

El pasto Mombaza es una cultivar de la especie (*Panicum maximum* Jacq.), cuyo origen genético está en Tanzania, África. Fue introducido a América en 1967, y a Brasil en 1982, liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ), en Brasil, como un cultivar de alta producción de forraje y adaptabilidad en diversos ambientes tropicales. Fue introducido a México, como

alternativa para incrementar la productividad de las praderas tropicales; (Ramírez *et al.*, 2009a; Ramírez *et al.*, 2011).

2.2.4. Tanzania

El pasto Tanzania *Panicum máximo* también conocido como *Urochloa máxima* (Jacq.) R. Webster y *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs originario de África, está ampliamente distribuido en América tropical. Existen registros de que en México se puede encontrar en los estados de Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila; Estado de México, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Vibrans, 2009). Ha tenido amplia demanda por los ganaderos debido a sus altos rendimientos de materia seca, buena calidad nutritiva, excelente aceptación por el ganado y resistencia a la sequía (Joaquín *et al.*, 2001), y elevan la producción de forraje y la carga animal durante la primavera y el otoño. Estos forrajes constituyen una fuente importante de alimento para el ganado explotado en ranchos de doble propósito en el trópico seco de México (Juárez *et al.*, 2009).

2.3. Manejo agronómico de gramíneas forrajeras

Las plantas forrajeras de la familia Gramineae son organismos altamente especializados y de 7000 especies que incluye la familia solo 40 especies son cultivadas (Da Silva y Pedreira. 1997).

Las características de la pradera afectan la actividad fotosintética y dinámica de rebrote, por lo que tienen un impacto en la eficiencia general del sistema de manejo debido a su influencia en el consumo de forraje, valor nutritivo, eficiencia de pastoreo y en la productividad animal (Mena *et al.*, 2007).

En agronomía se le ha dado especial interés al estudio de la fotosíntesis, no solo fisiológicamente sino también en aspectos ecológicos (Da Silva y Pedreira. 1997).

La sustentabilidad y la productividad de los pastos tropicales pueden ser influenciados por una serie de factores, entre ellos la fertilidad del suelo y el manejo utilizado (Silva *et al.*, 2010).

Cuando los sistemas de producción animal son extensivos, la dotación anual de animales es altamente dependiente de la capacidad de carga de las pasturas en las épocas en que las mismas son menos productivas, lo que genera baja eficiencia en la utilización del forraje en los períodos climáticamente favorables y acumulaciones de material muerto que perjudican calidad y persistencia productiva de pasturas (Agnusdei *et al.*, 2001).

Actualmente la controversia en cuanto al establecimiento y la explotación de los pastizales, es la relacionada con los cambios que se producen en los índices

poblacionales del pasto como indicador de la persistencia, y que se relaciona principalmente con la capacidad que tenga el pasto base de cubrir el área y competir con otras especies (Machado, 2002; Olivera *et al.*, 2008).

2.4. Frecuencia e intensidad de cosecha

2.4.1. Frecuencia de cosecha

La frecuencia e intensidad de cosecha son los componentes de toda estrategia de manejo (corte o pastoreo), que puede favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por senescencia y descomposición del forraje, con ello se determina el rendimiento, calidad y persistencia de la pradera, debido a que el aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y en la digestibilidad de los pastos, además disminuye su valor nutritivo con el avance de la edad, cuya tasa de reducción es mayor en las gramíneas que en las leguminosas. (Cruz *et al.*, 2011; Rincón *et al.*, 2008).

El estudio de las características morfogénicas, proporcionan información detallada del crecimiento de las plantas, que al analizarse correctamente, ayudan a crear estrategias de manejo adecuado que aumente la eficiencia animal-suelo-planta (Silva *et al.*, 2010).

El impacto de la cosecha está determinado por la cantidad y tipo de tejido removido, área foliar remanente, frecuencia de cosecha y estado fisiológico de las plantas, de tal manera que la acumulación del forraje disminuye a medida que aumenta la frecuencia de cosecha (Beltrán *et al.*, 2005).

2.4.2. Intensidad de cosecha

La intensidad de cosecha está asociada con la cantidad de forraje residual y yemas remanentes, las cuales tienen un efecto directo en la velocidad de rebrote; que depende de la cantidad y tipo de tejido removido, del estado fenológico en que se encuentra la planta y de las condiciones meteorológicas prevalecientes al momento de realizarse (Cruz *et al.*, 2011).

Los cortes o pastoreos realizados en forma intensiva afectan la producción de nuevos brotes de las plantas forrajeras porque se eliminan las reservas orgánicas o carbohidratos no estructurales localizados en los tallos y/o coronas y por falta de área foliar para el reinicio de la fotosíntesis después del pastoreo o corte del pasto (Rincón, 2011).

En *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, evaluada en pastoreo a dos alturas (15 y 25 cm) en las estaciones del año, se obtuvo que a una altura de 15 cm durante el invierno se presentó mayor tasa de aparición de hojas ($0,02$ hoja tallo⁻¹ día⁻¹) y mayor número de hojas vivas ($4,5$ hojas tallo⁻¹) comparado con la altura de 25 cm, sin embargo, en primavera y verano no hubo diferencias en la tasa de aparición de hojas para ambas alturas (Santos *et al.*, 2011).

2.5. Factores ambientales que influyen en el rendimiento de las plantas

forrajeras

2.5.1. Intercepción de luz

Las comunidades vegetales constituyen una fuente inconmensurable de energía, caracterizada por el elevado potencial de producción de biomasa renovable, en este proceso, la luminosidad incidente y captada es transformada en energía química por medio de la fotosíntesis, durante el proceso de asimilación de C ocurren procesos fotoquímicos controlados por la luz (Da Silva *et al.*, 2008).

La fracción de radiación solar comprendida entre las longitudes de onda de 400 a 700 nm es llamada "radiación fotosintéticamente activa y representa la cantidad de radiación potencialmente disponible para los procesos fotosintéticos, esta radiación es considerada una fracción constante de 45 a 50 % del total global de la radiación solar y de ella dependen el crecimiento y la persistencia de las plantas, cuando la supervivencia se ve amenazada por limitaciones de luz, mecanismos evolutivos propios de ellas ejercen estrategias adaptativas altamente plásticas para tolerar o escapar del sombreamiento (Pereira, 2013).

El efecto inmediato de una cosecha es la reducción de área foliar, y por tanto, de la cantidad de luz interceptada, de las reservas de carbohidratos y del crecimiento de la raíz. Este proceso causa cambios substanciales en la economía del carbono y nitrógeno, en función de la proporción del área foliar removida y de la capacidad fotosintética del tejido foliar remanente (Beltrán *et al.*, 2005)

2.5.2. Temperatura

La temperatura es uno de los factores ambientales de mayor influencia en el desarrollo morfológico de las especies vegetales y en su calidad nutritiva, al aumentar la temperatura ambiental se genera un incremento de la fotosíntesis neta, hasta un punto máximo y puede disminuir a cero, si la temperatura sigue aumentando; los rangos de temperatura en los que el crecimiento es posible, varía según la especie (Cruz, 2010).

Los períodos de bajas temperaturas así como aquellos de baja disponibilidad de agua en el suelo son críticos para el crecimiento de las especies forrajeras y son determinantes de las variaciones estacionales en la oferta de forraje que caracteriza a las pasturas anuales y perennes (Agnusdei *et al.*, 2001).

2.5.3. Humedad

El agua absorbida y transpirada por las plantas en función de la cantidad de energía solar interceptada, así como para los nutrientes, no puede ser considerada como una fuente para el crecimiento de la planta, más bien como un medio para disipar el exceso de energía solar recibida por las hojas y evitar desecación de los tejidos vegetales (Da Silva *et al.*, 2008).

Cuando la sequía se manifiesta en periodos cortos o largos induce cambios fisiológicos y morfológicos en las plantas, estos cambios permiten mantener la productividad y supervivencia a mediano y largo plazo; la mayor parte de las gramíneas forrajeras tropicales son afectadas por la sequía y presentan respuestas de tipo evasivo y de tolerancia. En *Brachiarias*, la humedad del suelo, combinada con

otros factores como fotoperiodo y temperatura, son importantes para la formación de tallos reproductivos (Cruz, 2010).

La pérdida de turgencia celular es la respuesta originada por el bajo potencial hídrico del suelo, que produce reducción en la tasa de elongación foliar, afectando consecuentemente el tamaño de hoja y área foliar del pasto Mombaza, por lo tanto es importante enfatizar el acentuado incremento en el índice de área foliar en verano de 8.0 aproximadamente, el doble que en otoño (cerca de 4.0), debido a la presencia de mayor precipitación (460.1 mm) en verano y la menor (144.7 mm) en otoño (Alexandrino *et al.*, 2005).

Santos *et al.* (2013) evaluó la adaptación al estrés hídrico de los pastos Insurgente y BRS Piata y encontró que *B. brizantha* cv. insurgente alcanzó niveles críticos de potencial hídrico foliar en un corto periodo de restricción de agua (28 d), ocasionando aumento en la senescencia foliar (25% de masa total planta⁻¹ y/o 4 g planta⁻¹) y consecuentemente disminución del área de la hoja (100 cm² planta⁻¹) y la masa de la raíz seca fue mayor (P <0.0001) (8.6, 3.3, 3.0 g planta⁻¹ en las capas a partir de 0 a 20, 21 a 40 y 41 a 60 cm, respectivamente).

2.6. Factores que influyen en el rebrote de las plantas forrajeras

2.6.1. Reservas de carbohidratos

Los carbohidratos y los compuestos nitrogenados son los componentes principales de las reservas orgánicas, constituyen el mecanismo que poseen las plantas forrajeras para activar el rebrote, asegurar su persistencia y mantener su producción (Rincón, 2011).

El Carbono que no es utilizado en los procesos de respiración (manutención y crecimiento) de las plantas, es almacenado en forma de carbohidratos no estructurales en las plantas forrajeras tropicales, mismos que se utilizan para mantener las plantas para su sobrevivencia en situaciones de estrés, como defoliaciones severas, periodos prolongados de sequía y procesos reproductivos (floración) (Da Silva *et al.*, 2008).

La relación entre el Nitrógeno y la acumulación de biomasa en los cultivos, se basa en la inter-regulación de múltiples procesos fisiológicos de los cultivos. Por lo tanto, la tasa de crecimiento de los cultivos se basa fundamentalmente en el equilibrio de la asignación de N entre el cultivo y las hojas maduras (Gastal and Lemaire, 2001)

Las plantas para adaptarse a su recuperación, después de la defoliación, utilizan el carbono contenido en las reservas de la planta y lo traslada hacia los meristemos apicales en forma de carbohidratos no estructurales. Este flujo puede ser influenciado por los procesos de absorción, distribución y reciclaje del nitrógeno; La utilización de carbono en actividades meristemáticas asociadas a procesos

morfogénicos se ha demostrado que depende de una adecuada fertilización nitrogenada (Pereira *et al.*, 2011).

En plantas con desarrollo vegetativo, el meristemo terminal, el sistema radicular y los tallos reciben la mayor parte de los asimilados de las hojas recién expandidas; posteriormente el meristemo terminal y las raíces se constituyen como los principales consumidores, con el inicio de la elongación de tallos, la cantidad retenida de asimilados en los tallos y en las raíces es más pequeña, sin embargo el meristemo terminal continua siendo el principal consumidor, en la fase reproductiva, los asimilados son dirigidos principalmente a los tallos reproductivos y la exportación para el resto de los tallos y raíces es mínima (Alexandrino *et al.*, 2005).

2.6.3. Área foliar remanente

La relación que debe existir entre la defoliación, el índice de área foliar (IAF) residual y la capacidad de intercepción de la luz por la planta, es influenciada por la morfología y el hábito de crecimiento de las especies y presentan respuestas diferentes en cada una de ellas, de acuerdo con el manejo dado (Rincón, 2011).

Después de una defoliación selectiva, el animal modifica la composición de los tejidos residuales o remanentes y la competencia intra e inter específica de los constituyentes de la vegetación alterando tanto su ambiente así como el índice de selección (pasiva o activa) (Carvalho *et al.*, 1999).

Se investigó el crecimiento y desenvolvimiento del dosel de *Panicum maximum* cv. Mombaza, encontrando que la diferencia en los valores de IAF entre el verano y el otoño se debe a la alta precipitación pluvial en verano, mayor evaporación en otoño y a la mayor biomasa residual inicial del área en verano (Alexandrino *et al.*, 2005).

En el pasto Mombaza sometido a diferentes intensidades de pastoreo, se encontró que el manejo con 30 cm de altura residual presentó mayor tasa de aparición de macollos basales en verano y otoño (0.10 y 0.11 tallos tallo⁻¹ día⁻¹) y la más baja en el invierno / primavera (0.007 y 0.003 tallos tallo⁻¹ día⁻¹) del mismo año, mientras que en los pastos manejados con 50 cm de altura residual, la tasa de aparición de macollos basales fue mayor en el otoño y menor en verano (Montagner *et al.*, 2012).

2.6.4. Respuesta de las plantas forrajeras al pastoreo

El entendimiento adecuado de los efectos de las variaciones en las condiciones del dosel forrajero, sobre el desempeño de las plantas y de los animales, puede ser atendido solamente en estudios basados en control y manipulación de características específicas del pasto, de acuerdo a un padrón pre especificado de variación, que permita establecer metas de pre y pos pastoreo (Da Silva *et al.*, 2008).

La mayor eficiencia de utilización del pasto insurgente se alcanzó cuando el cultivo se manejó con intervalos de corte de tres hojas surgidas, presentando elevada acumulación de láminas foliares total (2.9 y 3.3 kg m⁻² de MS) y mayor densidad de población de tallos (50 tallos mata⁻¹) a menor tiempo (40 días) de recuperación después del corte, independientemente de la altura del forraje residual (15 o 30 cm),

lo que puede garantizar mayor eficiencia en sistema de producción animal en pastos (Difante *et al.*, 2011).

En pasto insurgente, sometido a dos frecuencias de pastoreo (altura pre-pastoreo de 25 e 35 cm) y a dos dosis de nitrógeno (50 e 200 kg ha⁻¹ por año), presentó mejor desempeño de los animales en los pastos manejados a 25 cm, influenciado por el mejor valor nutritivo de forraje consumido, caracterizado por mas hojas (83,1 vs 77,3%), menos cantidad de tallo (9,3 vs 11,9%) y de material muerto (7,2 vs 11,2%), mayor DIVMS (67.79 vs 64.03%)(Gimenes *et al.*, 2011).

La ganancia de peso total de bovinos Nelore, fue mayor en los pastos manejados a 25 cm (886 kg ha⁻¹) que los manejados a 35 cm (674 kg ha⁻¹), independientemente de las dosis de nitrógeno utilizado, por lo que se considera que el aprovechamiento eficiente del forraje por el manejo adecuado del pasto es prioritario sobre el aumento de producción de forraje (Gimenes *et al.*, 2011).

2.6.5 Selectividad de las plantas forrajeras por los animales en pastoreo

Los índices de selectividad pasiva y activa demuestran que los padrones de defoliación de las hojas expandidas y en expansión se alteran en respuesta a las diferentes alturas del dosel. En Mombaza se observó fuerte preferencia por las hojas en expansión en la altura del dosel menor (60 cm), pues la selectividad pasiva (4) fue mayor que 1, preferencia que disminuyó a medida que aumentó la altura del

dosel debido a que las hojas en expansión se tornan cada vez menos accesibles en relación a las expandidas (Palhano *et al.*, 2005).

Los animales en pastoreo tienen el desafío de alimentarse en un ambiente con enorme variabilidad en el espacio temporal, en la oferta y demanda de nutrientes, esto se complementa con los diferentes momentos fenológicos por los que atraviesan las plantas, considerando la influencia que ejerce el mismo animal sobre la pradera (intensidad de pastoreo). La heterogeneidad de la distribución de nutrientes en la pradera, por ejemplo una hoja de la misma especie, en el mismo estadio de crecimiento puede tener diferente concentración de nitrógeno, debido a que sus tallos se encuentran en un área en que se depositó orina, en áreas extensas de pastoreo el animal define la utilización de forraje sobre aquellas plantas que se encuentran más cercas a depósitos de agua y lugares con sombra (Carvalho *et al.*, 1999)

2.6.6. Manejo de pastoreo

Da Silva *et al.*, (2008), reportan que en los cultivos de Mombaza y Tanzania en régimen de pastoreo rotacional intermitente se debe realizar cuando la altura del dosel se sea de 90 y 70 cm respectivamente y se debe retirar el ganado cuando el pasto sea rebajado a una altura de 20 a 40 cm de altura del dosel, dependiendo de las metas de desempeño animal planeadas. La generación y mantenimiento de las metas de condición de pasto se deben orientar y definir procedimientos y prácticas generales de los sistemas de producción, como el uso de fertilizantes o correctivos,

conservación de forraje y suplementación animal, estrategias de rebaño y ajuste en las tasas de rotación.

La respuesta de *Brachiaria brizantha* cv. xaraés durante un año a la fertilización nitrogenada con diferentes niveles (0, 125, 250, 375 y 500 kg ha⁻¹ de N) mostro que efecto de los tratamientos fue nulo en el periodo de sequía, sin embargo en el periodo de lluvias la fertilización nitrogenada (250 kg ha⁻¹ de N) contribuyó positivamente en el aumento de número de hojas (6,13 hojas totales tallo⁻¹ período⁻¹) la densidad de tallos (58,9 perfilhos.0,15m⁻²)(Cabral *et al.*, 2012).

2.7. Morfogénesis

La morfogénesis puede ser definida como la dinámica de generación (*génesis*) y expansión de la forma de la planta (*morphe*) en el espacio y puede considerarse que las plantas tienen una morfogénesis programada genéticamente, cuya tasa de realización es dependiente de la temperatura. La morfogénesis determina el funcionamiento y la coordinación de meristemas, en términos de las tasas de producción y expansión de nuevas células, lo que a su vez, define la dinámica de expansión de órganos en crecimiento (hojas, entrenudos, tallos) (Sbrissia y Da Silva, 2001; Ramírez, 2009).

La cuantificación de los procesos de aparición, expansión y senescencia foliar (morfogénesis) a nivel de macollos de gramíneas, brinda información básica para comprender la dinámica de la producción y pérdida de forraje (Colabelli *et al.*, 1998).

La morfogénesis puede ser descrita por tres características básicas: aparición de hojas, elongación foliar y duración de vida de las hojas, esta combinación determina las principales características estructurales de los pastos: tamaño de hoja, densidad poblacional de tallos y número de hojas vivas por tallo (Pereira *et al.*, 2011)

2.7.1. Características Morfogénicas

2.7.1.1. Tasa de aparición de hojas

Las tasas de aparición de hojas y el filocrono (intervalo entre el apareamiento de dos hojas o laminas foliares consecutivas), es un proceso termo-dependiente que responde principalmente a los cambios de temperatura, de manera que para cada especie es posible calcular los intervalos de aparición de hojas en términos de °C día (Velasco, 2001; Martuscello *et al.*, 2006).

Particularmente las gramíneas muestran un sincronismo entre la aparición de una hoja nueva y el comienzo de la senescencia de la hoja más vieja, lo cual explica que la velocidad de producción de órganos foliares esté en relación directa con el crecimiento neto de la cubierta vegetal (crecimiento neto = crecimiento bruto - senescencia) (Colabelli *et al.*, 1998).

La tasa de aparición de hojas juega un papel importante en la morfogénesis, debido a que influye directamente sobre los tres componentes de la estructura del pasto:

relación hoja:tallo, densidad poblacional de tallos y número de hojas por tallo (Pereira *et al.*, 2011).

El análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto Mulato, encontraron que la máxima área foliar específica (AFE) (39 %), coincidió con la mayor concentración de N en hoja (6.9) y cuando el AFE fue alta, se incrementó la apetencia por el animal y la fragilidad de las hojas, aumentando el riesgo de pérdida prematura de tejidos. La disminución de la AFE pudo originarse por el aumento en el espesor de la hoja o un aumento en la densidad de la misma, el aumento de la hoja pudo causar aumento en la cantidad de tejido de soporte o de tejido conductor en el mesófilo. La reducción en el AFE, es el resultado de la incapacidad de la planta para asignar compuestos en crecimiento estructural (Pérez *et al.*, 2004).

2.7.1.2. Tasa de elongación foliar

La tasa de elongación es la diferencia entre la longitud de una lámina foliar final e inicial, dividida entre el número de días, entre mediciones sucesivas, es una medida de gran importancia para el análisis de flujo de tejidos de plantas y se correlaciona positivamente con el rendimiento de forraje, debido a que cuando la tasa de elongación foliar aumenta, de igual forma se refleja un aumento en la proporción de hojas y por consecuencia, mayor área foliar fotosintética, promoviendo una mayor acumulación de materia seca (Martuscello *et al.*, 2006).

Para especies de gramíneas, en estado vegetativo, el tejido foliar es producido secuencialmente como una cadena de fitómeros (unidad básica de la estructura de un tallo) a nivel de tallos individuales, cada uno siguiendo una serie pre-programada de estados de desarrollo, desde la iniciación de primordios foliares en el meristemo hasta la maduración y senescencia. Este proceso determina la dinámica de flujo de tejidos en las plantas forrajeras, por lo que, la aparición de hojas puede ser considerada la característica central de la morfogénesis y la acumulación de biomasa (Ramírez, 2009).

2.7.1.3. Tasa de elongación de tallos

Los tallos y otras partes de la planta crecen, mueren o son cosechadas, a esto se le conoce como flujo de tejido o tasa de recambio de tejido, este proceso es muy importante dado a la función fisiológica de las hojas y a su influencia directa en la población de tallos (Velasco, 2001).

Los tallos son formados a partir de yemas axilares, de los entrenudos inferiores del tallo principal o de otro tallo, pero la producción de masa foliar por tallo depende de la tasa de aparición de hojas, tasa de elongación foliar, tamaño final de la hoja y duración de vida de las hojas (Ramírez, 2009).

La aparición de sitios con diferentes alturas dentro de los mismos pastos con una estructura horizontal, crea condiciones de microclima diferenciadas en el plano horizontal de la pastura, que puede modificar la estructura y la morfogénesis de

macollos individuales y, al mismo tiempo, cambiar el índice de área foliar y acumulación de forraje (Santos *et al.*, 2011)

2.7.2. Características estructurales

2.7.2.1. Densidad de tallos

La densidad de tallos de la pradera, es resultado del equilibrio entre las tasas de aparición y muerte de tallos, esto es importante para mantener la población de tallos y principalmente para la sobrevivencia de las plantas en el ecosistema (Morais *et al.*, 2006).

El tallo es la unidad estructural básica de una planta, el balance entre tallos vivos y muertos, es necesario para lograr la estabilidad de la pradera. La producción de masa por área y la estructura de la pradera dependen de la densidad de tallos en el pasto (Ramírez, 2009).

La producción de nuevos tallos normalmente es un proceso continuo que puede ser acelerado por la defoliación de la planta o por las condiciones favorables de ambiente luminoso en la base del dosel (Pereira *et al.*, 2011).

En un trabajo realizado en pasto Mombaza con diferentes alturas se encontró que las alturas de post-pastoreo (primavera 50 cm, verano 40 cm y otoño 30 cm) son

apropiadas para el pasto guinea cv. Mombaza, ya que no afecta a la estabilidad de la densidad de tallos (Montagner *et al.*, 2012).

2.7.2.2. Relación hoja:tallo

La importancia de la relación hoja:tallo, varía con la especie forrajera, siendo mayor en especies de crecimiento erecto y mayor capacidad de lignificación; esta relación, puede ser utilizada como un indicador del valor nutritivo del forraje, el grado en que pueden ser aprehendidas depende de la forma en que las hojas son presentadas a los animales pues, aunado a la altura del dosel y a la masa de forraje existente, determina la facilidad de aprehensión del forraje y, por tanto del comportamiento ingestivo, esto se debe a que los animales tienen preferencias por las plantas con poco tallo y más hojas (Ramírez, 2009).

2.8. Composición química

Los forrajes presentan una gran variación en la calidad nutritiva en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta. Estas diferencias se deben además a la variabilidad en las condiciones ambientales como el tipo de suelo y clima, al material genético, al manejo (riego y fertilización) (Sánchez, 2009).

La composición química indica la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes (aunque no de su disponibilidad para el animal), así como la existencia de factores o constituyentes que influyen negativamente sobre la calidad (Pirela, 2005).

III. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Justificación

La introducción de nuevos genotipos forrajeros que mejor se adapten a las condiciones climáticas y edáficas de una localidad o región determinada crea la necesidad del conocimiento básico relacionado con la producción de forraje y el desempeño animal, que demuestren su aplicación en la identificación de oportunidades y límites de flexibilidad en la manipulación y manejo de las respuestas de las plantas y animales, de tal forma que asegure niveles satisfactorios de producción y productividad. La comprensión de los límites de flexibilidad de uso de tales sistemas requiere conocimiento acerca de las respuestas funcionales (persistencia, dinámica de tallos, flujo de tejido, rendimiento de MS, composición química y valor nutritivo) de plantas y animales (selección pasiva o activa número y tamaño de bocado, ganancia de peso, otros) a las variaciones en condiciones del medio (Pp, temperatura, evaporación, otros) y en características de comunidad vegetal asociadas con cualquier práctica de manejo (intensidad y frecuencia de corte o pastoreo y periodos de descanso), por todo esto, el presente estudio plantea lo siguiente.

3.2. Pregunta de investigación

¿Cómo se comporta la dinámica de crecimiento de los genotipo de gramíneas forrajeras introducidos (*Brachiaria brizantha* cv Insurgente, *Brachiaria* híbrido Mulato híbrido II, *Panicum máximum* cv. Tanzania y *Panicum máximum* cv Mombaza) durante ocho edades de rebrote en primavera, verano, otoño e invierno en el sur del Estado de México?

¿Cuál es composición química de los genotipo de gramíneas forrajeras introducidos (*Brachiaria brizantha* cv Insurgente, *Brachiaria* híbrido Mulato híbrido II, *Panicum máximum* cv. Tanzania y *Panicum máximum* cv Mombaza) durante ocho edades de rebrote en primavera, verano, otoño e invierno en el sur del Estado de México?

3.3. Hipótesis

Los genotipo de gramíneas forrajeras introducidos (*Brachiaria brizantha* cv Insurgente, *Brachiaria* híbrido Mulato Híbrido II, *Panicum máximum* cv. Tanzania y *Panicum máximum* cv Mombaza) presentan diferente dinámica de crecimiento y composición química durante ocho edades de rebrote en primavera, verano, otoño e invierno en el sur del Estado de México.

3.4. Objetivos

Evaluar dinámica de crecimiento y composición química de genotipos de gramíneas forrajeras introducidos (*Brachiaria brizantha* cv Insurgente, *Brachiaria* híbrido Mulato híbrido II, *Panicum máximum* cv. Tanzania y *Panicum máximum* cv Mombaza) durante ocho edades de rebrote en primavera, verano, otoño e invierno en el sur del Estado de México.

3.1 Objetivos específicos

Realizar en cada genotipo forrajero el análisis de crecimiento en cuanto:

- Rendimiento de materia seca (hoja y tallo)
- Altura
- Tasa de crecimiento de hoja y tallo
- Tasa de acumulación de hojas y tallo
- Relación hoja:tallo
- Recambio de tejido: tasa de aparición de hojas, tasa de elongación de hojas, tasa de elongación de tallos y tasa de senescencia foliar.
- Recambio de tallos: densidad poblacional de tallos, tasas de aparición de tallos, tasa de muerte, tasa de sobrevivencia de tallos e índice de estabilidad de la población de tallos.
- Contenido de proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina ácido detergente y cenizas.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Sitio experimental

El estudio se realizó en una unidad de producción de doble propósito propiedad del C. Jesús Arroyo Arroyo, localizada en Zacazonapan Estado de México (19°04' 45.09" N, 100° 15' 07.19" O y altitud de 1370 m), con clima Cálido sub húmedo (Af) (García, 1981), lluvias en verano y temperatura promedio anual de 18° a 34°C y precipitación media anual de 1,025.3 mm (INEGI 2009).

La evaluación se realizó durante las estaciones (EA) primavera (17 abril-13 junio 2012), verano (10 julio-4 septiembre 2012), otoño (7 octubre-2 diciembre 2012) e invierno (9 enero-6 marzo 2013).

4.2. Características climatológicas y edáficas

Las temperaturas máxima, mínima y precipitación, registradas en la Estación Meteorológica de la empresa Minera Tizapa en Zacazonapan, durante el estudio fueron 29.3°, 14.6°C, 1231.4 mm respectivamente (Figura 1). El suelo donde se introdujeron los genotipos presentó textura arcillo-limo-arenoso, con un 94.4% de arcilla y limo, con un pH de 6.4, P = 5.5 mg/kg, MO = 5.3 g/kg, NT = 0.265 g/kg, ND = 0.013 g/kg.

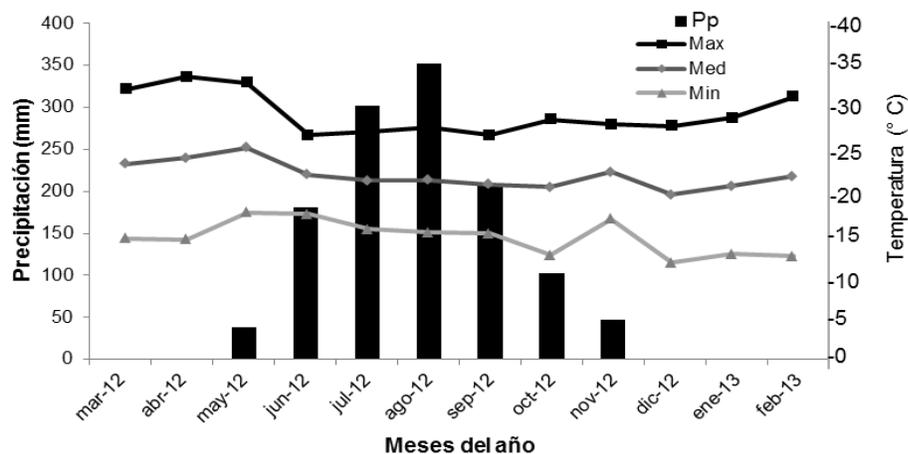


Figura 1. Temperatura máxima, media, mínima y precipitación registrada de marzo de 2012 a febrero de 2013.

4.3. Introducción de genotipos forrajeros en las praderas

La introducción de los genotipos se realizó mediante el establecimiento de una pradera en junio de 2011, una superficie de 2500 m² se preparó mediante un pase de arado, dos de rastra y el surcado a 0.5 m de distancia entre surco y surco. Se delimitó un área experimental de 1820 m² de superficie (26 m x 70 m), dividida en 16 parcelas de 60 m² (15 X 4 m) cada una, con separación entre parcela de 2 m. De cada genotipo se establecieron cuatro parcelas, cada parcela representó una repetición.

Un día antes de la siembra se aplicó un herbicida sistémico (i.a. Glifosato), para eliminar la vegetación presente, el establecimiento se realizó manualmente, se utilizó una densidad de siembra de 5 kg ha⁻¹ de semilla comercial, la cual se depositó a un costado del surco y se cubrió con una capa de tierra no mayor a un cm. La fórmula

de fertilización utilizada fue 100-60-00, al momento de la siembra se aplicó la mitad de nitrógeno, posteriormente a los 36 días después de la siembra se aplicó la otra mitad y el fósforo. Durante el establecimiento de las praderas, el control de plantas indeseables se realizó manualmente y con herbicidas (2-4 D + Picloram).

4.4. Manejo de Praderas

Una vez establecidas las praderas, cada parcela se dividió en 10 unidades experimentales de 6.0 m² (4 x 1.5 m) distribuidas en un diseño de bloques completos al azar con arreglo bifactorial (Factor 1: estaciones del año, Factor 2: edades de rebrote). (ER: 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días de rebrote). Al inicio del experimento en cada estación del año, se aplicó un corte de uniformización a 15 cm de altura.

4.5. Medición de variables

La medición de las variables se realizó en cada unidad experimental de cada genotipo en cada edad de rebrote en las estaciones del año.

4.5.1. Análisis de crecimiento

4.5.1.1. Rendimiento de forraje, composición morfológica (kg MS ha⁻¹)

Para el rendimiento de forraje y los componentes morfológicos, en la parte central de cada unidad experimental, se delimitó una unidad de muestreo de 1.0 m², se cortó el

forraje a una altura de 15 cm del suelo, en la fecha correspondiente a cada edad de rebrote (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días). Cada muestra se pesó en fresco y se registró el peso, posteriormente se obtuvo una submuestra de aproximadamente 25% del total de la muestra. De cada submuestra se separaron los componentes morfológicos (hoja, tallo y material muerto). Cada componente se pesó y se colocó una estufa de aire forzado a 70°C hasta obtener peso constante. Con los pesos secos de cada componente, se determinó el contenido de materia seca (MS). De cada submuestra y se estimó la cantidad de MS total (kg MS /ha⁻¹) y la MS por componente morfológico (Hoja y Tallo) (kg MS ha⁻¹).

4.5.1.2. Altura de plantas

La medición de la altura de las plantas se realizó utilizando una regla graduada (Sward stick) en cm, con la cual fueron realizadas 20 lecturas en cada unidad experimental, tomadas en zig-zag a lo largo de dos líneas paralelas (10 puntos por línea), se midió a partir del suelo hasta el último contacto final con cualquier estructura de la planta.

4.5.1.3. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento se calculó a partir de la materia seca del total de los componentes morfológicos, conforme al procedimiento descrito por Chapman y Lemaire (1993). El resultado se obtuvo de dividir el rendimiento por corte, entre el número de días de edad de rebrote.

4.5.1.4. Relación hoja:tallo y hoja:no hoja.

La relación hoja:tallo se obtuvo de dividir el rendimiento de hoja (kg MS ha^{-1}) por periodo semanal de cosecha, entre el rendimiento de tallo (kg MS ha^{-1}). La relación hoja:no hoja se calculó al dividir la hoja entre el tallo más el material muerto.

4.5.2. Recambio de tejido

4.5.2.1. Número de hojas por tallo, longitud de tallos, elongación y senescencia de hojas

El estudio de recambio de tejido se realizó para cada análisis de crecimiento. Un día después del corte de uniformidad, en la parte central de la unidad experimental se delimitó un trayecto de 2 m, en el cual se seleccionaron de manera aleatoria diez tallos, que se identificaron con anillos de cobre con plástico de color, para facilitar su localización.

Inmediatamente después, con una regla graduada en mm, en cada uno de los tallos se midió su longitud (distancia entre la base del tallo y la lígula de la última hoja expandida), número de hojas y longitud de la lámina foliar (desde su inserción hasta el ápice en hojas verdes o hasta la base del tejido clorótico en hojas en proceso de senescencia).

Estas determinaciones se realizaron un día después del corte de cada edad de rebrote hasta el final del análisis (día 56), en las cuatro estaciones del año. Sólo la lámina foliar verde fue registrada, por lo que la senescencia se obtuvo de manera indirecta por la diferencia de las longitudes de hojas senescentes entre mediciones sucesivas.

4.5.2.2. Tasas de aparición de hojas y elongación de tallos

La tasa de aparición de hojas (TAH; hojas tallo⁻¹ d⁻¹), se determinó por la diferencia entre el número total de hojas al final de la determinación en cada edad de rebrote (NH_f), menos el número inicial de hojas (NH_i), dividido entre el número de días (ND), transcurridos entre mediciones sucesivas. La tasa de elongación del tallo (TET; mm tallo⁻¹ d⁻¹), se obtuvo por la diferencia entre la longitud final (LT_f) de la determinación en cada edad de rebrote y la longitud inicial (LT_i), dividida entre el número de días (ND), transcurridos entre mediciones sucesivas

4.5.2.3. Tasas de elongación, senescencia y crecimiento neto foliar

Con los datos de longitud de la elongación y senescencia foliar se estimó las tasas de elongación (TEF), senescencia (TSF) y crecimiento neto foliar (CNF), de acuerdo con la metodología descrita por Hernández-Garay *et al.* (1997).

La tasa de elongación foliar (TEF; mm tallo⁻¹ día⁻¹), se calculó para las hojas en expansión, por la diferencia entre la longitud de las láminas foliares final (LF_{t2}) e inicial (LF_{t1}), dividida entre el número de días (ND) entre mediciones sucesivas.

La tasa de senescencia foliar (TSF; $\text{mm tallo}^{-1} \text{d}^{-1}$), se obtuvo para hojas maduras, como la diferencia entre la longitud de las láminas foliares inicial (LHM_{t_1}) y final (LHM_{t_2}), dividida entre el número de días (ND) entre mediciones sucesivas.

4.5.3. Recambio de tallos

4.5.3.1. Aparición y muerte de tallos

Para determinar la aparición y muerte de tallos, al inicio de los análisis de crecimiento, en la parte central de las unidades experimentales, se marcó un área de 1 m^2 , en ésta se registró el número de plantas y se seleccionó una planta representativa (altura promedio de plantas) de la unidad experimental, en la que se marcaron los tallos vivos, con anillos de cable de un mismo color, y fueron considerados como población inicial.

Posteriormente, cada semana, durante el análisis de crecimiento, los tallos nuevos se marcaron con anillos de diferente color, para cada generación y los tallos muertos se contaron y se les retiró el anillo.

4.5.3.2. Densidad poblacional, tasa de aparición, muerte y sobrevivencia de tallos e índice de estabilidad de población de tallos

Los valores de aparición y muerte de tallos se multiplicaron por el número de plantas por m², con estos datos se estimó: la densidad poblacional de tallos (DPT; tallos m⁻²) y sus respectivas tasas semanales de aparición (TAT) y muerte (TMT) (tallos 100 tallos⁻¹), mediante la metodología descrita por Carvalho *et al.* (2000).

DPT= N° de tallos vivos existentes en cada muestreo.

$$TAT = \frac{\text{N° de tallos nuevos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

$$TMT = \frac{\text{N° de tallos muertos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

La tasa de sobrevivencia de tallos (TST) se obtuvo de manera indirecta mediante la ecuación:

$$TST = 100 - TMT$$

Para calcular el índice de estabilidad de la población de tallos, se utilizó la ecuación propuesta por Bahmani *et al.* (2003).

$$P_f/P_i = TSP (1+TAP)$$

Dónde: P_f/P_i corresponde a la población actual o final de tallos (P_f), expresada como proporción de la población original o inicial de tallos (P_i) para un determinado período. TSP y TAT corresponden respectivamente a la tasa de sobrevivencia y tasa de aparición de tallos para la misma edad de rebrote.

4.5.3.3. Peso de tallo

Se tomaron diez tallos de la unidad experimental y se pesan inmediatamente para obtener el peso en verde, posteriormente se separaron por componentes morfológicos y se colocaron en una estufa de aire forzado para secarlos a 80° C durante 24 h, posteriormente se pesaron cada uno de los componentes para finalmente dividir el peso de tallos entre 10 y obtener el peso de tallo por tratamiento.

4.5.4. Análisis químico de hojas

A las hojas obtenidas en las muestras de componente morfológico de cada genotipo, estación y edad de rebrote se les realizó el análisis químico. Las muestras secas se molieron en un molino tipo Willey con malla de 1 mm para analizar el contenido de

cenizas con la técnica de OAOC (1990). La proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina ácido detergente (LAD) se analizaron utilizando la técnica de Espectroscopia de Infrarrojo cercano (NIRs) con rango de longitud de onda de 700-2500 nm. Los análisis se realizaron en el laboratorio de nutrición animal del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la Universidad Autónoma del Estado de México.

4.6 Diseño experimental

Para cada genotipo se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo bifactorial, donde el Factor 1 fueron las estaciones del año y el Factor 2, las edades de rebrote.

4.7 Análisis estadístico

Los genotipos fueron analizados por separado. Los datos agrupados, se analizaron con el procedimiento PROC MIXED (Modelos mixtos) del paquete estadístico SAS[®] (SAS, 2009), versión 9.2 para Windows[®]. A todos los conjuntos de datos se les aplicó la prueba de normalidad de distribución de errores y homogeneidad de varianza, en algunos casos hubo necesidad de transformación, la cual se realizó de acuerdo con las sugerencias de SAS[®]. Para seleccionar la matriz de varianza y covarianza se utilizó el Criterio de Información de Akaike (Wolfinger, 1993). Así fue posible determinar los efectos de las fuentes de variación, ER (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56),

EA (primavera, verano, otoño e invierno) y sus interacciones (ER*EA), las cuales se consideraron fijas, el efecto de bloques fue considerado aleatorio (Littel et al., 1996). Las medias entre tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad de la diferencia (PDIFF), usando la prueba de “t” de “Student” y un nivel de significancia del 5%.

4.6.1. Modelo estadístico

El modelo estadístico de acuerdo con Herrera y García (2011) es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta en la repetición k, nivel j- de b, nivel i de A.

μ = Media general

A_j = Efecto del factor A al nivel i

B_j = Efecto del factor B al nivel j

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción AB al nivel i, j

E_{ij} = Error aleatorio

V. RESULTADOS

**CAPITULO I. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE Brachiaria híbrido cv Mulato II EN
LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO**

La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México

**XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción
Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.**

**IX Seminario Internacional de Producción
de Ovinos en el Trópico**

C O L E C C I Ó N
EDUARDO CABALLERO Y CABALLERO
Memorias de Congresos y Simposios

La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México

XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.

IX Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Primera edición, 2013

D.R. © Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Av. Universidad s/n. Zona de la Cultura
Colonia Magisterial, C.P. 86040
Villahermosa, Centro, Tabasco.

El contenido de la presente obra es responsabilidad exclusiva de los autores. Queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Se autoriza su reproducción parcial siempre y cuando se cite la fuente.

ISBN: 978-607-606-120-6

Edición y diseño editorial: Alfonso J. Chay Canul
Fernando Casanova Lugo

Hecho en Villahermosa, Tabasco, México

CONTENIDO

CALIDAD NUTRITIVA DE LA PUNTA DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharumofficinarum</i>) EN DOS CONDICIONES DE COSECHA	465
H. Ramírez Cathí, J. C. Martínez González, F. Briones Encinia, F. A. Lucero Magaña, A. Cárdenas Lara, C. Marcof Alvarez	
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE TRIGO Y CEBADA A DIFERENTES TIEMPOS DE COSECHA.....	471
M. Cerrillo-Soto, A. Juárez-Reyes, J. Portillo-Loera, A. Estrada Angulo, E. Gutiérrez-Ornelas	
DEGRADACIÓN <i>In Vitro</i> DE UNA DIETA CONCENTRADA EN ENERGÍA ADICIONADA CON NIVELES DE TANINOS CONDENSADOS	475
A. Ley de Coss, D. Pineda Villatoro, W. Nájera Domínguez, J. Aguirre Medina, S. Posada Cruz, C. García Castillo y R. Pinto Ruiz	
CAMBIOS ESTACIONALES EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA DIETA DE NOVILLOS EN APACENTAMIENTO	481
O. Reyes Estrada, M. Murillo Ortiz, E. Herrera Torres, J. N. Gurrola Reyes y F. O. Carrete Carreón	
EFFECTOS DE UREA DE LENTA LIBERACIÓN EN LA DEGRADACIÓN <i>In Vitro</i> DE FORRAJES	485
J. Sánchez, S. González., J. Pinos, L. Miranda, I. Almaraz	
AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE <i>Shigella sp nov</i> DEL AMBIENTE RUMINAL CON CAPACIDAD PARA DEGRADAR CELULOSA	489
D. Hernández Sánchez, L. Luna-Rodríguez, H.V. Silva-Rojas, M.A. Cobos-Peralta, C. Cortés-Romero, S.S. González-Muñoz, R. Pinto Ruiz	
PREFERENCIA Y CONDUCTA INGESTIVA DE BOVINOS ALIMENTADOS CON MICROSILOS ELABORADOS CON PULPA DE CAFÉ (<i>Coffea arabica L</i>).	495
J. Toledo Bartolo, R. Pinto-Ruiz, A. Medina-Meléndez, F. Medina-Jonapá	
PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN SISTEMAS GANADEROS TRADICIONALES Y SILVOPASTORILES BAJO DOS FRECUENCIAS DE PODA	499
L. Sarabia-Salgado, F. Solorio-Sánchez, F. Casanova-Lugo, L. Ramírez-Avilés, J. Ku-Vera, A. Caamal-Maldonado.	
ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE <i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato II EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO.....	503
J. Castro-Salas, O. Ramírez-Reynoso, A. García-Martínez, F. Avilés-Nova	
COMPOSICIÓN BROMATOLOGICA DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE CÍTRICOS.....	507
Z. Villanueva Cruz, M. Ibarra Hinojosa, P. Zárate Fortuna, F. Briones Encinia, A. González Reyna; O. Escamilla Gallegos, M. Mireles Villanueva	

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO

J. Castro-Salas¹, O. Ramírez-Reynoso³, A. García-Martínez², F. Avilés-Nova*²

¹*Estudiante de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales UAEM*

²*Universidad Autónoma del Estado de México -Centro Universitario UAEM-Temascaltepec.*

³*Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia: Costa Chica. Universidad Autónoma de Guerrero.*

**E-mail: franavilesnova@yahoo.com.mx*

RESUMEN

El objetivo de estudio fue determinar el momento óptimo de cosecha del pasto Mulato II (*Brachiaria* híbrido cv. Mulato II) en lluvias y secas, en el sur del estado de México, cosechado a ocho diferentes edades de rebrote (ER: 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 días), en época de sequía (18-04-2012 a 13-06-2012) y lluvias (17-07-2012 a 04-09-2012). Los tratamientos se distribuyeron en 32 parcelas de 6 m² con un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La ER de siete días promedió mayor tasa de aparición de hojas (0.46786 hojas tallo⁻¹d⁻¹) durante la investigación (P<0.01). La tasa de elongación de tallos y foliar fue mayor en lluvias con 218.5 y 187.8% respectivamente (P<0.05). La tasa de senescencia foliar en sequía es pequeña (14.7 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) y mayor con la ER 56 días (269.47 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) en lluvias (P<0.01). El crecimiento neto foliar más alto (144%) ocurrió en época de lluvias (P<0.01). Los promedios de las tasas de crecimiento no mostraron diferencias significativas (P<0.05) durante el estudio. Los menores rendimientos de forraje (52% menor que el de lluvias) se presentaron en la época de sequía, sin embargo la contribución de hoja fue superior al 74% en todas las ER. En la época de lluvias los mayores rendimientos y tasas de crecimiento por ER, se presentaron en las ER 49 y 56 días (P<0.001), pero con menor contribución de hojas al rendimiento (42 y 70% respectivamente). El pasto Mulato II mostró estacionalidad para el flujo de tejidos, con más dinámica durante las lluvias y debe cosecharse cada 42 días en sequía y a 21 días en lluvias, para minimizar las pérdidas por senescencia de hojas, optimizar la producción y mejorar la utilización del forraje.

Palabras clave: Flujo de tejidos; defoliación; estacionalidad, dinámica.

INTRODUCCIÓN

La producción animal en el trópico se encuentra limitada por diversos factores, entre ellos las condiciones ambientales adversas, las cuales limitan la producción de los forrajes y en consecuencia la producción animal debido a que causan severas restricciones a las plantas, generalmente en periodos de escasa precipitación.

Los componentes de toda estrategia de explotación de plantas forrajeras es la frecuencia e intensidad de cosecha, ya que estos determinan la producción y persistencia de las mismas (Hernández et al., 2002). Ramírez *et al.*, (2010) indican que en la explotación de especies forrajeras mediante corte o pastoreo puede realizarse un manejo eficiente de la pradera si se consideran la variabilidad morfo génica del forraje en las épocas del año. Por lo anterior, el objetivo de investigación fue determinar el análisis de crecimiento para determinar el momento óptimo de cosecha del Mulato II, durante las épocas de sequía y lluvias, en respuesta a las características morfogénicas, tasa de crecimiento y rendimiento de pasto Mulato II, cortado a ocho edades de rebrote.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una pradera de Mulato II en la localidad de Zacazonapan Estado de México, localizada a 19°04' 45.09" N, 100° 15' 07.19" O y 1370 msnm, con temperaturas máximas y mínimas durante el estudio de 29.2° y 14.1°C respectivamente. Precipitación anual de 1248.6 mm y humedad relativa de 73% (Cuadro 1). El suelo presentó textura arcillo-limo-arenoso, pH de 6.4, fósforo (P) = 5.5 mg/kg, materia orgánica (MO) = 5.3 g/kg, Nitrógeno total (NT) = 0.265 g/kg y nitrógeno disponible (ND) = 0.013 g/kg.

Cuadro 1. Precipitación mensual, humedad relativa, temperaturas máximas y mínimas registradas durante el periodo experimental.

Mes	Temperatura (°C)		Precipitación mm	humedad relativa %	Época
	Máxima	Mínima			
Enero 2012	28.3	11.3	7	71	Sequía
Febrero 2012	30.4	12.5	30	78	Sequía
Marzo 2012	32.3	14.5	0.2	61	Sequía
Abril 2012	33.8	14.4	0	42	Sequía
Mayo 2012	33.1	17.6	38.02	51	Sequía
Junio 2012	26.8	17.4	181.6	84	Lluvias
Julio 2012	27.2	15.6	302.4	85	Lluvias
Agosto 2012	27.7	15.2	352.2	87	Lluvias
Septiembre 2012	26.8	15.1	207	87	Lluvias
Octubre 2012	28.7	12.5	102.2	85	Lluvias
Noviembre 2012	28.2	12.5	47.8	85	Sequía
Diciembre 2012	27.5	11.4	0.2	84	Sequía
	29.2	14.1	1248.6	73	

La pradera de mulato II se estableció de manera manual, se utilizó una densidad de siembra de 5 kg de semilla/ha con distancia entre surcos y plantas de 50 cm. La fecha de siembra fue el 20 de junio de 2011, los tratamientos fueron las edades de rebrote (ER: 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días), los cuales se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y ocho tratamientos.

El tamaño de la parcela experimental fue de 4 x 1.5 m (6.0 m²). Se evaluó la época de sequía (18 de abril de 2012 a 13 de junio de 2012) y la época de lluvias (17-jul a 04-sep-2012).

En cada edad de rebrote se evaluó tasa de aparición de hojas (TAH; hojas tallo⁻¹ d⁻¹), tasa de elongación de tallo (TET; kg tallo⁻¹ d⁻¹), tasa de elongación de hojas (TEH; kg

tallo⁻¹ d⁻¹), senescencia foliar (SF), crecimiento neto foliar (CNF), tasa de crecimiento (TC) y rendimiento de forraje (RF)).

Los datos se analizaron con PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2002). Para seleccionar la matriz de varianza y covarianza se utilizó el Criterio de Información de Akaike. Los efectos entre cortes por edades de rebrote (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56), época del año y sus interacciones, se consideraron fijos y el efecto de bloques fue considerado aleatorio. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad de la diferencia (PDIFF), usando la prueba de “t” de “Student” y un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La TAH y TEH (Cuadro 2) los efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), de estación del año ($P<.0001$) y edad de rebrote ($P<.0001$) ocasionaron que en la época de sequía y lluvia la mayor producción fue en la ER 7 días. La TET (Cuadro 2) presentó mayor producción en las ER 14, 28, 42, 49 y 56 días en sequía y en lluvias las ER 21 y 28 ($P<.0001$). La TSF en la época de sequía (Cuadro 3) presentó mayor cantidad en las ER 21 a 56 días ($P<.0001$). En la época de lluvias la mayor TSF fue en las ER 14, 42 y 56 días. La tasa CNF (Cuadro 4) en las épocas de sequía y lluvia, presentó mayor producción de MS en la ER 7 días.

Cuadro 2. Tasa de Aparición de hojas y elongación de tallos de pasto mulato II, cosechado a diferentes edades de rebrote, en lluvias y seca.

ER	TASA DE APARICIÓN DE HOJAS (hojas tallo ⁻¹ día ⁻¹).		
	Sequía	Lluvias	Promedio
7	0.48Aa	0.46Aa	0.475A
14	0.073BCab	0.112Ca	0.092B
21	0.11Bb	0.165Ba	0.137B
28	0.03Db	0.047Ea	0.038D
35	0.11B	0.095Ca	0.102B
42	0.135Ba	0.059DEb	0.097C
49	0.047Cb	0.09CDa	0.068CD
56	0.043BCa	0.09Ca	0.066CD
Promedio	0.128B	0.139A	
EEM	0.006	0.006	
TASA DE ELONGACIÓN DE TALLOS (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹).			
7	0	0	0C
14	0.34ABab	0.98ABa	0.66B
21	0.52BCb	1.82Aa	1.17A
28	0.27ABCb	1.25Aa	0.76B
35	0.23Cb	0.46BCa	0.34B
42	0.87Aa	0.48BCa	0.67B
49	0.57ABa	0.77BCa	0.67B
56	0.69ABa	0.21Cb	0.45B
Promedio	0.437B	0.747A	
EEM	0.0718	0.0718	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

La mayor TC ($P=0.0004$), en sequía se presentó en las ER 7, 14, 21, 28, 42 y 56 días con 59.13 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ y en lluvias la mayor TC fue la ER 56 días con 100.81 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ (Figura 1). El RF presentó efectos de interacción edad de rebrote por

estación del año, de estación del año y de edad de rebrote ($P<.0001$), presentó en sequía mayor producción en las ER 42, 49 y 56 con 2225 kg MS ha⁻¹ y en lluvias la ER 56 días con 2890 kg MS ha⁻¹, originando con esto que la época de lluvia sea mayor que la de sequía en un 25%.

Cuadro 3. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote, en dos épocas del año.

ER	TASA DE ELONGACIÓN DE HOJA (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)		
	Sequía	Lluvias	Promedio
7	27.93Aa	33.51Aa	30.72A
14	9.75Cb	19.75Ba	14.75B
21	19.86Ba	21.96Ba	18.15B
28	5.6Eb	14.89Ca	10.24D
35	14.39Ba	14.482Ca	14.43C
42	17.28Ba	10.21Db	13.74E
49	7.63CDb	13.92CDa	10.77E
56	6.91DEb	13.19CDa	10.05E
Promedio	13.67B	18.00A	
EEM	0.677	0.843	
TASA DE SENESCENCIA FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)			
7	0	0	0
14	0.64Bb	5.28ABa	2.96
21	3.91Aa	4.392Ba	4.15
28	2.36Aa	2.52Ba	2.44
35	4.38Aa	5.09Ba	4.73B
42	4.14Aa	7.39ABa	5.76AB
49	2.34ABa	5.12Ba	3.73B
56	3.43Ab	16.25Aa	9.84A
Promedio	2.65B	5.75A	
EEM	0.557	0.558	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

Las características estructurales se determinan genéticamente, sin embargo estas pueden ser influenciadas por factores del medio ambiente como, luminosidad, temperatura, disponibilidad de agua y nutrientes (Alexandrino *et al.*, 2004; Dos Santos *et al.*, 2008), Los bajos valores de las TET ($0.27 \text{ mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y los mayores valores de SF ($3.5 \text{ mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}$) en las seis ER de mayor edad, indican que la deficiencia hídrica en la época de sequía (Cuadro 1) ocasiono menor recambio de tejido, observándose poco efecto de las ER.

En sequía las ER 42 y 56 días presentaron mayor rendimiento total en promedio con $1707 \text{ kg MS ha}^{-1}$ con la más alta proporción de hojas, estos resultados muestran flexibilidad del pasto Mulato II. La ER óptima para cosechar el pasto mulato II en secas es de 42 días, sin llegar a perder forraje por SF, acumulación de tallos o material muerto.

En lluvias las ER 49 y 56 días; mostraron mayores rendimientos de MS más altos, sin embargo, la mayor contribución de hojas y menor de tallos la presentó la ER 21 días con 94 y 6% respectivamente. Lo que sugiere que en la época de lluvias la ER 21 días es la recomendada para realizar el corte, ya que se reduce la senescencia foliar, la producción de tallo, material muerto y permite mayor número de cortes.

Cuadro 4. Tasa de crecimiento neto foliar de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote, en dos épocas del año.

ER	TASA DE CRECIMIENTO NETO FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)		
	Sequía	Lluvias	Promedio
7	27.93Aa	33.51Aa	30.72A
14	9.1CDab	14.46BCb	11.78B
21	15.94Ba	19.68Ba	17.81B
28	3.85DEb	12.37BCa	8.11C
35	10.02BCa	9.39Ca	9.70C
42	13.14Ba	0.65Db	6.89C
49	5.3Eb	8.8Ca	7.05D
56	2.34Fa	0	1.17
Promedio	10.95A	11.46A	
EEM	0.793	1.155	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

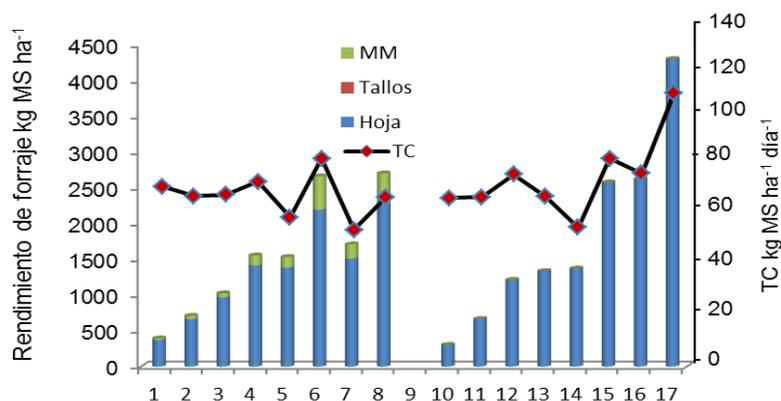


Figura 1. Tasa de crecimiento (TC) y aporte de los componentes morfológicos del pasto Mulato II al rendimiento total del forraje a ocho edades de rebrote en dos épocas del año

CONCLUSIONES

El pasto Mulato II, presentó mayor dinámica durante la época de lluvias, respecto a la época de sequía, por lo que para mejorar la producción, utilización y disminuir pérdidas de forraje por senescencia de hojas, deberá cosecharse en sequía a la ER 42 días y en la época de lluvias a la ER 21.

REFERENCIAS

- Alexandrino E., Nascimento J. D., Mosquim P. R., Regazzi J. A. Cipriano R. F. 2004. Características Morfogênicas e Estruturais na Rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Submetida a Três Doses de Nitrogênio. Revista Bras. Zootec., v.33, n.6, p.1372-1379.
- Dos Santos D. G.; Pacheco B. E. V.; Do Nascimento J. D. De Moura Z. A.; da Silva C. S; y runa A B. 2008. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. R. Bras. Zootec., v.37, n.2, p.189-196.
- Hernández G. A.; Martínez H. P. A., Mena U. M.; Pérez P. J. y Enríquez Q. F. 2002. Dinámica de rebrote en pasto Insurgent (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.), pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Técnica Pecuaria Mexicana, 40(2): 193-205.
- Ramírez R. O.; Hernández G. A.; da Silva C. S.; Pérez P. J., De Souza J. S. J., Castro R. R.; and Enríquez Q. J. F. 2010. Características morfogênicas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes

intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12 (2010): 303
– 311.

SAS. 2002. *SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.)*. Cary NC, USA: SAS I

**CAPITULO II. Artículo enviado. Carta de recepción en la Revista Mexicana de
Ciencias Pecuarias.**

**REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS
PECUARIAS**

**José Manuel Castro Salas, Omar Ramírez Reynoso, Claudia Carreón Corral,
Sila Carneiro da Silva, Anastacio García Martínez, Francisca Avilés Nova**

Re: 428

COMUNICO A USTED(ES) QUE CON FECHA:

19 de mayo de 2014

SE RECIBE SU TRABAJO TITULADO:

**Dinámica de tallos del pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.)
defoliados a ocho edades de rebrote en las estaciones del año**

CUYA CLAVE ES:

428

AGRADECIENDO SU APORTACION A NUESTRA REVISTA, LE(S) INFORMAMOS QUE EL
DICTAMEN SOBRE SU TRABAJO POR PARTE DEL COMITE REVISOR, LE(S) SERA
COMUNICADO POR ESTA EDICION GENERAL DE LA MANERA MAS OPORTUNA.

OBSERVACIONES

Favor de mencionar la clave de su manuscrito en futuras correspondencias respecto al mismo.

ATENTAMENTE


Oscar L. Rodríguez Rivera
Editor Adjunto

c.c.p. Expediente
c.c.p. Minutario

Calle 36 # 215 x 67 y 69, Col. Montes de Amé, 97115 Mérida, Yuc.
Tel. y Fax 01(999) 941.50.30
E-mail: rodriguez_oscar@prodigy.net.mx

DINÁMICA DE TALLOS DEL PASTO INSURGENTE (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) DEFOLIADOS A OCHO EDADES DE REBROTE EN LAS ESTACIONES DEL AÑO

DYNAMIC OF STEMS OF TROPICAL GRASS *Brachiaria brizantha* (Hochst. Stapf.) DEFOLIATED AT EIGHT AGES OF REGROWTH DURING THE EACH OF THE YEAR'S SEASONS

José Manuel Castro Salas¹, Omar Ramírez Reynoso², Claudia Carreón Corral¹, Sila Carneiro da Silva³, Anastacio García Martínez⁴, Francisca Avilés Nova^{4*}

¹ *Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero. Iguala de la Independencia, Guerrero*

² *Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia: Costa Chica. Universidad Autónoma de Guerrero.*

³ *Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Departamento de Zootecnia. Piracicaba, SP, Brasil*

⁴ *Universidad Autónoma del Estado de México -Centro Universitario UAEM- Temascaltepec. C.P. 51300. Km. 67.5 carretera Toluca – Temascaltepec*

**Autor de correspondencia: franavilesnova@yahoo.com.mx*

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la dinámica de los tallos del pasto Insurgente a través de las variables: densidad poblacional de tallos (DPT), tasa de aparición de tallos (TAT), tasa de mortalidad de tallos (TMT) e índice de estabilidad (IE), defoliado

a ocho edades de rebrote (ER; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días) en primavera, verano, otoño e invierno. Las ER se distribuyeron en 32 parcelas (6 m²) mediante un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La mayor DPT en primavera ($P<0.0362$) se presentó en las ER 14 a 56 (579.7 tallos m⁻²), en verano ($P<0.0362$) en las ER 42, 49 y 56 (1159 tallos m⁻²), en otoño no existió diferencias significativa en las ER ($P>0.05$) (887.1 tallos m⁻²) y en invierno ($P<0.0362$) en las ER 35, 42, 49 y 56 días (568.5 tallos m⁻²). El mayor IE en primavera se presentó en las ER 7 y 14 (1.16) ($P=0.0001$), en verano en las ER 7 a 42 (1.12) ($P=0.0001$), en otoño en las ER 14 y 21 (1.23) ($P=0.0001$) y en invierno en la ER 28 (1.07) ($P=0.0001$). La dinámica de tallos de Insurgente presentó ajuste continuo en las edades de rebrote en las estaciones del año. Para no afectar la estabilidad poblacional y persistencia en la pradera, en verano y otoño deberá cosecharse cada 21 días y en primavera e invierno a los 35 días, debido a que en estas edades presentó alta densidad poblacional de tallos, altas tasas de aparición y baja tasa de mortalidad con índices de estabilidad >1 .

PALABRAS CLAVES: *Brachiaria brizantha*, tallos, edad de rebrote, tasa de aparición, tasa de muerte, tasa de mortalidad, Índice de estabilidad

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the dynamic of tropical grass stems through the following variables: population density of stems (PDS), rate of stem appearance (RSA), stem mortality rate (SMR) and stability index (SI), defoliated at eight ages of regrowth (AR; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 and 56 days) in spring, summer, autumn and winter. The AR were distributed in 32 lots (6 m²) through a completely randomized block design, with four repetitions. The highest PDS in spring ($P < 0.0362$) was found in the AR 14 to 56 (579.7 stems m²), in summer ($P < 0.0362$) in the AR 42, 49 and 56 (1159 stems m²), in autumn there were no significant differences in the AR ($P > 0.05$) (887.1 stems m²) and in winter ($P < 0.0362$) in the AR 35, 42, 49 and 56 days (568.5 stems m²). The highest SI in spring was found in AR 7 and 14 (1.16) ($P = 0.0001$), in summer in the AR 7 to 42 (1.12) ($P = 0.0001$), in autumn in the AR 14 and 21 (1.23) ($P = 0.0001$) and in winter in the AR 28 (1.07) ($P = 0.0001$). The dynamic of tropical grass stems made a continuous adjustment in the regrowth ages during the year's four seasons, determined by the dynamic balance between the stems' emergence rate and senescence. In order not to affect the population stability and persistence in the meadow of tropical fodder, it should be harvested in summer and autumn every 21 days and in spring and winter every 35 days, because the highest density of stems, the highest rate of appearance and lowest rate of mortality and stability indices > 1 .

Keywords: *Brachiaria brizantha*, stems, regrowth age, rate of appearance, death rate, mortality rate, stability index.

INTRODUCCIÓN

Las praderas son entidades complejas formadas por la asociación de componentes bióticos y abióticos que interactúan entre sí, con particularidades relativas a su ambiente, tipo de suelo, morfogénesis de las plantas y a los animales, que en general definen el “ecosistema pradera”^(1,2).

El rendimiento y acumulación de biomasa de una pradera se desarrollan de manera dinámica, influenciadas por las interrelaciones entre las variaciones ambientales de las estaciones del año y las prácticas de manejo de la defoliación (frecuencia, intensidad y momento). Conocer las interrelaciones entre la práctica de manejo de la defoliación y la respuesta de las plantas es importante para fundamentar la planeación y desarrollar estrategias eficientes en el manejo de las praderas en las estaciones del año.

Los tallos son las unidades básicas de crecimiento, para incrementar la productividad y sobre todo la sobrevivencia de las comunidades de plantas de gramíneas forrajeras⁽³⁾. La persistencia de las praderas depende de la capacidad de sus plantas para renovar los tallos muertos⁽⁴⁾. Para obtener persistencia en una pradera es necesario mantener un equilibrio dinámico y armónico entre los procesos de muerte y aparición de tallos⁽⁵⁾. El balance entre aparición y muerte de tallos es extremadamente dependiente del método de defoliación usado y lo determinan el índice de área foliar, el cual es el factor gobernante de la producción de tallos. La densidad poblacional de tallos corresponde a un mecanismo de sobrevivencia que las plantas forrajeras tienen para promover ajuste en el índice de área foliar, de acuerdo con el régimen de defoliación usado⁽⁶⁾. Siendo importante conocer cómo ocurre el crecimiento de tallos,

para crear estrategias y controlar la acumulación excesiva de este componente morfológico, pero sin suprimirlo ⁽⁷⁾.

La dinámica de tallos presenta un ajuste continuo y es determinado por un balance dinámico entre la tasa de emergencia y senescencia de tallos⁽⁸⁾. Para analizar mejor el efecto de variación significativa en la tasa de mortalidad y de aparición de tallos, es importante medir la combinación de ambos efectos ⁽⁹⁾. Esto puede realizarse a través del índice de estabilidad de la población ⁽¹⁰⁾. La estabilidad poblacional de las plantas, garantiza su persistencia en la pradera sobre todo en épocas con deficiencia hídrica y/o con bajas temperaturas ⁽¹¹⁾. Las condiciones ambientales son determinantes básicos de la distribución de las densidades poblaciones de tallos a lo largo de las estaciones del año ⁽¹²⁾.

En México el pasto insurgente está ampliamente difundido en el trópico húmedo, por su amplio rango de adaptación, buen rendimiento y aceptable valor nutritivo, sin embargo, la edad de defoliación y la variación climáticas a través del año interfiere en la estacionalidad de la producción, productividad y la calidad del forraje ⁽¹³⁾.

En el trópico seco existe poca información disponible sobre la dinámica de tallos del pasto insurgente, siendo necesario estudiar sus patrones estacionales de crecimiento y su respuesta a factores estacionales y de manejo de defoliación. El objetivo del trabajo fue evaluar la dinámica de los tallos del pasto Insurgente a través de las variables: densidad poblacional de tallos (DPT), tasa de aparición de tallos (TAT), tasa de mortalidad de tallos (TMT) e índice de estabilidad poblacional (IE), defoliado

a ocho edades de rebrote (ER; 7,14, 21,28, 35, 42, 49 y 56 días) en primavera, verano, otoño e invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una pradera de pasto Insurgente establecida en junio de 2011, en la localidad de Zacazonapan Estado de México (19°04' 45.09" N, 100° 15' 07.19" O) a 1370 msnm.

De acuerdo con la clasificación de Köopen el clima es cálido subhúmedo AW_2 , con lluvias en verano. La temperatura máxima y mínima durante el estudio fue de 29.3°C y 14.6°C respectivamente (Figura 1). La precipitación de 1231.4 mm y la humedad relativa de 73%. El suelo es de textura arcillo-limo-arenoso, con pH 6.4, P= 5.5 mg/kg, MO = 5.3 g/kg, NT= 0.265 g/kg, ND= 0.013 g/kg.

El pasto se sembró manualmente en junio de 2011, la densidad de siembra fue de 5 kg/ha, con separación de 50 cm entre surcos y plantas. Se fertilizó con 100 kg de N/ha y 60 kg de P/ha. Los tratamientos consistieron en ocho edades de rebrote (ER): 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días, las cuales se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 4 x 1.5 m (6.0 m²). Los tratamientos se evaluaron en las estaciones del año (EA) primavera (17 abril-13 junio 2012), verano (10 julio-4 septiembre 2012), otoño (7 octubre-2 diciembre 2012) e invierno (9 enero-6 marzo 2013).

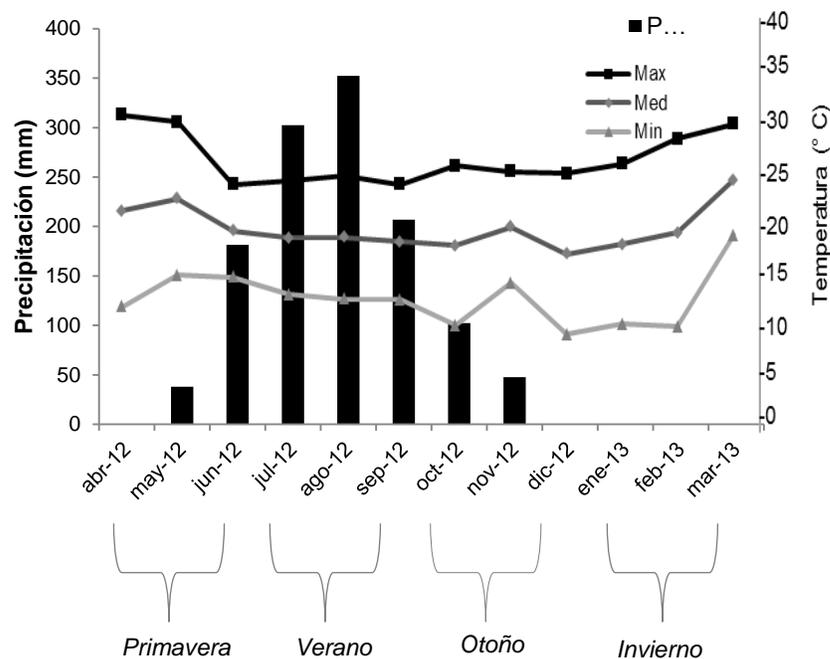


Figura 1. Precipitación, temperatura máxima, media y mínima durante el período experimental en las estaciones del año (abril del 2012 a marzo del 2013).

Variables de estudio

Para determinar el número de tallos vivos y muertos, al inicio de cada análisis de crecimiento (época), en una unidad experimental en la parte central, se marcó un área de 1 m², en ésta se registró el número de plantas y se seleccionó una planta representativa (altura promedio de plantas) de la unidad experimental, en la que se marcaron los tallos vivos, con anillos de cable de color blanco, y fueron considerados como población inicial. Posteriormente, con frecuencia semanal durante cada análisis, los tallos nuevos se marcaron con anillos de diferente color para cada generación, los tallos muertos se contaron y se les retiró el anillo.

Estos valores se multiplicaron por el número de plantas m^{-2} , con estos datos se estimó: la densidad poblacional de tallos (DPT; tallos m^{-2}) y las respectivas tasas semanales de aparición (TAT) y muerte (TMT) (tallos $100 \text{ tallos}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) mediante la metodología usada por los autores⁽⁴⁾⁽¹⁴⁾.

DPT= N° de tallos vivos existentes en cada muestreo.

$$TAT = \frac{\text{N° de tallos nuevos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

$$TMT = \frac{\text{N° de tallos muertos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

Para calcular el índice de estabilidad (IE), se utilizó la ecuación usada por los autores⁽⁶⁾

$$P_f/P_i = TST (1+TAT)$$

Dónde: P_f/P_i corresponde al índice de estabilidad (IE) correspondiente a la relación entre la población de tallos en la edad de rebrote por semana por estación f y la edad de rebrote por la semana por la estación i; TST es la tasa de sobrevivencia de tallos en edad de rebrote por semana por estación ($TST = 100 - TMT$), TAT es la tasa de aparición de tallos en edad de rebrote por semana por estación. El desarrollo teórico de la fórmula arriba mencionada se basa en técnicas desarrolladas por Leslie⁽¹⁵⁾, usando una matriz algebraica para estudiar la dinámica de población. Básicamente, si el IE es menor que 1, esto significa que los tallos aparecidos son relativamente

menores que los que sobreviven por determinado periodo de tiempo, indicando inestabilidad de la población de tallos en la pradera.

ANÁLISIS DE DATOS

Los datos agrupados se analizaron con el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS^{®(16)}, versión 9.2 para Windows[®]. Cuando no se cumplió el supuesto de normalidad las variables fueron transformadas, lo cual se realizó de acuerdo con las sugerencias de SAS[®]. Para seleccionar la matriz de varianza y covarianza se utilizó el Criterio de Información de Akaike⁽¹⁷⁾, con lo cual se determinaron los efectos de las fuentes de variación: ER (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56), EA (primavera, verano, otoño e invierno) y las interacciones (ER*EA), estas fuentes se consideraron fijas y el efecto de bloques fue considerado aleatorio⁽¹⁸⁾. Las medias de los tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad de la diferencia (PDIFF), basado en la prueba de “t” de “Student” a un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dinámica de tallos presenta un ajuste continuo y es determinado por el balance dinámico entre la tasa de aparición y la tasa de muerte de tallos⁽⁸⁾. La densidad poblacional de tallos (DPT) del forraje insurgente, fue afectada por la edad de rebrote ($P < 0.0362$), la estación del año ($P < 0.0001$) y la interacción ER*EA ($P < 0.0001$), con altos valores registrados ($P < 0.0362$) en las estaciones del año, en praderas cortadas

en las edades de rebrote 28, 35, 42, 49 y 56 días (en promedio 807 tallos m⁻²; Cuadro 1) y los valores más bajos se encontraron en las edades de rebrote 7, 14 y 21 días (en promedio 596 tallos m⁻²; Cuadro 1). La baja DPT en las primeras edades de rebrote en las estaciones del año, se podría relacionar con la disminución de reservas de nutrientes de la planta por el efecto del corte de uniformidad, además de que la planta pudo utilizar parte de las reservas para la aparición y elongación de hojas.

Cuadro.1. Densidad poblacional de tallos (DPT) del pasto Insurgente, defoliado a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	DENSIDAD POBLACIONAL DE TALLOS (tallos/m ²)								
	Primavera	EEM	Verano	EEM	Otoño	EEM	Invierno	EEM	promedio
7	455Bb	158.1	569Fa	134.8	572Aa	271.3	487Ca	122.19	520.8D
14	483ABb	155.7	699Ea	134.8	717Aab	271.3	494Cb	122.19	598.2CD
21	536Ab	155.7	784DEa	136.2	874Aab	271.3	487Cb	122.19	670.2BCD
28	563Ac	155.7	892CDa	134.8	970Aab	271.3	518BCbc	122.19	735.8ABC
35	610Ac	155.7	1004BCa	134.8	1071Aab	271.3	551ABbc	122.19	809.0AB
42	659Ab	155.7	1124Aba	134.8	1132Aab	271.3	561ABb	122.19	869.0A
49	605Ab	155.7	1189Aa	134.8	900Ab	305.7	576Ab	122.19	817.6AB
56	602Ab	155.7	1164Aba	134.8	861Aab	305.7	586Ab	122.19	803.1ABC
Prom	564.2C	0.07	928.1 ^a	0.03	887.1B	0.12	532.5C	0.01	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote, Prom = Promedio

En relación a la estación del año, los valores más altos en la DPT, se registraron en verano (928.1 tallos m⁻²) ($P < 0.0001$) y los más bajos durante invierno y primavera (en promedio 548 tallos m⁻²; Cuadro 1). En verano la alta DPT se relacionó con la alta tasa de aparición de tallos (13.97 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹ Cuadro 2), la baja tasa de mortalidad (2.3 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹ Cuadro 3) y a las condiciones favorables de temperatura y precipitación (Figura 1). Además en esta estación la planta presentó mayor tasa de aparición de hojas (datos sin publicar) y posiblemente mejor eficiencia de utilización de luz, la cual pudo alcanzar la base de la planta y favorecer el incremento de la DPT. En *Brachiaria brizantha* cv. Insurgente, la competencia por luz aumenta constantemente durante el periodo de rebrote, pero es modificada en cada corte, al modificar la altura del forraje, originando rápidos cambios en la cantidad y calidad de luz que alcanza la base de la planta, así como la estructura de la cubierta ⁽²⁾.

En verano las ER 42, 49 y 56 presentaron mayor DPT (promedio 1159 tallos m⁻². Cuadro 1) ($P < 0.0362$). La alta DPT en la ER 42 se relacionó con alta tasa de aparición de tallos (14.57 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹) y baja tasa de mortalidad. La ER 49 presentó baja TAT (6.91 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹) y baja tasa de mortalidad (1.15 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹) y en la ER 56 a pesar de existir alta DPT, existió baja tasa de aparición (3.25 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹) y alta tasa de mortalidad de tallos (3.83 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹), lo que indica que en verano al incrementar el intervalo de corte (ER 56) y a pesar de existir alta DPT, aparecieron menos tallos (esto también se podría relacionar con la presencia de tallos reproductivo) y los que aparecieron murieron pronto. La DPT en *Brachiaria brizantha*,

no puede ser considerada un adecuado indicador de la productividad y longevidad de la pradera cuando es usada en forma aislada ⁽⁶⁾.

La disminución en la DPT en invierno (532.5), se relacionó con la nula precipitación y la disminución de la temperatura (Figura 1), lo que limitó la tasas de aparición de tallos (6.19 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹), sin embargo, la tasa de mortalidad bajó (2.96 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹), lo cual pudo ser un mecanismo de la planta para compensar la reducción de la tasas de aparición, donde los macollos existentes permanecieron vivos durante más tiempo con el fin de mantener la estabilidad de la población de tallos y asegurar la persistencia de las plantas. En Tifton 85 se presentó alta renovación de tallos a finales de invierno, debido a que las tasas de aparición de tallos (50.4%) fueron mayores que las tasas de muerte (20.0%), originando aumentos en la densidad de población de tallos (9413 tallos m⁻²)⁽¹²⁾ (Carvahlo et al., 2000).

En el invierno la mayor DPT se presentó en las ER 35, 42, 49 y 56 días (en promedio 568.5 tallos /m²) ($P < 0.0362$). En la ER 35, la tasa de aparición de tallos fue alta (10.0 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹ Cuadro 2) y la tasa de mortalidad baja (3.69 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹ Cuadro 3), lo que indica que existe equilibrio entre los tallos de la pradera. En las ER 42, 49 y 56 la TAT disminuyó (3.07, 4.31 y 4.12 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹ respectivamente), lo cual se relacionó principalmente con la ausencia de precipitación y disminución de la temperatura (Figura 1). El comportamiento anterior es similar a lo reportado por algunos autores⁽¹⁹⁾, donde la reducción en la aparición de tallos en *Brachiaria brizantha* cv Insurgente, en el cuarto ciclo de corte (con pastoreo en noviembre), se asoció con el inicio de la época de

nortes, que se caracteriza por alta nubosidad y menor temperatura ambiental y fotoperiodo; por el contrario alta temperatura ambiental y largo fotoperiodo, favorecen el crecimiento y maduración de tallos, aumentando la densidad de población de tallos en verano y otoño.

En primavera la alta tasa de aparición de tallos ($11.18 \text{ tallos } 100 \text{ tallos}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) y baja tasa de muerte de tallos ($1.55 \text{ tallos } 100 \text{ tallos}^{-1} \text{ semana}^{-1}$), logró incrementar la DPT a $564.2 \text{ tallos m}^{-2}$, esto se corrobora con el índice de estabilidad 1.06, que indica, que la planta presentó una población estable con tendencia a aumentar en esta estación.

En primavera las edades de rebrote 14 a 56 presentaron mayores DPT (promedio $579.7 \text{ tallos /m}^2$), sin embargo, se observó poca dinámica en la DPT, no obstante que presentaron altas TAT y baja TMT en las ER (7, 21, 35 y 42 Tabla 3) lo cual se relacionó probablemente con la presencia esporádica de lluvias en el mes de mayo (38.02 mm), y a la aparición de tallos y hojas debido quizás a la presencia de humedad producida por las lluvias en ese momento. En las ER 49 y 56 la TAT disminuyó (4.34 y 5.41), lo cual se relaciona con la disminución de la precipitación (Figura 1). En primavera reportan que el pasto Tifton 85, mantuvo la densidad poblacional de tallos debido a que la tasa de mortalidad y aparición de tallos se mantuvieron semejantes ⁽¹²⁾.

En otoño se observó poca dinámica en la DPT, las ER no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) (en promedio $887.1 \text{ tallos /m}^2$).

Cuadro 2. Tasa de aparición de tallos (TAT) del pasto insurgente defoliado a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE APARICIÓN DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)								
	Primavera	EEM	Verano	EEM	Otoño	EEM	Invierno	EEM	Promedio
7	13.98Aba	4.23	13.47Aba	4.38	3.94Cb	4.849	7.3BCa	0.841	9.67CD
14	12.29Aa	4.23	26.65Aa	4.38	31.68Aa	4.849	3.71Db	0.841	21.08 ^a
21	14.36ABCb	4.23	19.93Aa	4.38	25.96Aa	4.849	1.22Ec	0.841	15.36B
28	6.33Cb	4.23	11.64ABa	4.38	18.6ABa	4.849	11.74Aa	0.841	12.08BC
35	12.2Aba	4.23	15.38ABa	4.38	15.38ABa	4.849	10.02ABa	0.841	13.24BC
42	10.62ABCa	4.23	14.57ABa	4.38	9.6Ba	4.849	3.07Db	0.841	9.47CD
49	4.34Ca	4.23	6.91Ba	4.38	4.03Ca	4.849	6.82Ca	0.841	5.52DE
56	5.41BCab	4.23	3.25Cb	4.38	0.36Dc	4.849	5.64Ca	0.841	3.66E
Prom	11.18AB	4.23	13.97A	4.38	13.69A	4.848	6.19C	0.841	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = error estándar de la media. ER = Edad de rebrote, Prom = Promedio

La tasa de aparición de tallos (TAT) fue afectada por la edad de rebrote ($P < 0.0001$), la estación del año ($P < 0.0001$) y por la interacción ER*EA ($P < 0.0001$), con altos valores registrados en la pradera defoliada a la edad de rebrote 14 días en las estaciones del año (promedio 21.08 tallos/100 tallos semana⁻¹), lo cual pudo ser consecuencia de una mayor disponibilidad de luz en la base de la pradera debido a la menor altura promedio que presentó en esa ER el forraje en las estaciones del año (23.0 cm). Sin embargo, la DPT fue baja (598.2 tallos m²), lo cual se podría relacionar con el bajo número de brotes iniciales de las praderas ya que estaba reciente su establecimiento. Los valores más bajos de la TAT se registraron cuando fue defoliado en las edades de rebrote 49 y 56 días (promedio 4.59 tallos 100 tallos⁻¹

semana⁻¹), lo cual se podría relacionar con una menor disponibilidad de luz en la base del dosel, debido a que el forraje presentó mayor altura (32.17 cm). Reportan altas tasas de aparición de tallos en praderas de *Brachiaria brizantha* mantenidas a 10 cm, como consecuencia probable de la gran disponibilidad de luz en la base de la pradera y altas tasas de aparición de hojas ⁽⁶⁾.

En las estaciones del año los valores más altos de TAT se presentaron en primavera, verano y otoño (en promedio 12.95 tallos/100 tallos semana⁻¹) ($P < 0.0001$) y los valores más bajos durante el invierno (promedio 6.19 tallos/100 tallos semana⁻¹). La alta TAT en verano y otoño, se relacionó con la alta DPT (Cuadro 1), lo cual pudo deberse mejores condiciones ambientales de temperatura y precipitación (Figura 1) y probablemente a una mejor eficiencia de utilización de luz. Altas tasas de aparición de tallos en *Brachiaria brizantha* a finales de primavera y verano, pueden ser el resultado de mejores condiciones ambientales, comparadas con invierno e inicio de primavera, tiempos del año caracterizados por severa deficiencia de agua en el suelo y a los más bajos valores de TAT registrados ⁽⁶⁾. Altas tasas de aparición en tallos basales (0.012 tallos 100 tallos⁻¹. Día⁻¹), reportan en *Panicum máximum* Mombaza en verano cuando existió disponibilidad de penetración de luz en el dosel y cuando las condiciones ambientales fueron favorables⁽⁸⁾. La TAT en verano (13.97 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹) fue menor a la reportada por otros autores⁽⁴⁾ en *Panicum máximum* cv Mombaza cortado a diferentes intervalos de corte (3, 5 y 7 semanas) (38 tallos 100 tallos⁻¹ mes⁻¹) en la época de lluvias correspondiente a verano.

El análisis de la TAT mostró en primavera la mayor TAT en las ER 7, 14, 21, 35 y 42 (promedio 14.7 tallos/100 tallos semana⁻¹)($P<0.0001$) y la menor a los 28, 49 y 56 días (en promedio 5.36 tallos/100 tallos semana⁻¹). En verano la mayor TAT se presentó en las ER 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días (promedio 16.9 tallos/100 tallos semana⁻¹) ($P<0.0001$) y la menor en las ER (42, 49 y 56, sin embargo, los tallos existentes permanecieron vivos durante más tiempo, ya que se presentó menor TMT en esas edades de rebrote (Cuadro 3) con el fin de mantener la estabilidad de la población de tallos y asegurar la persistencia de las plantas. La menor TAT. en las edades de rebrote 42, 49 y 56), se relacionó con el incremento en la altura de las plantas (datos no publicados), lo que pudo disminuir la cantidad y calidad de luz a través del dosel por el efecto de sombra de las plantas

En otoño la mayor TAT se presentó a los 14, 21, 28 y 35 días de rebrote (promedio 19.7 tallos/100 tallos semana⁻¹)($P<0.0001$) y la menor en la ER 56 (0.36 tallos/100 tallos semana⁻¹) cuando la precipitación y la captación de luz en la base de la planta disminuyeron. Lo cual coincide con la disminución de tallos emergidos de *Paspalum atratum* cv Pojuca, sometido a pastoreo rotacional y atribuido a la disminución gradual de la precipitación al final de la época de lluvias⁽²⁰⁾.

En invierno la mayor TAT se presentó a los 28 y 35 días (promedio 10.88 tallos/100 tallos semana⁻¹) ($P<0.0001$) y la menor a los 14 y 42 días (promedio 3.39 tallos/100 tallos semana⁻¹), lo que se relaciona en la ER 42 con la menor tasa de mortalidad (1.32 tallos/100 tallos semana⁻¹) lo que significa que los tallos permanecieron más tiempo vivos, para compensar la reducción de la TAT. *Brachiaria brizantha* para

compensar la reducción de las tasas de aparición de tallos cuando es mantenida de 10 a 30 cm de altura post pastoreo en el verano y finales de primavera, los macollos existentes permanecen vivos durante más tiempo con el fin de mantener la estabilidad de la población de tallos y asegurar la persistencia de las plantas ⁽⁶⁾.

Cuadro 3. Tasa de muerte de tallos (TMT) del pasto Insurgente defoliado a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE MUERTE DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)								
	Primavera	EEM	Verano	EEM	Otoño	EEM	Invierno	EEM	Prom
7	0.01Cab	0.994	2.15Ba	1.231	0.01Cb	2.22	0.01Cb	0.491	0.54B
14	2.08ABCc	0.994	1.86Bbc	1.231	9.46ABab	2.22	2.26Aa	0.491	3.91A
21	1.89ABCb	0.994	4.32ABab	1.231	6.17Aa	2.22	2.64Aa	0.491	3.75A
28	0.9ABb	0.994	1.47ABab	1.231	8.43Aa	2.22	5.35Aa	0.491	4.03A
35	2.95Aa	0.994	1.57ABa	1.231	5.73Aa	2.22	3.69Aa	0.491	3.48A
42	2.72ABab	0.994	2.06ABab	1.231	5.38Aa	2.22	1.32Bb	0.491	2.86A
49	0.69BCb	0.994	1.15ABab	1.231	3.3Aa	2.22	4.31Aa	0.491	2.36AB
56	1.17BCb	0.994	3.83Aa	1.231	1.61Bb	2.22	4.12Aa	0.491	2.68A
Prom	1.55C	0.994	2.3B	1.231	5.01A	2.22	2.96B	0.491	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = error estándar de la media. ER = Edad de rebrote, Prom = Promedio

Cuando la planta forrajera es sometida a estrés, ésta inicia un proceso adaptativo, por medio de cambios fisiológicos de corto plazo para intentar mantener su equilibrio dentro de la comunidad de plantas, si el estrés persiste o aumenta su intensidad, las respuestas ya no son eficaces y deben ser combinadas con respuestas morfológicas

(aparición y muerte de tallos)⁽²¹⁾. En las plantas forrajeras manejadas a diferentes intervalos de corte en cada estación del año, es importante identificar el momento adecuado para realizar los cortes de la población de tallos, siendo uno de los factores determinantes de la producción y de las características estructurales de los pastos ⁽⁴⁾.

La tasa de mortalidad de tallos (TMT) fue afectada por la edad de rebrote ($P < 0.0001$), la estación del año ($P < 0.0001$) y por la interacción ER*EA ($P < 0.0012$), con altos valores registrados en la pradera defoliada a las ER de 14 a 56 días (promedio 3.29 tallos/100 tallos semana⁻¹) y con bajos valores cuando fue defoliada a la ER de 7 días (0.54 tallos/100 tallos semana⁻¹).

En relación a la estación del año, los valores más altos en la TMT se registraron en otoño (5.01 tallos/100 tallos semana⁻¹) ($P < 0.0001$) lo cual fue compensado con alta TAT (13.69 tallos/100 tallos semana⁻¹), siendo esto un mecanismo dinámico y balanceado entre los procesos de aparición y mortalidad de tallos con el fin de mantener la población de macollos estables ⁽¹⁾.

En primavera existió baja TMT (1.55 tallos/100 tallos semana⁻¹), sin embargo, la TAT en las últimas edades de rebrote (49 y 56) fue baja (4.87 tallos/100 tallos semana⁻¹), esto sugiere un mecanismo compensatorio que tiende a limitar la población de tallos en una condición dada. En este trabajo se presentó la mayor temperatura y escasa precipitación (Figura 1). El pasto *Brachairia decumbens* cv. Basilisk a 15-25 cm de altura presentó menor tasa de senescencia en invierno (13.2 tallos/100 tallos

semana⁻¹), lo que redujo la cantidad de tejidos muertos en su estrato inferior propiciando mayor luminosidad en las yemas basales, estimulando la aparición de tallos principalmente cuando las condiciones del ambiente le favorecen ⁽²²⁾.

La tasa de mortalidad de tallos (TMT) en las edades de rebrote y estaciones del año, mostró que en primavera la mayor tasa se presentó en las edades de rebrote 14, 21, 28, 35 y 42 días (promedio 2.1 tallos/100 tallos semana⁻¹)($P < 0.0001$) y la menor en la ER 7 (0.01 tallos/100 tallos semana⁻¹).

En verano la mayor TMT se presentó en las ER 21 a 56 (promedio 2.4 tallos/100 tallos semana⁻¹)($P < 0.0001$) y la menor en las ER 7 y 14 (promedio 2.0 tallos/100 tallos semana⁻¹). En otoño la mayor TMT se presentó en las ER de 14 a 49 (promedio 6.5 tallos/100 tallos semana⁻¹) ($P < 0.0001$) y la menor en la ER 7 (0.01). En invierno la mayor TMT se presentó en la ER 14, 21, 28, 35, 49 y 56 (promedio 3.73 tallos/100 tallos semana⁻¹) ($P < 0.0001$) y la menor en la ER 7 (0.01).

Para analizar mejor el efecto de variación significativa en la tasa de mortalidad y de aparición de tallos, es importante medir la combinación de ambos efectos ⁽⁹⁾. Esto puede realizarse a través del índice de estabilidad de la población, donde valores menores a 1 indican, que la aparición de nuevos tallos no es suficiente para compensar la tasa de mortalidad y, por lo tanto la población tiende a disminuir. Valores mayores de 1, indican estabilidad poblacional de tallos con tendencia a incrementar. Valores cercanos a 1 indican una población estable de tallos, en la cual el número de tallos apenas varía, a pesar de ser un resultado de un balance dinámico ⁽¹⁰⁾.

El índice de estabilidad poblacional de tallos (IE; Figura 2) fue afectado por la ER ($P=0.0001$), EA ($P=0.0001$) y de la interacción ER*EA ($P=0.0001$). Con altos valores registrados en las ER 14 y 21 (promedio 1.12; Figura 2) en las estaciones del año, lo cual indica que en estas edades la planta se encontraba en una situación de reserva.

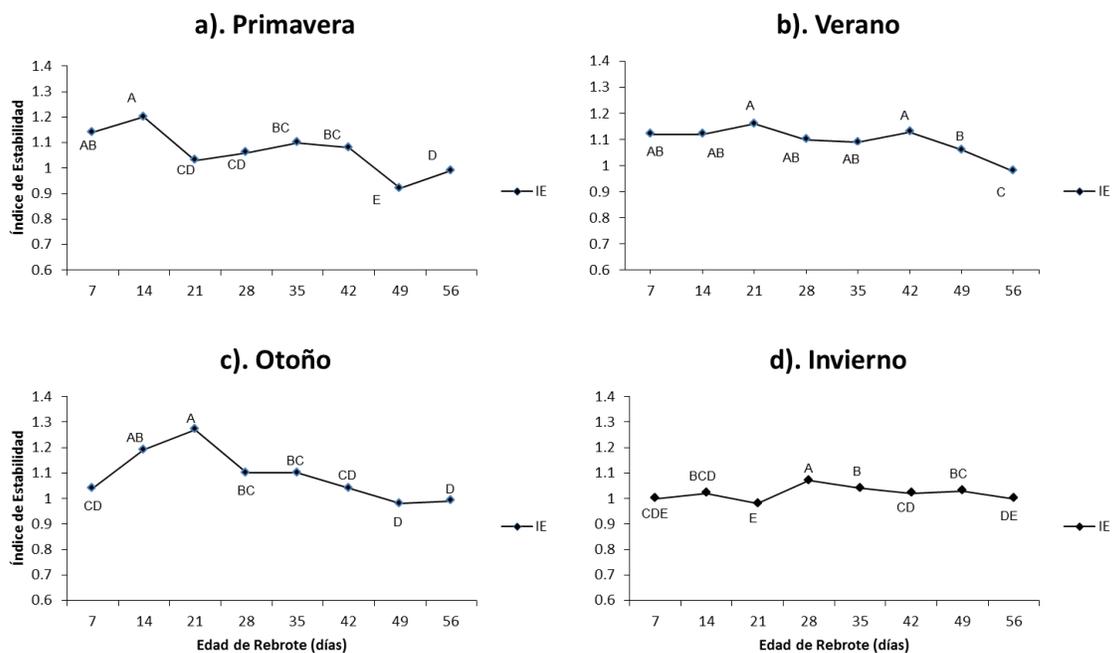


Figura 2. Índice de estabilidad poblacional de tallos (IE) del pasto Insurgente defoliado a ocho edades de rebrote durante primavera (a), verano (b), otoño (c) e invierno (d).

En relación con la estación del año los IE más altos fueron registrados en verano y otoño (promedio 1.09) ($P=0.0001$) y los más bajos en invierno (1.01). Índices de

estabilidad cercanos a 1 y similares a este trabajo reportan en tallos del pasto guinea cv. Mombaza donde los valores tuvieron poca variación, con tendencia a un ligero aumento en las lluvias, una reducción en el invierno/primavera y una estabilización del IE a 1.0 en el verano ⁽⁸⁾. Así como también en *Panicum máximum* cv. Tanzania el índice de estabilidad se mantuvo por encima de 1 en el período experimental con la estrategia de manejo (frecuencia: 90 y 95% y altura post pastoreo: 30 y 50 cm) no comprometiendo la estabilidad de tallos en la pradera⁽²³⁾.

El IE en primavera presentó valores altos a las ER 7 y 14 (Promedio 1.16; Figura 2a)($P=0.0001$). El valor más bajo se presentó a los 49 días (0.92), lo que sugiere que la emergencia de los tallos no fue suficiente para compensar la TMT y la población tendió a disminuir (Figura 2a). El IE de verano mostró valores altos en las ER 7 a 42 (promedio 1.12: Figura 2b) ($P=0.0001$). y el más bajo a los 56 días (0.98). En Otoño el IE fue mayor en las ER 14 y 21 (promedio 1.23: Figura 2c) y bajos en las ER 42, 49 y 56 (1.0) ($P=0.0001$). En invierno el valor más alto se presentó en la ER 28 (1.07: Figura 2d) ($P=0.0001$) y el más bajo en las ER 7, 21 y 56 (promedio 1.0). Altos IE, en las edades de rebrote de las estaciones significan que existe una situación de estabilidad y persistencia de la pradera, debido al incremento en la población de tallos. Resultados similares reporta Zanine *et al*⁽²³⁾ en *Panicum máximum* cv. Tanzania, que el IE alcanzó un pico en el verano (>2.0), indicando un incremento en la densidad poblacional de tallos, marcado por una mayor tasa de aparición de tallos y tasa de muerte de tallos, lo cual indica una elevada capacidad de renovación de los tallos pero sin comprometer la estabilidad. En *Brachiaria brizantha* pastoreadas continuamente en diferentes épocas del año y con fertilización

nitrogenada (150, 300 y 450 kg/ha) que el IE no vario con las dosis de N, solamente existió efecto de la época del año, siendo menor a 1.0 en otoño/invierno e inicio de primavera, una vez que el aumento en sobrevivencia de tallos no fue capaz de compensar las reducciones en la aparición de tallos, sin embargo, la recuperación de esos índices fue a finales de primavera lo que evidencia la capacidad de producción de tallos y la recuperación del forraje cuando las condiciones favorables de temperatura y precipitación son restablecidas⁽²⁴⁾.

CONCLUSIONES

La dinámica de tallos de Insurgente presentó ajuste continuo en las edades de rebrote en las estaciones del año, determinado por el balance dinámico entre la tasa de aparición muerte de tallos. Para no ser afectada la estabilidad poblacional y persistencia en la pradera, en verano y otoño deberá cosecharse cada 21 días y en primavera e invierno a los 35 días, debido a que en estas edades presentó alta densidad poblacional de tallos, altas tasas de aparición y baja tasa de mortalidad con índices de estabilidad >1.

REFERENCIAS

1. Da Silva SC, Júnior DN, Euclides VPB. Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Universidad Federal de Vicosa, Departamento de Zootecnia. 2008.115p.
2. Difante GS, Júnior DN, Da Silva SC, Euclides VPB, Montagner DB, Silveira MCT, *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a

- combinações de alturas e intervalos de corte. R Bras Zootec 2011; 40(5): 955-963.
3. Hodgson J Grazing management: science into practice. Hong Kong: Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.
 4. Ramírez RO, Da Silva SC, Hernández GA, Enríquez QJF, Pérez PJ †, Quero CAR *et al.* Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv Mombaza, cosechado en diferentes intervalos de corte. Rev Fitotec Mex 2011; 34(3): 213 – 220.
 5. Paiva AJ. Dinâmica de populacao de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv. Napier submetido a estrategias de pastejo rotativo. [Tesis de Doctorado]. Piracicaba Brasil: Universidade de Sao Paulo; 2013.
 6. Sbrissia AF, Da Silva S C, Sarmiento DOL, Molan LK, Andrade FME, Goncalves AC, *et al.* Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. Plant Ecol 2010; (206): 349-359.
 7. Da Silva SC. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. Proceedings of Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, UFPR, Curitiba, Brazil, 2004.
 8. Montagner DB, Junior DN, Vilela HH, Sousa BML, Euclides VPB, Da Silva SC, Carloto MN. Tillering dynamics in pastures of guinea grass subjected to grazing severities under intermittent stocking. R Bras Zootec 2012; 41(3): 544-549.

9. Difante GS, Júnior DN, Da Silva SC, Euclides VPB, Zanine AM, Adese B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. R Bras Zootec 2008; 37(2):189-196.
10. Bahmani I, Thom ER, Matthew C, Hooper RJ, Lemaire G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. Aust. J Agric Res 2003; (54) 803-817.
11. Giacomini AA. Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte. [Tesis de Doctorado]. Piracicaba Brasil: Universidade de Sao Paulo; 2007.
12. Carvalho BCA, Da Silva SC, Sbrissia FA, Pinto MLF, Carnevalli AR, Fagundes LJ, *et al.* Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'Tifton 85' sob pastejo. Sci Agric 2000; 57(4): 591-600.
13. Cruz LPI, Hernández GA, Enríquez QJF, Mendoza PSI, Quero CAR, Bertín MJT. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en el trópico húmedo de México. Rev Fitotec Mex 2011; 34 (2): 123-131
14. Castro RR, Hernández GA, Ramírez RO, Aguilar BG, Enríquez QJF, Mendoza PSI. Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. Rev Mex Cienc Pecu 2013; 4(2):201-215.
15. Leslie PH On the use of matrices in certain population mathematics. Biometrika 1945. 33: 183-212.

16. SAS. SAS User's Guide Statistical Analysis System (version 9.2 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 2009
17. Wolfinger, RD. Covariance structure selection in general mixed models. Communications in Statistics Simulation and Computation. Philadelphia 1993; 22(4):1079-1106.
18. Littell RC, Milliken GA; Stroup WW; Wolfinger RD. SAS System for mixed models. Cary: SAS Institute, 1996. 633 p
19. Hernández GA, Martínez HPA, Mena UM, Pérez PJ, Enríquez QJF. Dinámica del rebrote en pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.), pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Tec Pecu Méx 2002; 40(2): 193-205
20. Cunha MAD, Leite GG, Diogo JMV, Lúcio JS. Características Morfológicas do *Paspalum atratum* cv. Pojuca Submetido ao Pastejo Rotacionado. Dinâmica de Perfilamento e Elongação de Folhas. Rev Bras Zootec 2001; 30(3): 935-940
21. Sbrissia AF, Da Silva SC. "O Ecossistema de Pastagens e a Produção Animal" A Produção Animal na Visão dos Brasileiros. SBZ 2001. Simposios. 2001; 731-754.
22. Santos MER, Fonseca DM, Gomes VM, Júnior DN, Gomide CAM, Sbrissia AF. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilamento. R Bras Zootec 2011; 40 (11): 2332-2339.
23. Zanine AM, Júnior DN, Sousa BML, Silveira MCT, Silva WL, Santos MER. Tillering dynamics in Guinea grass pastures subjected to management strategies under rotational grazing. R Bras Zootec 2013; 42 (3): 155-161.

24. Caminha FO, Da Silva SC, Paiva AJ, Pereira LET, Mesquita P, Guarda VA.
Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e
adubação nitrogenada. Pesq agropec bras 2010; 45(2): 213-220.

CAPITULO III. Pasto Mulato II (*Brachiaria* hibrido Mulato II)

3.1. Acumulación de forraje

3.1.1. Producción de hoja, tallo

La producción de hoja en el pasto mulato II (Cuadro 1) durante el periodo de estudio (Cuadro 1) presentó efecto de interacción edad de rebrote por estación del año ($P=0.0024$), de estación del año ($P<.0001$) y de edad de rebrote ($P=0.0154$), Verano presentó mayor producción de hoja con $1795.6 \text{ kg MS ha}^{-1}$. En primavera la mayor aportación de hoja fue en la ER 56. En verano y otoño la mayor aportación de hoja se presentó en la ER 56 d, La estación de invierno con un comportamiento diferente las ER con mayor aporte de hoja fueron las de 28, 35 y 49, en promedio general de ER con mayor aportación de hoja fue la de 56 d con $2407.29 \text{ kg MS ha}^{-1}$.

La producción de tallos y la aportación total de forraje presentaron efectos de interacción edad de rebrote por estación del año, de estación del año y de edad de rebrote ($P<.0001$), Verano con ($393.31 \text{ kg MS ha}^{-1}$) fue el que presento mayor aportación de tallos. La primavera presento sus mayores valores de aportación de tallos en las ER 42, 49 y 56. En verano y otoño la mayor aportación fue de la ER 56. Invierno no presentó producción de tallos.

El rendimiento total de los componentes fue mayor en la EA verano comparada con las otras estaciones. Primavera presento mayor rendimiento de forraje con las ER 42, 49 y 56. Verano y otoño presentaron mayor rendimiento en la ER 56 y en invierno el mayor rendimiento se presentó en las ER 28 y 35.

Cuadro. 1. Aportación de hoja, tallo y total de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	HOJA (kg MS ha ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	369.96Ea	302.83Ea	152.9Db	67.47Ec	223.29F
14	659.28Da	664.09Da	414.16Cb	111.8Dc	462.33E
21	964.1Ca	1209.51Ca	600.75Cb	158.13CDc	733.12D
28	1412.19Ca	1333.16Ca	1385.56Ba	257.3Ab	1097.07BC
35	1379.07Ca	1368.83Ca	1166.42Ba	225.37ABb	1034.92C
42	2187.96ABab	2571.66Ba	1536.14Bb	173.8BCc	1617.39B
49	1506.56BCb	2620.32Ba	1671.13Bb	232.52ABc	1507.64B
56	2262.16Ab	4294.37Aa	2889.93Ab	182.67BCc	2407.29A
Promedio	1342.66B	1795.6A	1227.13C	176.14D	
EEM	197.87	197.71	193.14	169.51	
	TALLO (kg MS ha ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	23.16Db	77.42Ea	64.1Ca	0	41.17E
14	34.8Cc	134.3Da	76.47Cb	0	61.39D
21	68.38Cb	149.45CDa	64.08Cb	0	70.48D
28	137.28Ba	205.85Ca	156.71Ba	0	124.96C
35	123.26Bb	200.69CDa	199.78Ba	0	130.93C
42	358.43Aa	449.99Ba	188.11Bb	0	249.13B
49	263.82Ab	577.94Ba	250.88Bb	0	273.16B
56	365.26Ab	1350.85Aa	460.04Ab	0	544.03A
Promedio	171.8C	393.31A	182.52B	0	
EEM	30.414	30.303	31.231		
	TOTAL (kg MS ha ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	416.36Ea	380.26Ea	217.00Db	67.47Ec	270.27F
14	774.07Da	960.14Da	490.63Cb	111.8Dc	584.16E
21	1090.34CDa	1358.96Ca	664.84Cb	158.13Cc	818.07D
28	1726.36BCa	1539.01Ca	1679.33Ba	257.38Ab	1300.5C
35	1606.27BCa	1477.66Ca	1600.1Ba	225.38ABb	1227.35C
42	3013.74Aa	3021.65Ba	1724.25Bb	173.8BCc	1983.36B
49	1969.58ABb	3198.26Ba	1922Bb	232.53ABc	1830.59B
56	3062.7Ab	5645.22Aa	3349.9Ab	182.67BCc	3060.14A
Promedio	1707.43B	2197.64A	1456.01C	176.14D	
EEM	179.88	164.75	158.62	117.6	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

El material muerto no se presentó en las estaciones del año verano e invierno por lo que no fue posible considerarlo para hacer una comparación entre las estaciones.

3.1.2. Tasa de crecimiento y características estructurales

En las TAcH y TAcH (Cuadro 2) hubo efectos de interacción edad de rebrote por estación del año ($P=0.0057$), de estación del año ($P<.0001$) y de edad de rebrote ($P=0.0642$). De acuerdo a las EA verano presento mayor TAcH ($55.85 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$). Primavera no presentó diferencias significativas de TAcH en las ER. En verano las ER con mayor TAcH fueron las de 14, 21, 42 y 56 d, Otoño Presento las mayores TAcH en las ER de 28 a 56 d. Invierno Presentó los mayores resultados de la TAcH en las ER 7 y 28. En la comparación de las EA verano presentó la mayor TAcT ($10.74 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) En primavera presentó mayor TAcT en las ER 28, 42, 49 y 56 d. Verano presentó mayor TAcT en la ER de 56 d, Otoño Presentó mayor valor en las ER 28 y 56. contrario a estas EA, invierno se destacó por no presentar TAcT en cada una de sus ER. En relación a la tasa de crecimiento (TC; Cuadro 2), hubo efectos de interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), de estación del año ($P<.0001$) y de edad de rebrote ($P=0.0004$), la EA de primavera mostró diferencia entre sus ER de tal manera que las de mayor valor fueron las de 7, 14, 21, 28, 42 y 56, con el mismo tenor en verano y otoño pero, solo las ER de 56 y 49 d respectivamente fueron las que presentaron mayor valor en la TC; en invierno las TC

Cuadro. 2. Tasas de acumulación de hoja, tallo y crecimiento de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	Tasa de Acumulación de Hoja (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	52.85Aa	43.26Ba	21.84Cb	9.63Ab	31.89A
14	47.09Aa	58.98ABa	29.58BCb	7.98BCc	35.92A
21	45.91Aa	57.59ABa	28.6BCb	7.53Cc	34.91A
28	50.43Aa	47.61Ba	37.26ABCa	9.19ABb	36.12A
35	39.40Aa	47.95Ba	40.01ABa	6.44Cb	33.45A
42	52.09Aab	61.23ABa	36.57ABCb	4.13DEc	38.50A
49	30.74Ab	53.47Ba	34.1ABCb	4.74Dc	30.76A
56	40.39Ab	76.68Aa	51.60Ab	3.26Dc	42.98A
Promedio	44.86B	55.85A	34.94C	6.61D	
EEM	3.208	2.9	2.291	0.556	
ER	Tasa de Acumulación de Tallo (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	3.31Cb	11.06Ba	9.15Aa	0	7.84BC
14	4.73BCb	9.59BCa	5.46Cb	0	6.59C
21	3.25Cb	7.11Ca	3.05Db	0	4.47D
28	6.25ABCb	7.35Cab	8.57Aa	0	7.39BC
35	3.52Cb	4.20Dab	5.7BCa	0	4.47D
42	8.53Aa	10.71BCa	4.47Cb	0	7.91B
49	5.38ABCb	11.79Ba	5.12Cb	0	7.43BC
56	6.52ABb	24.12Aa	8.21ABb	0	12.95A
Promedio	5.19C	10.74A	6.22B	0	
EEM	0.688	0.938	0.647	0	
ER	TASA DE CRECIMIENTO (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	59.48ABa	54.32BCa	30.99Db	9.63Ac	38.61ABC
14	55.29ABCa	54.86BCa	35.04Db	7.98ABCc	38.29BC
21	51.92ABCa	64.71Ba	31.65Db	7.53BCc	38.95BC
28	61.65ABa	54.96BCa	58.07BCa	9.19ABb	45.97A
35	45.89BCa	41.45Ca	45.71CDa	6.44Cb	34.87C
42	71.75Aa	71.94Ba	41.05CDb	4.13DEc	47.22BC
49	40.19Cc	65.26Bb	152.84Aa	4.74Dd	65.76A
56	54.69ABCb	100.81Aa	70.93Bb	3.26Ec	57.42AB
Promedio	55.11B	63.54A	58.28B	6.61C	
EEM	3.778	2.4126	3.103	0.697	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

mayores se presentaron en las ER 7, 14 y 28, pero en promedio de las ER las TC mayores se presentaron en las ER 7, 28, 49 y 56 mientras que en la comparación de las estaciones del año solamente verano demostró contener la mayor TC con 63.54 kg MS ha⁻¹ d⁻¹.

3.1.3. Relación hoja tallo y hoja no hoja

La relación hoja:tallo (Cuadro 3) presentó variación ($\alpha= 0.05$) de los efectos producidos por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P=0.0001$), estaciones del año ($P<.0001$) y edades de rebrote ($P<.0001$). La relación hoja no hoja presentó efecto de interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estaciones del año ($P<.0001$) y edades de rebrote ($P<.0001$). La relación hoja no hoja en primavera se presentó con mayor intensidad. En primavera la mayor relación hoja tallo se presentó en las ER 7, 14, 21 y 35 d. Verano presentó mayor relación de hoja:tallo en las ER de 14 a 42 d y otoño con las ER de 21 a 56 d .

La relación hoja no hoja en promedio, verano y primavera presentaron la mayor relación hoja no hoja. La primavera se presentó con mayor intensidad en las ER 7, 14, 21 y 35 d. En verano la mayor relación hoja no hoja se presentó en las ER 14, 21 y 28, mientras que en otoño la relación hoja no hoja fue mayor en las ER 21, 28, 35 y 42 d.

Cuadro. 3. Relación hoja-tallo y relación hoja no hoja de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	RELACIÓN HOJA:TALLO				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	16.21Aa	3.98Cb	2.35Cc	0	5.63D
14	12.91ABb	6.35ABa	6.35Bb	0	6.4BC
21	15.4Aa	8.52Ab	9.52Ab	0	8.36A
28	9.92BCa	7.45Aa	6.45ABa	0	5.95BC
35	12.74ABa	7.67ABb	7.02ABb	0	6.86B
42	6.00Da	6.28ABa	8.16ABa	0	5.11C
49	5.65D	4.56BCa	6.56ABa	0	4.19D
56	6.71CDa	3.52Cb	6.44ABa	0	4.16D
Promedio	10.69A	6.04B	6.61B	0	
EEM	0.585	0.585	0.585	0.585	
RELACIÓN HOJA NO HOJA					
7	7.96Aa	3.98Cb	2.35Cc	0	3.57C
14	5.78ABa	6.35ABa	6.35Ba	0	4.62B
21	8.00Aa	8.52Aa	9.52Aa	0	6.51A
28	4.92Ba	7.45Aa	6.45ABa	0	4.71B
35	6.3ABab	4.43BCb	7.02ABa	0	4.44B
42	2.8Cb	6.28ABa	8.16ABa	0	4.31B
49	3.12Cb	4.56BCa	0.47Dc	0	2.03E
56	3.37Ca	3.52Ca	2.76Ca	0	2.41D
Promedio	5.28A	5.64A	5.38B	0	
EEM	0.295	0.295	0.295	0.295	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

3.1.4. Altura

La altura presentó variación por los efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estaciones del año ($P<.0001$) y de las edades de rebrote ($P<.0001$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Altura de pasto Mulato II, a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	ALTURA (cm)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	24.67CDb	27.46Ha	26.41Dab	18.32Cc	24.21G
14	22.48Dc	29.45Ga	27.55Db	18.48BCd	24.49G
21	24.53CDc	31.35Fa	29.15Cb	20.22ABCd	26.31F
28	24.77CDc	34.38Ea	29.03Cb	20.53ABd	27.18E
35	24.37CDc	37.03Da	29.46BCb	21.03Ad	27.97D
42	25.35BCc	41.17Ca	30.53Bb	21.18Ad	29.56C
49	28.06ABc	46.71Ba	32.53Ab	21.56Ad	32.21B
56	30.28Ac	48.75Aa	33.42Ab	22.12Ad	33.64A
Promedio	25.56C	37.04A	29.76B	20.43D	
EEM	0.924	0.881	0.868	0.897	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

En primavera las mayores alturas se alcanzaron en las ER 49 y 56. En verano la mayor altura se presentó a la ER 56 d, mientras que en otoño las ER 49 y 56 demostraron mayor altura. En invierno las mayores alturas se presentaron en las ER 21 a 56. Verano presentó mayor altura (37.04 cm).

3.2. Dinámica de Tallos

3.2.1. Densidad de tallos

En la densidad de tallos (Cuadro 5) la variación fue causada por los efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P=0.9051$), estación del año ($P<.0001$) y edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera la mayor densidad de tallos se presentó en la ER 21 a 56 d, en verano las la mayor DPT se presentó en las ER 35 a 56 y en otoño la mayor DPT se presentó en las ER 28 a la 56. Invierno presentó las DPT más bajas y no presentó diferencias estadísticas en todas sus ER. Las EA verano y otoño presentaron mayor DPT (1124 tallos m^2).

Cuadro.5. Densidad poblacional de tallos (DPT) del pasto Mulato II, a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	DENSIDAD (tallos m^2)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	422Cc	590Eb	791Da	489Abc	573F
14	485BCb	783Da	928CDa	496Ab	673E
21	530ABCb	1035Ca	1040BCa	513Ab	780D
28	563ABCb	1135BCa	1132ABCa	604Ab	859C
35	585ABb	1263ABa	1264Aa	660Ab	943B
42	613ABb	1335ABa	1284ABa	670Ab	976AB
49	651Ab	1361Aa	1324Aa	689Ab	1006AB
56	652Ab	1384Aa	1326Aa	697Ab	1015A
Promedio	563B	1111A	1136A	602B	
EEM	95.3	96.7	106.1	92.2	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

3.2.2. Tasa de aparición y muerte de tallos

La tasa de aparición (Cuadro 6) presentó efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera la mayor aparición de tallos se observó en la ER 7, 14, 21, 35, 42 y 49 d, en verano la mayor TAT se presentó en las ER 14 y 21 d, mientras que en otoño la mayor aparición de tallos se presentó en las ER 14 a 35 d. En invierno la ER 28 d presentó mayor TAT.

La TMT también se vio afectada por los efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P=0.001$), estación del año ($P<.0001$) y edad de rebrote ($P=0.0006$). En primavera la mayor tasa muerte de tallos se reflejó en la ER 35 d. En verano la mayor mortalidad de tallos se presentó en las ER 21, 35, 42 y 49 d. En otoño los la mayor TMT se manifestó en las ER 21 a 42 d y en invierno la mayor TMT se presentó en las ER 35 y 56 d. La EA otoño representó la mayor TMT (5.02 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹).

3.2.3. Tasa de sobrevivencia e índice de población de tallos

La tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de población de tallos (Cuadro 7), mostraron variación debido a los efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y de edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera la sobrevivencia de tallos en todas sus edades de rebrote presentó diferencias no significativas, en cambio verano con mayor dinámica de tallos presenta mayor TST en las ER 7, 14 y 35 d. En otoño la mayor TST se observó

a la ER 7 d y 56 d. En invierno la mayor TST se presentó en las ER (7, 14 y 21 d). Primavera presentó mayor TST.

Cuadro 6. Tasa de aparición y muerte de tallos del pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE APARICIÓN DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	10.11ABab	11.16Ba	5.65Bb	11.37Ba	9.57B
14	14.21Aa	39.34Aa	19.93Aa	4.31Cb	19.45A
21	9.05ABc	38.61Aa	19.36Ab	3.93Cc	17.74AB
28	5.53Bc	11.41Bb	18.07Aab	18.33Aa	13.34AB
35	6.00ABb	13.99Bab	16.29Aa	12.02Bab	12.07AB
42	8.68ABab	7.35Ba	8.86Ba	2.46Db	6.84C
49	5.53ABab	3.82Cb	7.02Ba	4.38Cab	5.19C
56	3.93Bab	3.18Cb	4.29Ba	4.1Cab	3.88C
Promedio	16.11B	7.88A	12.44A	7.61B	
EEM	1.34	2.329	1.224	0.761	
ER	TASA DE MUERTE DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0.0Ba	0.0Ba	0.0Da	0.0Ca	0.0C
14	0.22Ba	0.76Ba	3.22BCDa	0.57BCa	1.19BC
21	0.69Bc	3.87Ab	8.21ABCa	0.58BCc	3.34A
28	0.41Bb	1.18Bb	8.3ABa	1.06BCb	2.74A
35	1.84Ab	1.44ABab	4.37ABCDab	3.38Aa	2.76A
42	0.23Bab	1.76ABb	9.19Aa	1.13BCb	3.08A
49	0.0Bb	1.75ABb	3.88BCDa	1.83Ba	1.86AB
56	0.3Bb	1.15Bb	2.99CDab	3.38Aa	1.95AB
Promedio	0.46C	1.49B	5.02A	1.49B	
EEM	0.141	0.332	0.658	0.167	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

Cuadro 7. Tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de tallos del pasto Mulato II a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE SOBREVIVENCIA DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	100Aa	100Aa	100Aa	100Aa	100A
14	99.77Aa	99.94Aa	96.78Bb	99.43ABa	98.98B
21	99.93Aa	98.72Bb	92.47Dc	99.41ABab	97.63C
28	99.91Aa	98.81Bb	93.59CDc	98.94BCb	97.81C
35	98.42Ab	99.75Aa	95.62BCDc	97.29Dc	97.77C
42	99.76Aa	98.24Bb	93.96BCDc	98.86BCb	97.71C
49	100Aa	98.85Bb	96.11BCc	98.17CDbc	98.28BC
56	99.69Aa	98.84Bb	97.01ABbc	97.41Dc	98.24BC
Promedio	99.68A	99.14B	95.69D	98.69C	
EEM	0.093	0.117A	0.406	0.162	
INDICE DE ESTABILIDAD DE TALLOS					
7	1.05ABb	1.38Aa	1.05BCDc	1.07Bb	1.14A
14	1.09Ab	1.24Ba	1.14Ab	1.01Cc	1.12AB
21	1.03ABc	1.27Ba	1.11ABb	1.03Cc	1.11AB
28	1.05ABb	1.1CDb	1.1ABCb	1.17Aa	1.1AB
35	1.04ABb	1.12Ca	1.11Aa	1.08Bab	1.09B
42	1.1Aa	1.05DEab	1.04CDab	1.01Cb	1.05C
49	1.05ABa	1.02Ea	1.03Da	1.02Ca	1.03CD
56	1.01Ba	1.01Ea	1.01Da	1.01Ca	1.01D
Promedio	1.05BC	1.15A	1.07B	1.05C	
EEM	0.011	0.013	0.011	0.009	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

El índice de estabilidad de tallos presentó efectos de las fuentes de variación (P<.0001). En verano los valores más altos se presentaron en las ER 7 a 49 d. En verano el mayor IET se presentó en la ER 7 d solamente. En otoño la estabilidad de

tallos fue mayor en las ER 14, 21, 28 y 35 d y en invierno la ER 28 d presentó mayor IET. El mayor IET (1.15) se presentó en verano.

3.3.1. Flujo de tejidos

3.3.2. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos

La tasa de aparición de hojas (Cuadro 8) presentó efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$), de estación del año ($P < .0001$) y edad de rebrote ($P < .0001$). En las cuatro estaciones se presentó la mayor tasa de aparición de hojas se presentó en la ER 7 d, esto se relaciona con la buena capacidad de rebrote de las plantas, por efecto del corte de uniformidad que se realizó en cada estación antes de la medición. La EA verano presentó mayor TAH (0.139 hojas día⁻¹).

La tasa de elongación de tallo presentó efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y edad de rebrote ($P = 0.0001$). En primavera se presentó la mayor TET en las ER 14, 28, 42, 49 y 56.

En verano la mayor elongación de tallos se manifestó en las ER 21 y 28 d. Otoño presentó mayores TET en las ER 14 a 49 y en invierno las TET mayor se presentó en las ER 14 y 35 d. Verano presentó la mayor TET (0.747 mm tallo⁻¹ día⁻¹).

Cuadro 8. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE APARICIÓN DE HOJAS (hojas día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0.48Aa	0.46Aa	0.047Ac	0.272Ab	0.315A
14	0.073BCab	0.112Ca	0.022Bc	0.057Bb	0.066B
21	0.11Bb	0.165Ba	0.015Cc	0.015Dc	0.076B
28	0.03Db	0.047Ea	0.015Cc	0.003Dc	0.024D
35	0.11B	0.095Ca	0.01Dc	0.038Cb	0.063B
42	0.135Ba	0.059DEb	0.005CDc	0.003Dc	0.05C
49	0.047Cb	0.09CDa	0.005Dc	0.003Dc	0.036CD
56	0.043BCa	0.09Ca	0.003CDb	0.003Db	0.034CD
Promedio	0.128B	0.139A	0.015D	0.049C	
EEM	0.006	0.006	0.0008	0.0036	
TASA DE ELONGACIÓN DE TALLOS (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)					
7	0	0	0	0	0C
14	0.34ABab	0.98ABa	0.3Abc	0.09Ac	0.43B
21	0.52BCb	1.82Aa	0.36Ab	0.02Bc	0.68A
28	0.27ABCb	1.25Aa	0.21Ab	0	0.43B
35	0.23Cb	0.46BCa	0.37Aab	0.09Aab	0.29B
42	0.87Aa	0.48BCa	0.14Aa	0	0.38B
49	0.57ABa	0.77BCa	0.25Aa	0	0.4B
56	0.69ABa	0.21Cb	0	0	0.23B
Promedio	0.437B	0.747A	0.205C	0.027D	
EEM	0.0718	0.0718	0.0718	0.0718	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

3.3.3. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar

La tasa de elongación de hojas (Cuadro 9) presentó efectos de la interacción edades de rebrote por estación del año ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y para edad de rebrote ($P < .0001$). En primavera, verano e invierno la edad de rebrote ER 7 d presento mayor elongación de hoja. En otoño la mayor elongación de hoja se presentó en las ER 7, 14, 21 y 28 d. La estación de verano presentó mayor TEH fue ($18.0 \text{ mm tallo}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

En la tasa de senescencia foliar (Cuadro 9) hubo efectos de la interacción edades de rebrote por estación del año ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y para edad de rebrote ($P = 0.0015$). En primavera, las ER 21, 28, 35, 42, 49 y 56 mostraron mayor senescencia. En verano las mayores tasas de senescencia se presentaron en las ER 14, 42 y 56 d. Otoño, presentó altas TSF en las ER 35 y 56 d. En invierno los valores más altos de senescencia se mostraron en las ER 42 y 49 d. Verano presentó la mayor TSF (Cuadro 9).

3.3.4. Tasa de crecimiento neto foliar

La tasa de crecimiento neto foliar (Cuadro 10) presentó efectos de la interacción edades de rebrote por estación del año ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y para edad de rebrote ($P < .0001$). En primavera, verano e invierno la edad de rebrote

Cuadro 9. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE ELONGACIÓN DE HOJA (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	27.93Aa	33.51Aa	24.19Aa	7.93Ab	23.39A
14	9.75Cb	19.75Ba	23.02Aa	4.64Bc	14.29B
21	19.86Ba	24.07Ba	25.61Aa	3.05Cb	18.15B
28	5.6Eb	14.89Ca	15.36ABa	1.09Dc	9.24D
35	14.39Ba	14.482Ca	11.46BCa	2.86Cb	10.8C
42	17.28Ba	10.21Db	10.93BCDb	0.23Ec	9.66E
49	7.63CDb	13.92CDa	5.57Db	0.95Dc	7.02E
56	6.91DEb	13.19CDa	6.17CDb	0.85Dc	6.78E
Promedio	13.67B	18.00A	15.29B	2.7C	
EEM	0.677	0.843	1.11	0.152	
TASA DE SENESCENCIA FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)					
7	0	0	0	0	0
14	0.64Bb	5.28ABa	0.61CDb	0	1.63
21	3.91Aa	4.392Ba	0.21Db	0	2.13
28	2.36Aa	2.52Ba	0.53BCDa	0	1.35
35	4.38Aa	5.09Ba	2.69ABa	0.02Cb	3.04B
42	4.14Aa	7.39ABa	0.82CDb	0.31Ab	3.16AB
49	2.34ABa	5.12Ba	2.27BCa	0.26Ab	2.49B
56	3.43Ab	16.25Aa	5.44Ab	0.09Bc	6.30A
Promedio	2.65B	5.75A	1.57C	0.08	
EEM	0.557	0.558	0.554	0.011	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

ER 7 d mostró mayor crecimiento neto foliar. Otoño presentó la mayor TCNF en las ER 7, 14, 21, 28 y 42 d. Las estaciones del año primavera verano y otoño presentaron mayor TCNF (12.09 mm tallo⁻¹ día⁻¹).

Cuadro 10. Tasa de crecimiento neto foliar de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE CRECIMIENTO NETO FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	27.93Aa	33.51Aa	24.19Aa	7.93Ab	23.39A
14	9.1CDab	14.46BCb	22.41Aa	4.64Bc	12.65B
21	15.94Ba	19.68Ba	25.39Aa	3.05Cb	16.01B
28	3.85DEb	12.37BCa	14.82ABa	1.09Dc	8.03C
35	10.02BCa	9.39Ca	8.76Ba	2.83Cb	7.75C
42	13.14Ba	0.65Db	13.03ABa	0	6.71C
49	5.3Eb	8.8Ca	3.3Cc	0.68Fd	4.52D
56	2.34Fa	0	0Db	0.94Eb	0
Promedio	10.95A	11.46A	13.87A	2.64B	
EEM	0.793	1.155	1.101	0.167	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

3.4 Análisis químico

3.4.2. Proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida

La proteína cruda, la fibra detergente neutro y la fibra detergente ácido de las hojas de Mulato II (Cuadro 12) mostraron efectos de edad de rebrote (P<.0001), estación del año (P<.0001) y de la interacción edad de rebrote por estación del año (P<.0001). Otoño presentó mayor contenido de proteína cruda (168.85 gr kg⁻¹ de MS). En primavera el mayor contenido de PC se presentó en la ER 7 y 14 días. Verano y

otoño en los de 28 días. En invierno el mayor contenido de PC se encontró en las hojas de la ER 21 días.

Cuadro 11. Ceniza de hojas de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	CENIZA (gr kg ⁻¹ de MS)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	14.07Da	13.79BCa	12.24Db	14.48Ba	13.64E
14	15.66CDa	14.28ABa	15.00Ba	15.02Ba	14.99C
21	16.92BCa	14.31ABb	13.58Cb	12.06Cc	14.22DE
28	16.10BCDa	15.54Aab	13.28CDc	14.06Bbc	14.75CD
35	23.8Aa	14.72ABb	12.62CDc	15.04Bb	16.54AB
42	18.23Ba	11.83Db	13.01CDb	17.06Aa	15.03CD
49	16.02BCDab	13.31BCc	15.32ABb	16.94Aa	15.40BC
56	18.56Ba	12.63CDb	16.69Aa	17.62Aa	16.38A
Promedio	17.42A	13.8C	13.97C	15.28B	
EEM	0.335	0.211	0.193	0.174	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

El contenido de fibra detergente neutro de las hojas de Mulato II, en primavera presentó mayor FDN en la ER 42 días. Verano presentó mayor contenido en las ER 7, 28, 35, 42, 49 y 56 días. En otoño la ER de 7 días y en invierno en la ER 7, 21 y 49 días. En primavera y otoño presentaron mayor contenido de FDN con 524.41 y 521.23 g kg⁻¹ de MS.

Cuadro 12. Contenido de proteína cruda, Fibra detergente neutra y Fibra detergente ácida de hojas de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	PROTEINA CRUDA (gr kg ⁻¹ de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	174.02Aa	136.65Dd	160.96Db	153.19CDc	156.21C
14	178.44Aa	127.4Ed	170.52Cb	156.75BCDc	158.28B
21	153.87Bc	152.89Bc	182.55Ba	171.45Ab	165.19A
28	139.62Cd	172.59Ab	192.77Aa	160.36Bc	166.34A
35	134.49Dd	143.3Cc	168.04Ca	151.77Db	149.4D
42	134.71CDc	130.09Ec	171.56Ca	160.79Bb	149.29D
49	118.32Eb	109.00Fc	157.06Da	157.56BCa	135.49E
56	114.59Ec	106.93Fd	147.33Eb	157.25BCa	131.52F
Promedio	143.51C	134.86D	168.85A	158.64B	
EEM	0.811	0.811	0.811	0.811	
ER	FIBRA DETERGENTE NEUTRA (gr kg ⁻¹ de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	500.10Dd	520.11ABc	561.18Aa	530.76ABb	528.04A
14	449.24Ec	511.33Bb	500.92Db	522.12CDa	495.9D
21	515.28Cb	491.92Cc	517.29Cb	533.00Aa	514.37B
28	523.59Ca	529.84Aa	475.67Ec	503.01Fb	508.03C
35	537.92Ba	523.54ABb	493.61Dd	511.09EFc	516.54B
42	579.83Aa	517.13ABbc	512.87Cc	523.79BCDb	533.4A
49	546.97Ba	525.78Ab	520.06Cb	528.35ABCb	530.29A
56	542.36Ba	523.57ABb	538.14Ba	517.68DEb	530.44A
Promedio	524.41A	517.9B	514.97B	521.23A	
EEM	1.692	1.242	0.203	1.055	
ER	FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (gr kg ⁻¹ de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	320.35Ba	313.9Ea	306.22Db	319.12Ca	314.89DE
14	332.5Aa	318.22Eb	300.06Ec	312.77Db	315.88D
21	312.38Cc	332.50BCa	297.5Ed	321.94BCb	316.08D
28	322.83Ba	321.38DEab	288.79Fc	316.36CDb	312.34E
35	319.88Bb	339.93ABa	307.81Dc	321.62BCb	322.31C
42	309.58Cc	327.10CDb	313.31Cc	333.81Aa	320.95C
49	322.04Bb	335.52Ba	324.45Bb	325.36Bb	326.84B
56	331.53Ac	344.12Aa	338.16Ab	337.35Abc	337.79A
Promedio	321.38B	329.08A	309.54C	323.54B	
EEM	0.527	0.959	0.556	0.761	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

3.4.3. Lignina ácida detergente

La lignina ácida detergente de las hojas (Cuadro 6) mostraron efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

Primavera presentó mayor contenido de LAD en las ER 42 y 56 días. En verano el mayor contenido se presentó en las ER de la 7, 21, 49 y 56 días. En otoño el mayor contenido de LAD se presentó en la ER 56. En invierno el mayor contenido se presentó en las ER 42. Invierno presentó el mayor contenido de lignina (55.24 gr kg^{-1} de MS).

Cuadro 13. Lignina ácido detergente de hojas de pasto Mulato II, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	LIGNINA ÁCIDO DETERGENTE (gr kg^{-1} de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	44.68Bc	51.44ABCb	55.73Ba	49.93CDb	50.44BCD
14	43.76Bc	48.31CDb	42.11Dc	53.97BCDa	47.04D
21	46.74Bb	55.01Aa	43.21Dc	49.73Db	48.67CD
28	43.44Bc	49.10BCDb	44.44Dc	56.99Ba	48.49CD
35	53.98Aa	46.09DEb	49.69Cb	54.99BCa	51.19BC
42	53.25Ac	41.16Ed	56.79Bb	63.30Aa	53.63B
49	43.65Bc	54.01ABb	56.85Bab	58.83ABa	53.33B
56	57.47Ab	56.10Ab	64.24Aa	54.38BCDb	58.05A
Promedio	48.37C	50.15B	51.63B	55.26A	
EEM	0.712	0.712	0.712	0.712	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

Capítulo IV. Artículo en proceso.

FLUJO DE TEJIDO Y RENDIMIENTO DE *Brachiaria brizantha* cv. INSURGENTE EN LAS ESTACIONES DEL AÑO EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

José Manuel Castro Salas¹, Omar Ramírez Reynoso², Claudia Carreón Corral¹, Sila Carneiro da Silva³, Anastacio García Martínez⁴, Francisca Avilés Nova^{4*}

¹ *Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero. Iguala de la Independencia, Guerrero*

² *Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia: Costa Chica. Universidad Autónoma de Guerrero.*

³ *Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Departamento de Zootecnia. Piracicaba, SP, Brasil*

⁴ *Universidad Autónoma del Estado de México -Centro Universitario UAEM- Temascaltepec. C.P. 51300. Km. 67.5 carretera Toluca – Temascaltepec*

**Autor de correspondencia: franavilesnova@yahoo.com.mx*

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el flujo de tejido y el rendimiento del pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) durante ocho edades de rebrote en las estaciones del año, en el sur del estado de México. Se utilizaron 32 parcelas de 1.5 X 4 m, distribuidas en un diseño completamente al azar, con ocho tratamientos y

cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en cortes sucesivos a edades de rebrote (ER) a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 días, se determinó producción de hoja, tallo, rendimiento total, tasa de acumulación de hoja (TAcH), tasa de acumulación de tallo (TAcT), Tasa de crecimiento (TC), Relación hoja tallo (H:T), relación hoja no hoja (HNH) y altura de pradera (ALT).

En los resultados se observó efecto de la interacción ER*EA ($P<.0001$) efecto de EA ($P<.0001$) y de ER ($P<.0001$) en hoja, tallo y en el rendimiento total de materia seca, la mayor aportación de hoja se presentó en las ER de 49 y 56, en las estaciones del año sin incluir a invierno, en verano el contenido de hoja superó con 34 % a primavera, 111.5 % a otoño y 1131 % a invierno. Así mismo verano fue la época del año que produjo mayor producción de Tallo y mayor rendimiento total de materia seca con 497.26 y 2249.16 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ respectivamente.

Existieron efectos en la interacción ER*EA ($P<.0001$), EA ($P<.0001$) y ER ($P<.0001$) en la TAcH, TAcT. La mayor TAcH (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) se presentó en verano (50.76), seguido por primavera (35.65), otoño (22.49) e invierno (5.44) Para no comprometer la el flujo de tejido, el rendimiento y la persistencia de la pradera de pasto insurgente en verano y otoño deberá cosecharse cada 21 días y en primavera e invierno a los 35 días

PALABRAS CLAVE: Insurgente, componentes morfológicos, rendimiento estacional, corte de uniformización, edades de rebrote.

INTRODUCCIÓN

La producción y persistencia de las plantas forrajeras en la pradera está determinada por la frecuencia e intensidad de cosecha y su impacto en la producción de forraje se asocia al balance entre las tasas de crecimiento y tasa de senescencia (Hernández *et al* 2002).

Una de las piezas claves para conocer el potencial y las limitaciones de las plantas forrajeras en cualquier situación de manejo es la naturaleza del proceso de crecimiento, en este proceso existen parámetros vegetales como la biomasa foliar y el área foliar los cuales están muy correlacionados con las tasas de crecimiento (Perez *et al* 2004).

Es necesario conocer la dinámica de generación y expansión de partes de la planta en el espacio, a través del estudio de la morfogénesis de macollos individuales. El conocimiento de las respuestas morfogenéticas a las prácticas de manejo como la fertilización, la frecuencia y la intensidad de la defoliación podría ser la base de la evolución de las prácticas generales para mejorar la eficiencia de la cosecha de forraje (Machado *et al.*, 2013).

El objetivo del estudio fue evaluar el flujo de tejido y el rendimiento del pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) durante ocho edades de rebrote en las estaciones del año, en el sur del estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración del estudio.

El estudio se realizó en una pradera de pasto Insurgente establecida en junio de 2011, en la localidad de Zacazonapan Estado de México (19°04' 45.09" N, 100° 15' 07.19" O) a 1370 msnm. De acuerdo con la clasificación de Köopen el clima es cálido subhúmedo AW₂, con lluvias en verano. La temperatura máxima y mínima durante el estudio fue de 29.3°C y 14.6°C respectivamente (Figura 1). La precipitación de 1231.4 mm y la humedad relativa de 73%. El suelo es de textura arcillo-limo-arenoso, con pH 6.4, P= 5.5 mg/kg, MO = 5.3 g/kg, NT= 0.265 g/kg, ND= 0.013 g/kg.

Introducción y manejo de la pradera

El pasto se sembró manualmente en junio de 2011, la densidad de siembra fue de 5 kg/ha, con separación de 50 cm entre surcos y plantas. Se fertilizó con 100 kg de N/ha y 60 kg de P/ha. Los tratamientos consistieron en ocho edades de rebrote (ER): 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días, las cuales se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 4 x 1.5 m (6.0 m²). Los tratamientos se evaluaron en las estaciones del año (EA) primavera (17 abril-13 junio 2012), verano (10 julio-4 septiembre 2012), otoño (7 octubre-2 diciembre 2012) e invierno (9 enero-6 marzo 2013)

En las unidades experimentales en cada fecha correspondiente a cada edad de rebrote se evaluaron las variables: producción de hoja (HOJA), producción de tallo (TALLO), rendimiento total (TOTAL), tasa de acumulación de hoja (TAcH), tasa de acumulación de tallo (TAcT), Tasa de crecimiento (TC), Relación hoja tallo (H:T), relación hoja no hoja (HNH) y altura de pradera (ALT).

Los datos se sometieron a un análisis de varianza utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2002) para Windows. El conjunto de datos se puso a prueba para asegurarse de que se cumplían los supuestos básicos para el análisis de la varianza. Para seleccionar la matriz de varianza y covarianza se utilizó el Criterio de Información de Akaike (Wolfinger, 1993). Así, fue posible detectar los efectos de las principales causas de la variación (Edad de Rebrote: ER y Estación del Año: EA) y su interacción (ER*EA). Los efectos entre cortes por ER (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56), EA y sus interacciones, se consideraron fijos y el efecto de bloques fue considerado aleatorio. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad de la diferencia (PDIFF), usando la prueba de “t” de “Student” y un nivel de significancia del 5%.

Variables de estudio

En cada edad de rebrote y época del año se evaluó producción de hoja (HOJA), producción de tallo (TALLO), rendimiento total (TOTAL), tasa de acumulación de hoja

(TAcH), tasa de acumulación de tallo (TAcT), Tasa de crecimiento (TC), Relación hoja tallo (H:T), relación hoja no hoja (H:NH) y altura de planta (ALT).

Medición de variables

El rendimiento de forraje y sus componentes morfológicos: hoja y tallo (kg MS ha^{-1}), se obtuvieron tomando una muestra de la parte central de cada unidad experimental, utilizando un cuadrante metálico de 1 m^2 , dentro del cual se cortó el forraje con tijeras de podar a una altura de 15 cm del nivel del suelo. El forraje cosechado se pesó y se tomó una submuestra de 200 g, de la cual se separó manualmente cada componente morfológico (hoja, tallo y material muerto). Los cuales se secaron en una estufa de aire forzado a $70 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 24 h para determinar el contenido de materia seca (MS) de el rendimiento de MS total y por componente morfológico (kg MS7ha) se estimó por m^2 y por ha^{-1} . La TAcH y la TAcT se determinaron al dividir la aportación de HOJA y TALLO por corte, entre el número de días correspondiente a cada edad de rebrote ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

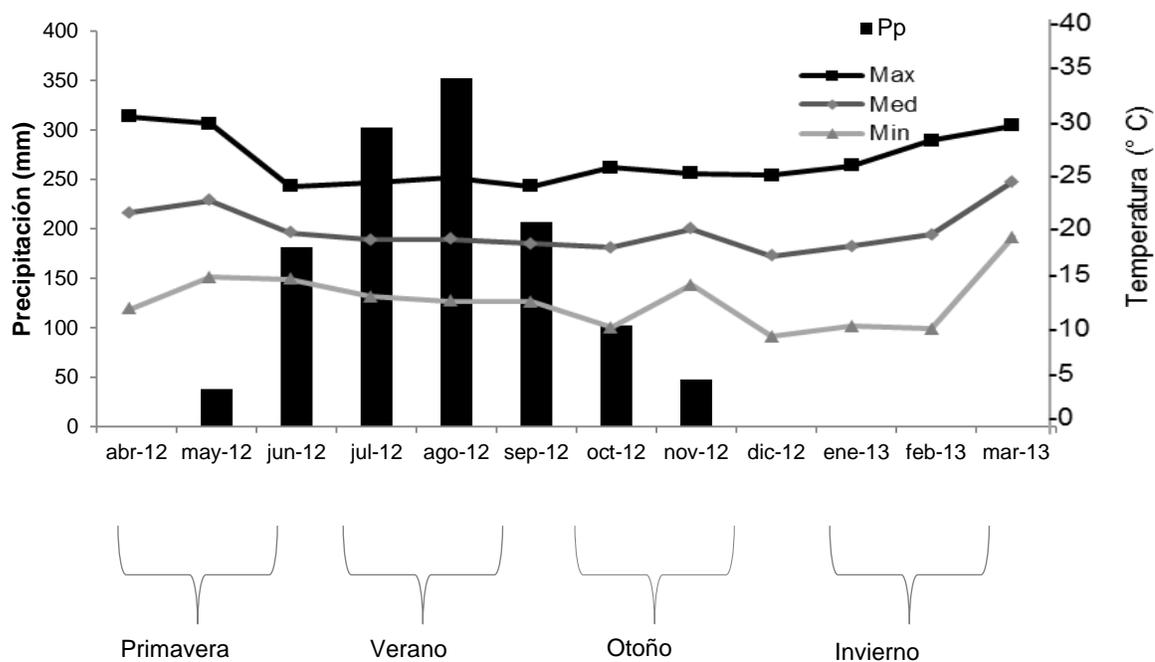


Figura 1. Precipitación, temperatura máxima, media y mínima durante el período experimental en las estaciones del año (abril del 2012 a marzo del 2013).

La tasa de crecimiento se calculó a partir de la materia seca del total de los componentes morfológicos y el material muerto, conforme al procedimiento descrito por Chapman y Lemaire (1993). Y fue el resultado de dividir el rendimiento por corte ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) entre, el período en días de cada edad de rebrote.

La relación hoja:tallo se obtuvo al dividir el rendimiento de hoja (kg MS ha^{-1}) por edad de rebrote, entre el rendimiento de tallo (kg MS ha^{-1}). La relación hoja;no hoja se calculó al dividir el rendimiento de hoja entre el rendimiento de tallo (kg MS ha^{-1}) más el material muerto.

La altura fue determinada utilizando una regla graduada (Sward stick), con la cual fueron realizadas 20 lecturas en cada unidad experimental, tomadas en zig-zag a lo largo de dos líneas paralelas (10 puntos por línea), se midió a partir del suelo hasta el último contacto con cualquier estructura de la planta y la media de los 20 puntos correspondieron a la altura media de la unidad experimental.

Diseño experimental

4.6.1. Modelo estadístico

El modelo estadístico de acuerdo con Herrera y García (2011) es el siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta en la repetición k, nivel j- de b, nivel i de A.

μ = Media general

A_j = Efecto del factor A al nivel i

B_j = Efecto del factor B al nivel j

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción AB al nivel i, j

E_{ij} = Error aleatorio

Análisis estadístico

Los datos agrupados se analizaron con el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS^{®(16)}, versión 9.2 para Windows[®]. Cuando no se cumplió el supuesto de normalidad las variables fueron transformadas, lo cual se realizó de acuerdo con las sugerencias de SAS[®]. Para seleccionar la matriz de varianza y covarianza se utilizó el Criterio de Información de Akaike⁽¹⁷⁾, con lo cual se determinaron los efectos de las fuentes de variación: ER (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56), EA (primavera, verano, otoño e invierno) y las interacciones (ER*EA), estas fuentes se consideraron fijas y el efecto de bloques fue considerado aleatorio⁽¹⁸⁾. Las medias de los tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad de la diferencia (PDIFF), basado en la prueba de “t” de “Student” a un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS

La producción de hoja y de tallo en el pasto insurgente durante las cuatro estaciones del año (Cuadro 1) presentaron efecto de la interacción edad de rebrote por la estación del año (<.0001), de estación del año (<.0001) y de edad de rebrote (<.0001).

La mayor producción de hojas en primavera se presentó en las edades de rebrote de 49 y 56 días, durante el verano y otoño se presentó tendencia similar a primavera, debido a que al aumentar el número de días por las edades de rebrote,

también aumentó la producción, siendo la ER 49 y 56 las que presentaron mayor producción de hoja.

La estación de invierno presentó menor producción de hoja y las edades de rebrote con mayor producción se presentaron a los 35, 42 y 49 días (Cuadro 1).

La mayor producción de tallos en primavera se presentó en las edades de rebrote de 49 y 56, en verano se observó comportamiento ascendente en las edades de rebrote, siendo las edades de rebrote de 49 y 56 días las de mayor producción.

En otoño la producción de tallos fue menor a la de verano y la de primavera, observándose la mayor producción en la edad de rebrote 56. En invierno no existió producción de tallo.

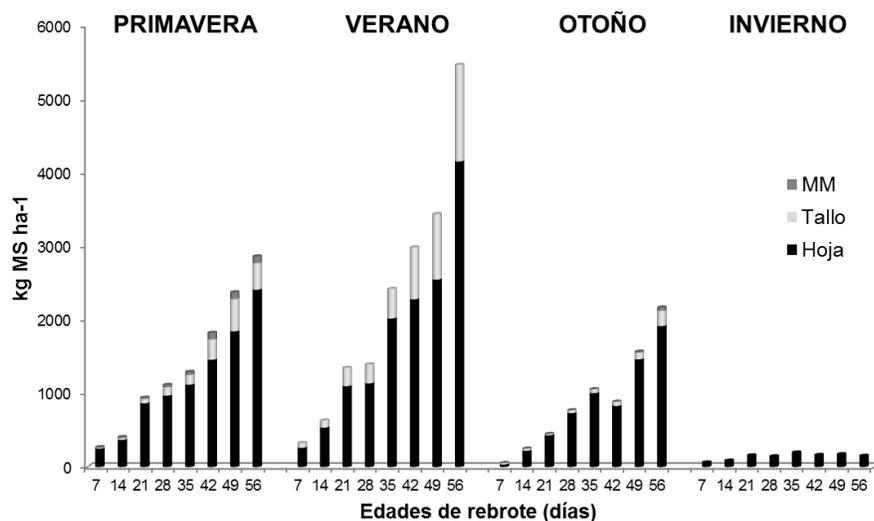


Figura 2. Comportamiento de componentes morfológicos del pasto insurgente en ocho edades de rebrote, durante las cuatro estaciones del año.

Cuadro. 1. Aportación de hoja, tallo y total de pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	HOJA (kg MS ha ⁻¹).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	251.10Da	260.56Ea	35.75Fc	62.18Db	152.4F
14	368.09Db	534.63Da	220.75Ec	86.20Cd	302.42E
21	865.20Ca	1097.83Ca	430.29Db	157.22Bc	637.64D
28	969.82Cab	1135.42Ca	731.18Cb	145.60Bc	745.5D
35	1118.13BCb	2017.20Ba	1004.10BCb	197.00Ac	1084.11C
42	1456.23Bb	2276.47Ba	829.00Cc	164.00ABd	1181.43C
49	1842.63ABab	2544.67Ba	1462.44ABb	173.50ABc	1505.81B
56	2407.55Ab	4148.39Aa	1914.38Ab	151.92Bc	2155.56A
Promedio	1159.84B	1751.9A	828.49C	142.2D	
EEM	106.08	124.16	98.539	97.169	
ER	TALLO (kg MS ha ⁻¹).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	12.23Eb	66.70Ea	18.30Eb	0.00A	24.30H
14	24.25Db	97.48Ea	28.80Eb	0.00A	37.63G
21	58.13Cb	249.67Da	18.41FEc	0.00A	81.55F
28	112.32Bb	257.11Da	39.59DEc	0.00A	102.26E
35	132.18Bb	400.28Ca	52.60CDc	0.00A	146.26D
42	275.83Ab	705.67Ba	58.02Cc	0.00A	259.88C
49	436.65Ab	889.47ABa	88.93Bc	0.00A	353.77B
56	360.93ABb	1311.70Aa	207.16Ac	0.00A	469.95A
Promedio	176.56B	497.26A	63.97C	0	
EEM	0.028	0.027	0.028		
ER	TOTAL (kg MS ha ⁻¹).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	269.38Fa	327.26Fa	65.48Fb	62.18Db	181.07F
14	412.21Eb	632.11Ea	249.55Ec	86.2Cd	345.02E
21	940.74Db	1347.5Da	448.7Dc	157.23Bd	723.54D
28	1114.96Dab	1392.53Da	770.77Cb	145.6Bc	855.96D
35	1292.27CDb	2417.48Ca	1056.7BCb	197Ac	1240.8C
42	1823BCb	2982.14BCa	887.02Cc	164Bd	1464.06C
49	2354.54ABb	3434.14Ba	1566.2ABb	173.5ABc	1882.09B
56	2861.01Ab	5460.09Aa	2167.23Ab	151.92Bc	2660.06A
Promedio	1383.52B	2249.16A	901.45C	142.2D	
EEM	80.593	127.07	55.479	83.237	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

Los componentes morfológicos (Cuadro 1) presentaron efecto por las edades de rebrote ($P < .0001$), estaciones del año ($P < .0001$) y con la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). Verano presentó el mayor rendimiento. En las estaciones del año se observó un patrón de variación similar en el rendimiento total en las edades de rebrote. El mayor rendimiento en primavera y otoño se observó en las edades de rebrote 49 y 56, en verano en la edad de rebrote 56 días y en invierno las ER 35 y 49 días.

Tasas de acumulación de hoja y tallo

La tasa de acumulación de hoja y de tallos (Cuadro 2) presentaron efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), de estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). La mayor tasa de acumulación de hoja y tallo se presentó en verano. En primavera, las edades de rebrote 7, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días presentaron las mayores tasas de acumulación de hoja. En verano las edades de rebrote de 35 y 56 días. En otoño las edades de rebrote que presentaron más hojas por día fueron las de 35, 49 y 56 días. En invierno se presentó la menor tasa de acumulación de hojas. La edad de rebrote de 7 días produjo mayor cantidad de hojas por día.

Las edades de rebrote que presentaron mayor tasa de acumulación de tallo fueron en primavera las edades 42, 49 y 56. En verano las edades de rebrote de 42, 49 y 56

días y en otoño la edad de rebrote 56 días (Figura 3); en invierno no se registró producción de tallos por lo que no hay tasa de acumulación de tallos para esta estación del año.

La tasa de crecimiento presentó efecto con edad de rebrote (0.0013), estación del año ($P < .0001$) y con la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$) (Cuadro 2),

Verano presentó las mayores tasas de crecimiento. Las edades de rebrote que presentaron mayor tasa de crecimiento total en primavera fueron las edades de rebrote 21, 35, 42, 49 y 56 días, en verano en las edades de rebrote de 42 y 56 días, en otoño en las edades de rebrote de 35 49 y 56 días, y en invierno se presentó la menor tasa de crecimiento y la edad de rebrote 7 días presentó mayor valor.

En la relación hoja-tallo (H:T) (Cuadro 3) existió variación ($\alpha = 0.05$) de los efectos producidos por edades de rebrote ($P = < .0001$), estaciones del año ($P = < .0001$) y la interacción edad de rebrote por estación del año ($P = < .0001$).

Cuadro. 2. Tasas de acumulación de hoja, tallo y crecimiento de pasto insurgente, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE ACUMULACIÓN DE HOJA (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	35.9ABa	37.2Ca	5.1Eb	8.9Ab	21.77C
14	26.3Bab	38.2Ca	15.8Db	6.2Cc	21.6C
21	41.2ABa	52.3BCa	20.5CDb	7.5Bc	30.36B
28	34.6ABab	40.6BCa	26.1BCb	5.2Dc	26.62BC
35	31.9ABb	57.6ABa	28.7ABb	5.6CDc	30.97B
42	34.7ABb	54.2BCa	19.7CDc	3.9Ed	28.12B
49	37.6ABab	51.9BCa	29.8ABb	3.5Ec	30.73B
56	43Ab	74.1Aa	34.2Ab	2.7Fc	38.49A
Promedio	35.65B	50.76A	22.49C	5.44D	
EEM	1.888	2.262	0.909	0.188	
ER	TASA DE ACUMULACIÓN DE TALLO (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	1.7Db	9.5CDa	2.7BCb	0CD	3.49CD
14	1.8CDb	6.9Da	2.1Bb	0D	2.7D
21	2.8BCb	11.9Ca	0.9Dc	0.0D	3.88D
28	4.0Bb	9.2CDa	1.4Cc	0.0CD	3.65CD
35	3.8Bb	11.4BCa	1.5BCc	0.0C	4.18C
42	6.6Ab	16.8ABa	1.4Cc	0.0B	6.18B
49	8.9Ab	18.2Aa	1.8BCc	0.0AB	7.22AB
56	6.4Ab	23.4Aa	3.7Ac	0.0A	8.39A
Promedio	4.5B	13.42A	1.92C	0	
EEM	0.405	0.384	0.405	0.384	
ER	TASA DE CRECIMIENTO (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	41.07BCa	46.75Da	9.92Ec	8.88Ab	26.66E
14	32.47Cb	45.15Da	17.82Dc	6.15Cd	25.4DE
21	47.28ABa	64.16BCa	21.37CDb	7.48Bc	35.08AB
28	31.57BCb	49.73CDa	27.53BCb	5.20Cc	28.51CD
35	40.52ABCb	69.07Ba	30.19ABb	5.63Cc	36.35AB
42	49.91ABb	71ABa	21.11CDc	3.90Dd	36.48BC
49	52.66ABb	70.08Ba	31.96ABc	3.54Dd	39.56ABC
56	56.05Ab	97.5Aa	38.7Ac	2.71Ed	48.74A
Promedio	43.94B	64.18A	24.83C	5.44D	
EEM	2.466	2.361	2.401	0.208	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

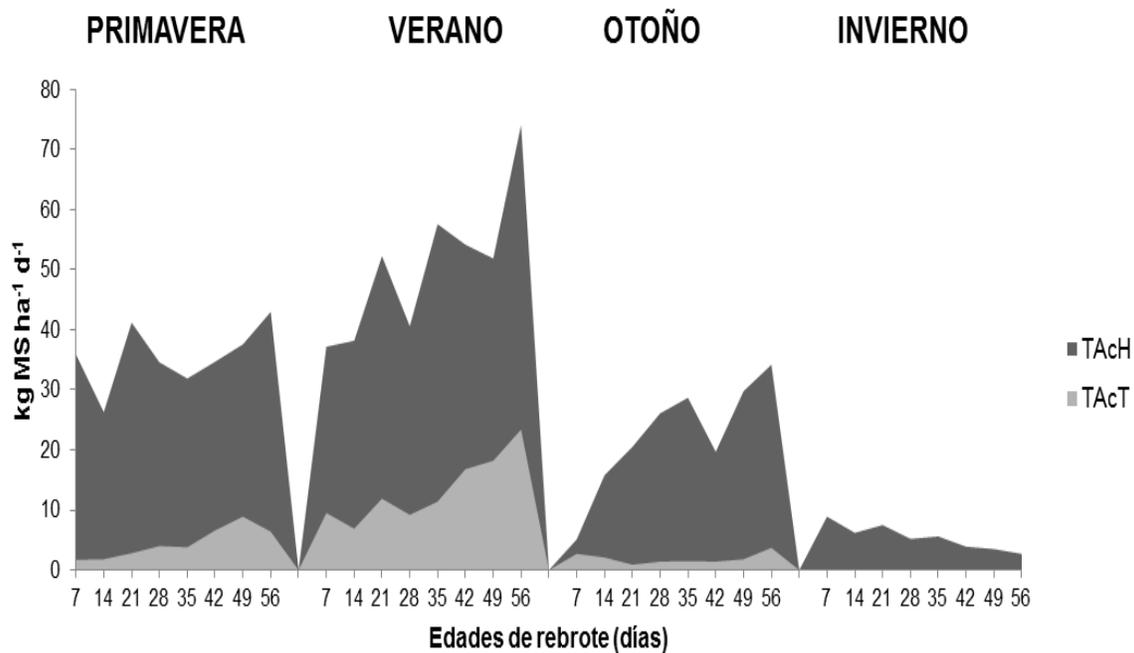


Figura 3. Tasa de acumulación de hoja y tallo del pasto insurgente en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

En primavera la mayor relación hoja-tallo se presentó en las edades de rebrote de 7, 14 y 21 días. En verano se registró en las edades de rebrote 7, 14, 21, 28 y 35 días. En otoño la mayor relación hoja-tallo se presentó en edades intermedias como las edades de rebrote de 21, 28, 35 y 49. En invierno debido a la ausencia de tallos, la relación hoja-tallo no existió.

Cuadro. 3. Relación hoja-tallo y relación hoja no hoja de pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	RELACIÓN HOJA:TALLO				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	19.6Aa	4.06ABCb	3.04Dc	0.00A	6.67C
14	15.37Aa	5.44Ab	8.05Cb	0.00A	7.21B
21	15.49Ab	4.99ABc	26.35Aa	0.00A	11.71A
28	8.61Bb	4.69ABc	22.18ABa	0.00A	8.87B
35	8.69Bb	5.25Ac	19.68ABCa	0.00A	8.41B
42	5.4CDb	3.32BCc	15.85Ba	0.00A	6.14C
49	4.206Db	2.83Cb	16.23ABa	0.00A	5.81C
56	6.89BCa	3.24BCb	9.18Ca	0.00A	4.83C
Promedio	10.53B	4.22C	15.06A	0.0D	
EEM	0.558	0.558	0.558	0.558	
ER	RELACIÓN HOJA NO HOJA				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	13.12Aa	4.06Ab	3.04Ebc	0.0	5.05C
14	9.16BCa	5.44Aa	8.05Ea	0.0	5.66C
21	11.78ABb	4.99Ac	26.35Aa	0.0	10.77A
28	6.55CDb	4.69Ab	22.18Ba	0.0	8.35B
35	6.68CDb	5.25Ab	19.68BCa	0.0	7.9B
42	3.99Db	3.32Abc	15.85CDa	0.0	5.79C
49	3.59Db	2.83Ab	13.9Da	0.0	5.08C
56	5.33CDab	3.24Abc	7.53Ea	0.0	4.03C
Promedio	7.53B	4.23C	14.57A	0.0D	
EEM	0.508	0.508	0.508	0.508	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

Altura

La altura (Cuadro 4) registro variación por edades de rebrote ($P < .0001$), estaciones del año ($P < .0001$) y por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). En primavera y verano las plantas más altas se presentaron en las edades de rebrote de 49 y 56 días.

Cuadro 4. Altura de pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	ALTURA (cm)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	13.87Cb	27.73Ea	26.23Fa	17.56Db	21.34F
14	14.57Cc	29.21Ec	26.89Fb	18.08CDc	22.18F
21	20.63Bc	29.73Ea	27.19EFb	18.61BCDc	24.03E
28	21.25Bc	33.58Da	28.41DEb	18.93ABCDc	25.54D
35	22.2Bc	36.75Ca	28.98CDb	19.08ABCc	26.75CD
42	22.2Bc	40.36Ba	30.34BCb	19.46ABCc	28.09C
49	27.1Ac	46.13Aa	31.91Bb	19.97ABd	31.28B
56	29.39Ac	49.84Aa	34.44Ab	20.24Ad	33.47B
Promedio	21.4C	36.66A	29.29B	18.99D	
EEM	0.697	0.404	0.377	0.132	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

En verano la altura de plantas fue 69 % más altas, en otoño la mayor altura se presente en la edad de rebrote de 56 días. En invierno se presentó la menor altura y las edades de rebrote con mayor altura fueron 28, 35, 42, 49 y 56 días.

CONCLUSIONES

El pasto Insurgente, presentó diferencias en el rendimiento y acumulación de forraje, con mayor flujo de tejidos durante las estaciones de primavera verano y otoño, comparadas con invierno, por lo que para mejorar la producción, la utilización del

forraje y disminuir pérdidas por senescencia y muerte de hojas, debe cosecharse a la ER 35 días en invierno y a la ER 21 en primavera, verano y otoño.

REFERENCIAS

1. Pérez AJA, García ME, Enríquez QF, Quero CAR, Pérez PJ y Hernández GA. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido, cv). *Téc Pecu Mex.* 2004 42 (3) 447-458.
2. Hernández GA, Martínez HPA, Mena UM, Pérez PJ, Enríquez QJF. Dinámica del rebrote de pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hoschst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. *Téc Pecu Mex.* 2004 40(2). 193 205
3. SAS. 2002. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
4. Wolfinger, RD. Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in Statistics Simulation and Computation.* Philadelphia 1993; 22(4):1079-1106.
5. Machado JM, Rocha MG, Quadros FLF, Confortin ACC, Santos AB, Sichonany MJO, Ribeiro LA, Rosa ATN. Morphogenesis of native grasses of Pampa Biome under nitrogen fertilization. 2013. *R. Bras. Zootec.*, v.42, n.1, p.22-29.

CAPITULO V. Pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.)

5.1. Flujo de tejido

5.1.1. Tasa de aparición de hojas y tasa de elongación de tallos

La tasa de aparición de hojas (Cuadro 1) presentó efectos de edad de rebrote ($P < .0001$) de estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$) La tasa de elongación de tallo presento efecto de la edad de rebrote ($P = 0.0001$), estación del año ($P < .0001$) y la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

En la aparición de hojas se siguió un patrón natural, debido a que en las estaciones del año la mayor tasa de aparición de hojas se registró en la edad de rebrote de 7 días. Verano presentó la mayor tasa de aparición de hojas ($0.16 \text{ hojas día}^{-1}$) ($P < 0.05$) seguido por primavera ($0.14 \text{ hojas día}^{-1}$)

La mayor tasa de elongación de tallo en verano con 1.21 mm día^{-1} . En primavera la mayor elongación de tallo se presentó a los 21, 35, 42, 49 y 56 días. En verano las edades de rebrote de 49 y 56 registraron la mayor tasa de elongación de tallo. En otoño, las edades de rebrote 21 y 35 días presentaran la mayo elongación de tallos, En invierno las ER 14 y 35 días presentaron mayor elongación.

Cuadro 1. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE APARICIÓN DE HOJAS (hojas día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0.51Aa	0.51Aa	0.05Ac	0.27Ab	0.33A
14	0.07Cb	0.13BCa	0.03Bd	0.04Cc	0.07B
21	0.13Ba	0.16Ba	0.01Cb	0.01Db	0.08BC
28	0.03Ca	0.08DEa	0.02Cb	0.0	0.03
35	0.13Ba	0.13BCa	0.01Cb	0.01Db	0.07C
42	0.15Ba	0.07Eb	0.006Dc	0.001Ec	0.06D
49	0.05Cb	0.10CDa	0.003Dc	0.03Ba	0.04C
56	0.06Cb	0.09CDEa	0.004Dc	0	0.04
Promedio	0.14B	0.16A	0.02Cb	0.04D	
EEM	0.006	0.006	0.006	0.006	
ER	TASA DE ELONGACIÓN DE TALLOS (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0	0	0	0	0.0D
14	0.20BCb	1.43Bca	0.20BCb	0.20Ab	0.51ABC
21	0.69Aa	1.02Ca	0.32Aba	0.05Bb	0.52ABC
28	0.23Cb	0.66Ca	0.11BCb	0	0.25CD
35	0.50ABCbc	1.21Bca	0.30Aab	0.27Ac	0.57AB
42	0.67Aa	1.04Bca	0.03BCb	0	0.43BC
49	0.64Ab	1.66ABa	0.10Cc	0	0.6AB
56	0.57ABb	2.68Aa	0.03Cc	0	0.81A
Promedio	0.44B	1.21A	0.13C	0.06C	
EEM	0.075	0.072	0.076	0.078	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

5.1.2. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar

La tasa de elongación de hojas y senescencia foliar (Cuadro 2) presentó efectos de

Cuadro 2. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE ELONGACIÓN DE HOJA (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	33.39Ab	48.12Aa	26.05Ab	10.50Ac	29.52A
14	11.59CDb	21.88Ca	26.04Aa	4.76Bc	16.06C
21	21.86Ba	29.38Ba	23.82ABa	2.98Cb	19.5B
28	6.36Db	20.52CDa	17.39BCa	0.83DEb	11.27D
35	17.77BCa	19.27CDa	11.93CDa	1.55Db	12.63D
42	24.13Ba	10.97Eb	9.00Db	0.19Ec	11.07D
49	11.38CDab	14.74CDEa	4.77Dbc	1.36Dc	8.06E
56	9.45Da	13.71DEa	5.27Dab	1.24Db	7.42E
Promedio	16.99B	22.32A	15.53B	2.92C	
EEM	1.004	0.924	1.055	0.174	
ER	TASA DE SENESCENCIA FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	O	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
14	0.30Cb	6.01Ba	0.46ABa	0	1.69CD
21	3.36Ba	6.79Ba	0.09Bb	0	2.56BC
28	2.34Bb	5.70Ba	0.59Bb	0	2.15BCD
35	3.54ABab	8.93Ba	3.02Bb	0	3.87BC
42	4.48ABab	9.73Ba	3.00Bb	0.21Ac	4.35B
49	3.77ABab	10.05Ba	2.54Bb	0.57Ac	4.23BC
56	7.64Aa	18.25Aa	8.38Aa	0.26Ab	8.63A
Promedio	3.17B	8.18A	2.25B	0.13D	
EEM	0.27	1.089	0.305	0.029	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

edad de rebrote (P < .0001), estación del año (P < .0001) y en la interacción edades de rebrote por estación del año (P < .0001).

5.1.3. Tasa de crecimiento neto foliar

La tasa de crecimiento neto foliar (Cuadro 3) registró efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). El mayor crecimiento neto foliar se presentó en primavera en las edades de rebrote 7, 21 y 42 días. En verano e invierno la edad de rebrote de 7 días y en otoño las edades de rebrote de 7, 14, 21 y 28 días.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento neto foliar de pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE CRECIMIENTO NETO FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	33.39Aab	48.12Aa	26.05Ab	10.50Ac	29.52A
14	11.29Cb	15.86BCab	25.57Aa	4.76Bc	14.37B
21	18.50ABa	22.59Ba	23.73Aa	2.98Cb	16.95B
28	5.04Db	14.82BCa	16.80Aa	0.83Ec	9.37CD
35	14.23BCab	10.35BCa	8.91Bb	1.55Dc	8.76C
42	19.66ABa	1.25Db	6.00BCb	0.01Fc	6.72E
49	7.61Ca	4.68CDa	1.86Cb	1.01Ec	3.79DE
56	1.82Ea	0.00Ea	0	0.98Ea	0
Promedio	13.94A	14.14A	13.23A	2.82B	
EEM	1.294	1.299	1.328	0.136	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

5.2 Análisis químico

5.2.1. Ceniza

El contenido de ceniza de las hojas del pasto Insurgente (Cuadro 4) registró efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). En relación a las estaciones del año, primavera presento mayor contenido de ceniza ($15.15 \text{ gr kg}^{-1} \text{ MS}$). El mayor contenido de ceniza en primavera se presentó en la ER de 35 días. En verano a los 14, 21, 28 y 35 días. En otoño el mayor contenido de ceniza fue en las ER 49 y 56 días. En promedio invierno fue similar a otoño ($13.29 \text{ gr kg}^{-1} \text{ MO}$) y el mayor contenido de ceniza fue en las ER 7, 14, 35, 42, 49 y 56 días.

Cuadro 4. Ceniza de las hojas del pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	CENIZA ($\text{gr kg}^{-1} \text{ MS}$).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	12.86Dab	11.83CDbc	10.71Cc	13.82Aa	12.31D
14	14.03CDab	12.67ABCb	14.03Bab	14.69Aa	13.86BC
21	14.92Ca	13.32ABb	13.03Bb	11.3Bc	13.14C
28	14.82Ca	13.71Aab	12.98Bb	10.88Bc	13.10C
35	19.26Aa	13.53Ab	13.08Bb	13.56Ab	14.86A
42	17.16Ba	11.99BCc	13.18Bbc	13.97Ab	14.08B
49	13.31Db	10.48DEc	15.56Aa	13.85Ab	13.30C
56	14.82Cab	9.78Ec	15.72Aa	14.21Ab	13.64BC
Promedio	15.15A	12.16C	13.54B	13.29B	
EEM	0.185	0.185	0.185	0.185	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

5.2.2. Proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida

La proteína cruda, la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida de las hojas del pasto Insurgente (Cuadro 5) mostraron efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). La proteína cruda en las estaciones, otoño presentó el mayor contenido con $163.86 \text{ gr kg}^{-1}$ de MS. En primavera la mayor contenido de PC se presentó en la ER 14 días. Verano en las de 21 y 28 días. En otoño con valores más altos en las ER 14, 21 y 28 días. En invierno el mayor contenido de PC fue en la ER 7 y 21 días.

La fibra detergente neutra de las hojas, en promedio de las estaciones, primavera presentó mayor contenido de FDN con $538.85 \text{ gr kg}^{-1}$ de MS y en las ER la de 42 días presentó mayor FDN. Verano presentó mayor contenido en las ER 7, 28, 35, 49 y 56 días. Otoño solamente en la ER de 7 días y en invierno en la ER 21 días.

La fibra detergente ácida de las hojas en las estaciones se presentó con mayor contenido en verano. Primavera presentó mayor contenido de FDA en las ER 14, 28, 35 y 49 días. En verano e invierno solamente la ER 56 días presentó mayor contenido de FDA. Otoño presentó mayor contenido de FDA en las ER 49 y 56 días.

5.2.3. Lignina ácida detergente

La lignina ácida detergente de las hojas (Cuadro 6) mostraron efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0016$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0214$).

Cuadro 5. Proteína, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida de las hojas del pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	PROTEINA CRUDA (gr kg ⁻¹ de MS)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	166.35B	129.97D	138.95E	157.82A	148.27C
14	178.16A	141.27C	175.83A	148.15B	160.85A
21	157.12C	156.32A	174.49AB	156.44A	161.09A
28	132.53D	150.86B	172.42AB	148.84B	151.16B
35	115.98E	140.52C	165.52C	137.3C	139.85E
42	129.6D	132.12D	169.86BC	148.8B	145.09D
49	115.48E	115.00E	159.1D	133.51C	130.77F
56	106.93F	120.20E	154.76D	137.3C	129.80F
Promedio	137.77C	135.78C	163.86A	146.03B	
EEM	0.667	0.667	0.667	0.667	
FIBRA DETERGENTE NEUTRA (gr kg ⁻¹ de MS)					
7	494.33Dc	538.05Ab	578.97Aa	539.74Bb	537.77B
14	462.45Ec	519.24Ba	503.85CDb	529.96CDa	503.87D
21	538.78Ca	502.93Cc	519.82Bb	549.00Aa	527.63C
28	548.86BCa	546.97Aa	493.76Dc	512.86Eb	525.61C
35	558.95Ba	547.02Ab	505.73Cd	533.19BCDc	536.22B
42	603.32Aa	521.59Bb	526.37Bb	528.9CDb	545.05A
49	543.34Ca	546.07Aa	526.69Bb	537.58BCab	538.42B
56	560.8Ba	541.83Ab	526.95Bc	524.63Dc	538.55B
Promedio	538.85A	532.96B	522.77C	531.98B	
EEM	1.63	1.207	1.45	1.121	
FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (gr kg ⁻¹ de MS)					
7	328.95Ca	315.74Gc	321.96Bb	331.1Ba	324.44E
14	336.15ABa	325.91Fb	302.94Dc	324.93Db	322.48E
21	319.66Db	324.25Fb	303.04Dc	328.31Ca	318.81F
28	337.51Aa	333.28Ea	300.68Dc	318.33Eb	322.45E
35	338.98Ab	349.84Ba	313.95Cd	330.77Bc	333.39C
42	317.36Dc	338.39Da	320.03Bc	332.47Bb	327.06D
49	341.14Aa	345.57Ca	333.36Ab	328.58Cc	337.16B
56	330.33BCc	357.09Aa	336.02Ac	343.15Ab	341.65A
Promedio	331.26B	336.26A	316.5C	329.71B	
EEM	0.775	0.439	0.675	0.211	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

La lignina ácido detergente en relación a las estaciones del año, invierno presentó el mayor contenido de lignina (54.42 gr kg^{-1} de MS). Primavera presentó mayor contenido de LAD en las ER 14, 35, 42, 49 y 56 días. En verano el mayor contenido se presentó en las ER de la 21 a 56 días. En otoño el mayor contenido de LAD se presentó en la ER 56. En Invierno el mayor contenido se presentó en las ER 7, 28, 49 y 56

Cuadro 6. Lignina detergente neutra de las hojas del pasto Insurgente, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	LIGNINA ÁCIDA DETERGENTE (gr kg^{-1} de MO)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	44.23Cb	43.93Cb	50.06BCDab	56.65ABCa	48.72CD
14	48.75ABCab	45.84BCab	41.85Eb	51.67BCDa	47.03D
21	46.40BCa	51.68ABa	44.56CDEa	49.16CDa	47.95CD
28	44.90Cbc	50.46ABCab	42.68DEc	55.07ABCDa	48.28CD
35	52.67ABa	53.85Aa	49.69BCDa	48.41Da	51.16BC
42	54.84Aa	48.53ABCa	52.13BCa	55.6ABCDa	52.77B
49	47.78ABCb	52.81ABab	53.52Bab	57.34ABa	52.87B
56	53.08ABc	54.29Abc	64.51Aa	61.43Aab	58.32A
Promedio	49.08B	50.17B	49.88B	54.42A	
EEM	0.946	0.946	0.946	0.946	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

CAPITULO VI Artículo en proceso

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO MOMBAZA (*Panicum maximum*), EN LAS ESTACIONES DEL AÑO: RECAMBIO Y ESTABILIDAD DE LA POBLACIÓN DE TALLOS

José Manuel Castro Salas¹, Omar Ramírez Reynoso², Claudia Carreón Corral¹, Sila Carneiro da Silva³, Anastacio García Martínez⁴, Francisca Avilés Nova^{4*}

¹ *Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Autónoma de Guerrero. Iguala de la Independencia, Guerrero*

² *Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia: Costa Chica. Universidad Autónoma de Guerrero.*

³ *Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Departamento de Zootecnia. Piracicaba, SP, Brasil*

⁴ *Universidad Autónoma del Estado de México -Centro Universitario UAEM- Temascaltepec. C.P. 51300. Km. 67.5 carretera Toluca – Temascaltepec*

**Autor de correspondencia: franavilesnova@yahoo.com.mx*

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la densidad de población de tallos, tasa de rebrote y el índice de estabilidad de la población del pasto *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaza, a ocho edades de rebrote (ER; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días) en las estaciones del año (EA). En cada estación las ER se distribuyeron al azar en 32

parcelas primavera (17 abril-13 junio 2012), verano (10 julio-4 septiembre 2012), otoño (7 octubre-2 diciembre 2012) e invierno (9 enero-6 marzo 2013). Las ER se distribuyeron en 32 parcelas (6 m²) mediante un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, durante un año, La mayor DPT promedio ($P<.0001$) se obtuvo en verano 526.5 tallos m⁻². En verano y otoño no existió diferencia estadística ($P>0.05$) entre la DPT en las edades de rebrote. En primavera ($P=0.0224$) la mayor DPT se presentó en las ER 14 a 56 (447 tallos m⁻²) y en invierno se presentaron en las ER 21 a 56 (427 tallos m⁻²) ($P=0.0224$).

El mayor IE en primavera se presentó en la ER 14 (1.17) ($P<.0001$), en verano y en otoño en la ER 7 con 1.22 y 1.43 respectivamente ($P<.0001$), y en invierno en la ER 7, 14 y 28 (1.11) ($P<.0001$). Hubo menor dinámica de rebrote de tallos durante la primavera e invierno, debido a que se presentó bajas tasas de aparición y de muerte de tallos. Pero presentaron mayor supervivencia de la población. En el verano y otoño existió alta tasa de rebrote. Para no afectar la densidad de población, estabilidad poblacional, rebrote de tallos y la persistencia en el pasto 'Mombaza' puede cosecharse, en verano y otoño cada 21 días y en primavera e invierno a los 35 días.

INTRODUCCIÓN

La persistencia de las praderas depende de la capacidad de las plantas para renovar los tallos muertos y mantener estable la densidad poblacional de tallos, esto lo

determina directamente el efecto combinado de los patrones estacionales en los procesos de aparición, muerte y supervivencia de tallos,

Existen diferencias entre especies y cultivares para lograr la estabilidad de la densidad poblacional de tallos y favorecer la persistencia de las praderas (Ramírez *et al.*, 2011).

Se considera que la edad de rebrote constituye uno de los factores de mayor influencia en el crecimiento y la calidad de los pastos, y que en la medida que se prolonga la edad de rebrote se logra rendimiento superior, con deterioro de la calidad; esto indica que defoliaciones frecuentes son a menudo más deseables para utilizar pasto de mayor valor nutritivo (Ramírez *et al.*, 2009).

En las condiciones tropicales, los elementos del clima (precipitaciones, temperatura, radiación solar), los factores de manejo (edad de rebrote, fertilización, riego), la variabilidad y características de los suelos tienen gran influencia en la adaptación y productividad de los pastos (Fernández *et al.*, 2012).

El uso de forrajes constituye una fuente económica, disponible para la alimentación de rumiantes, particularmente en el trópico de América Latina, donde existen mayores extensiones de tierra dedicadas a esta actividad. La expansión de la frontera agrícola, en muchos países tropicales ha llegado al límite y el crecimiento actual de la actividad agropecuaria depende en alto grado de la intensificación y tecnificación de las tierras en uso (Lascano *et al.*, 2002).

Con base a lo anterior el objetivo del estudio fue determinar la densidad de población de tallos, tasa de rebrote y el índice de estabilidad de la población del pasto *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaza, a ocho edades de rebrote (ER; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días) en las estaciones del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una pradera de pasto Mombaza establecida en junio de 2011, en la localidad de Zacazonapan Estado de México (19°04' 45.09" N, 100° 15' 07.19" O) a 1370 msnm. De acuerdo con la clasificación de Köopen el clima es cálido subhúmedo AW₂, con lluvias en verano. La temperatura máxima y mínima durante el estudio fue de 29.4°C y 15.2°C respectivamente (Cuadro 1). La precipitación de 1231.4 mm y la humedad relativa de 66.5%. El suelo es de textura arcillo-limo-arenoso, con pH 6.4, P= 5.5 mg/kg, MO = 5.3 g/kg, NT= 0.265 g/kg, ND= 0.013 g/kg.

El pasto se sembró manualmente en junio de 2011, la densidad de siembra fue de 5 kg/ha, con separación de 50 cm entre surcos y plantas. Se fertilizó con 100 kg de N/ha y 60 kg de P/ha. Los tratamientos fueron ocho edades de rebrote (ER): 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días, las cuales se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 4 x 1.5 m (6.0 m²). Los tratamientos se evaluaron en las estaciones del año (EA) primavera (17 abril-13 junio 2012), verano (10 julio-4 septiembre 2012), otoño (7 octubre-2 diciembre 2012) e invierno (9 enero-6 marzo 2013).

Variables de estudio.

Para obtener los valores de número de tallos vivos y muertos, al inicio de los análisis de crecimiento (época del año), en una unidad experimental en la parte central, se marcó un área de 1 m², en la que se contó el número de plantas y registró para su posterior uso, de éstas se seleccionó la más representativa (altura promedio de plantas), en seguida se marcaron los tallos vivos, con anillos de cobre de color blanco, para considerarlos como población inicial.

Posteriormente, de acuerdo con las edades de rebrote (semanalmente) en cada análisis, los tallos nuevos fueron marcados con anillos de cobre de diferente color para cada generación, a los tallos muertos después de contarlos se les retiró el anillo. Estos valores se multiplicaron por el número de plantas existentes en el área (1 m²), de la unidad experimental, con estos datos se adquirió: la densidad poblacional de tallos (DPT; tallos m⁻²) y las respectivas tasas semanales de aparición (TAT) y muerte (TMT) (tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹) mediante la metodología usada por Zanine *et al.*, 2013

DPT = N° de tallos vivos existentes en cada muestreo.

$$TAT = \frac{\text{N° de tallos nuevos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

$$TMT = \frac{\text{N° de tallos muertos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

La tasa de sobrevivencia de tallos (TST) se obtuvo de manera indirecta mediante la ecuación:

$$TST = 100 - TMT$$

Para calcular el índice de estabilidad (IE), se utilizó la ecuación usada por Sbrissia *et al.*, 2010 y Ramírez *et al* 2011.

$$P_f/P_i = TST (1 + TAT)$$

Dónde: P_f/P_i representa al índice de estabilidad (IE) correspondiente a la relación entre la población de tallos en la edad de rebrote por semana por estación f y la edad de rebrote por la semana por la estación i; TST es la tasa de sobrevivencia de tallos en edad de rebrote por semana por estación ($TST = 100 - TMT$), TAT es la tasa de aparición de tallos en edad de rebrote por semana por estación. El proceso teórico de la formula antes mencionada se basa en técnicas desarrolladas por Leslie (1945), usando una matriz algebraica para estudiar la dinámica de población. Básicamente, cuando IE es menor que 1, esto indica que el número de tallos aparecidos son relativamente menores que los que sobreviven por determinado periodo de tiempo, indicando inestabilidad de la población de tallos en la pradera.

Cuadro 1. Precipitación, humedad relativa, temperatura máxima, media y mínima durante el período experimental en las estaciones del año (abril del 2012 a marzo del 2013).

Periodo de estudio	Lluvia (mm)	Humedad relativa Promedio (%)	Temperatura (°C)		
			Máxima	Media	Mínima
abr-12	0	42	33.8	24.1	14.4
may-12	38.02	51	33.1	25.35	17.6
jun-12	181.6	84	26.8	22.1	17.4
jul-12	302.4	85	27.2	21.4	15.6
ago-12	352.2	87	27.7	21.45	15.2
sep-12	207	87	26.8	20.95	15.1
oct-12	102.2	85	28.7	20.6	12.5
nov-12	47.8	76	28.1	22.45	16.8
dic-12	0	61	27.9	19.75	11.6
ene-13	0	60	28.9	20.75	12.6
feb-13	0	41	31.4	21.9	12.4
mar-13	0	39	32.9	27.25	21.6
Acumulada	1231.22				
Promedio		66.5	29.4	22.01	15.2

Modelo estadístico

El modelo estadístico de acuerdo con Herrera y García (2011) es el siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta en la repetición k, nivel j- de b, nivel i de A.

μ = Media general

A_i = Efecto del factor A al nivel i

B_j = Efecto del factor B al nivel j

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción AB al nivel i, j

E_{ij} = Error aleatorio

Análisis de datos

Después de agrupar semanalmente los datos, estos se analizaron con el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS[®] (2009), versión 9.2 para Windows[®]. Las variables de estudio que no cumplieron con el supuesto de normalidad fueron transformadas de acuerdo con las sugerencias de SAS[®]. Para seleccionar la matriz de varianza y covarianza se utilizó el Criterio de Información de Akaike (Wolfinger 1993), con esto se determinaron los efectos de las fuentes de variación: ER (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56), EA (primavera, verano, otoño e invierno) y las interacciones (ER*EA), estas fuentes se consideraron fijas y el efecto de bloques fue considerado aleatorio (Littell *et al.*, 1996). Las medias de los tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue mediante la probabilidad de la diferencia (PDIFF), basado en la prueba de “t” de “Student” a un nivel de significancia del 5%.

Densidad de tallos

En la densidad (Cuadro 2) hubo efectos de edades de rebrote ($P=0.0224$), de estación del año ($P<.0001$) y en la interacción edad de rebrote por estación del año no presentó efectos ($P=1.0000$).

La densidad de tallo (Cuadro 2) en la estación de primavera registró diferencia en las edades de rebrote. La mayor densidad se presentó en las ER 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días. En verano y otoño no existieron diferencias estadísticas en edades de rebrote. En invierno las edades de rebrote 21 a 56 días presentaron mayor densidad de tallos.

Cuadro. 2. Densidad de tallos del pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	DENSIDAD (tallos m ⁻²)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	359Bb	463Aa	352Aab	328Cb	376D
14	408ABab	497Aa	325Ab	363BCb	398CD
21	428ABb	545Aa	318Ab	379ABCb	418BCD
28	443ABab	435Aa	359Ab	419ABab	439ABC
35	455ABab	549Aa	388Ab	438ABab	458AB
42	466Aab	554Aa	398Ab	439ABab	464AB
49	470Aa	546Aa	456Aa	441ABa	478A
56	459ABa	523Aa	461Aa	446Aa	472AB
Promedio	436B	526.5A	382.1C	406.6BC	
EEM	26.243	26.409	30.486	22.068	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

Tasas de aparición y muerte de tallos

La tasa de aparición de tallos (Cuadro 3) presentó efectos de edad de rebrote ($P = 0.0001$), de estación del año ($P = 0.0042$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). En primavera la mayor tasa de aparición de tallos se presentó en la edad de rebrote 14 días. En verano la edad de rebrote de 7 días presentó mayor tasa de aparición de tallos.

En otoño la edad de 56 días presentó menor tasa de aparición de tallos. En invierno la edad de rebrote de 7 presentó mayor densidad de tallos.

La tasa de muerte de tallos, presentó efectos solamente de estaciones del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P = 0.03$). En primavera las edades de rebrote, que presentaron mayor mortalidad de tallos fueron a los 14, 21, 35, 42, 49 y 56 días. En verano a los 7 días se presentó la menor mortalidad de tallos. En otoño las edades de rebrote con mayor mortalidad de tallos fueron a los 14, 21, 35 y 42 días; invierno registró solamente en la edad de rebrote de 49 días mayor cantidad de tallos muertos (Cuadro 3).

Tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de población de tallos

La tasa de sobrevivencia de tallos (Cuadro 4) presentó efectos de edad de rebrote ($P = 0.0074$), de estación del año ($P < .0001$) y de su interacción de edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

Cuadro. 3. Tasa de aparición y muerte de tallos del pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE APARICIÓN DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	9.89Bb	23.32Aa	15.89ABab	19.28Aab	17.09AB
14	38.88Aa	11.10Bb	15.13ABb	11.44BCb	19.14A
21	5.89Bab	13.63Ba	13.16ABab	5.80DEb	9.62BCD
28	3.18Bbc	5.83Cc	20.80Aa	12.37Bab	10.55BC
35	5.06Bab	5.93Cb	16.93ABa	6.42CDb	8.59CD
42	4.02Ba	3.55CDa	10.18ABa	1.09Ea	4.71CD
49	4.03Bb	1.88Db	18.34Aa	3.06DEb	6.82CD
56	2.60Ba	0.00Da	2.91Ba	3.00DEa	2.13D
Promedio	9.19B	8.15B	14.17A	7.81B	
EEM	2.208	0.479	1.861	0.642	
ER	TASA DE MUERTE DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0	2.46Aa	0	0	0.62C
14	0.80Ab	2.61Aa	24.08Aa	0.31Bb	6.95A
21	0.17Ab	3.07Ab	12.33ABa	0.73Bb	4.07B
28	0	7.63Aa	6.31Ba	1.67Ba	3.9B
35	1.72Ab	3.85Aa	9.63ABa	1.89Bb	4.27A
42	1.56Ab	2.22Aab	8.24ABa	0.87Bb	3.22AB
49	0.76Ab	2.63Aab	4.69Ba	2.61Aab	2.67AB
56	1.29Ac	3.96Ab	1.74Ba	1.83Bbc	2.21B
Promedio	0.79C	3.55B	8.38A	1.24C	
EEM	0.17	0.646	1.116	0.159	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

En primavera, la mayor tasa de sobrevivencia de tallos se presentó en las edades de rebrote de 7, 14, 21, 28 y 42 días. En verano la menor sobrevivencia de tallos se presentó en la edad de rebrote de 28 días. En otoño, las edades de rebrote con

mayor sobrevivencia de tallos fueron de 7, 28, 49 y 56 días. En invierno las edades de rebrote con mayor valor fueron las de 7, 14 y 21 días.

Cuadro. 4. Tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de población de tallos del pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE SOBREVIVENCIA DE TALLOS (tallos100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	100Aa	97.54ABa	100Aa	100Aa	99.38A
14	99.78ABa	100.05Aa	82.92Cb	99.69ABa	95.61C
21	99.83ABa	96.94ABbc	91.52Bc	99.27ABab	96.89BC
28	100Aa	95.21Bc	93.69ABc	99.01Bb	96.98BC
35	98.95CDa	96.15ABab	90.37Bc	98.11Cb	95.89C
42	99.40ABCa	97.78ABa	91.76Bb	99.13Ba	97.02BC
49	99.24BCDa	97.38ABab	95.31ABab	96.57Db	97.12BC
56	98.71Da	96.04ABa	98.26Aa	98.17Ca	97.79AB
Promedio	99.49A	97.14C	92.98D	98.74B	
EEM	0.11	0.53	0.773	0.125	
INDICE DE ESTABILIDAD DE TALLOS					
7	0	1.22Ab	1.43Aa	1.12Ac	
14	1.17Aa	1.09Bb	0.91Dc	1.11Ab	1.07A
21	1.06Bb	1.11Ba	1.01CDb	1.05Bb	1.06A
28	1.03BCb	0.98CDc	1.01BCDabc	1.11Aa	1.03AB
35	1.04BCa	1.02Ca	1.07BCa	1.05Ba	1.04AB
42	1.02BCa	1.01CDa	1.02BCDa	1.00Ca	1.01BC
49	1.01Cb	1.00CDb	1.14Ba	1.01Cb	1.04AB
56	0.97Dab	0.96Db	1.01BCDab	1.01Ca	0.99C
Promedio	1.04B	1.05A	1.07A	1.06A	
EEM	0	0.008	0.0184	0.0059	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

El índice de estabilidad de población de tallos (Cuadro 4) presentó efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), de estación del año ($P = 0.0329$) y de su interacción de edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

En primavera, la mayor estabilidad de tallos se presentó en la edad de rebrote de 14 días; en verano y otoño el mayor índice de estabilidad de población de tallos se registró en la edad de rebrote de 7 días y en invierno las edades de rebrote con mayor índice de estabilidad de población de tallos fueron las de 7, 14 y 28 días.

REFERENCIAS

1. Fernández JL, Gómez AI y Cordoví CE. Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y contenido proteico del pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT-609 en un suelo vertisol. 2012. Revista Producción Animal. 24(1). 6 p.
2. Ramírez, RO.; Hernández, GA.; Da Silva SC; Pérez, PJ; Enríquez, J. F.; Quero, CA.; Herrera, HJ G. y Cervantes, A. Acumulación de forraje, crecimiento y características del pasto Mombasa (*Panicum maximum* Jacq.). (2009). Revista Técnica Pecuaria, 47 (2), 203-213.
3. Ramírez RO, Da Silva SC, Hernández GA, Enríquez QJF, Pérez PJ †, Quero CAR et al. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv Mombaza, cosechado en diferentes intervalos de corte. Rev Fitotec Mex 2011; 34(3): 213 – 220.

4. Lascano C; Pérez R; Plazas C; Medrano J; Pérez O; Argel P. J. 2002.
Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana
(*Brachiaria brizantha* CIAT 26110) CIAT, -Corpoica, Villavicencio, Colombia.
Pp. 1-30

CAPITULO VII. Pasto Mombaza (*Panicum máximum* cv Mombaza)

7.1. Acumulación de forraje

7.1.1. Producción de hoja y tallo

La aportación de los componentes morfológico (Cuadro 1) hoja y tallo, presentaron efecto de edad de rebrote ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$). La mayor aportación de hoja se presentó en verano ($1935.2 \text{ kg MS ha}^{-1}$) La mayor aportación de hoja en primavera se presentó en las edades de rebrote de 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días. En verano las edades de rebrote de 49 y 56 días; en otoño en las edades de rebrote que registraron mayor aportación de hoja fueron las edades de rebrote de 35, 42, 49 y 56 días; en invierno, el mayor rendimiento de hoja lo presentaron las edades de rebrote de 28, 35 y 49 días.

La mayor aportación de tallo se presentó en el verano (405.59). En primavera se presentó en las edades de rebrote 35, 42 49 y 56 días; en verano las ER 49 y 56 días, en otoño las ER 42, 49 y 56 días y en la estación invierno no registro producción de tallos. Con base a la comparación de los registros de cada estación del año se aprecia que verano cuenta con la mayor aportación de tallos.

Cuadro. 1. Aportación de hoja y tallo de pasto mombaza, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	HOJA (kg MS ha ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	298.05Ca	325.79Fa	43.22Db	45.72Eb	178.2F
14	578.66Bab	742.24Ea	395.51Cb	99.45Dc	453.9E
21	950.96ABab	1088.99DEa	586.58Cb	208.0Cc	708.6D
28	1013.95Aa	1280.08CDa	1119.82Ba	361.3ABb	943.8C
35	1201.52Ab	1839.49Ca	1578.59ABab	488.46Ac	1277.0B
42	1316.78Ab	2635.76Ba	1971.00ABab	307.3Bc	1557.7AB
49	1396.23Ab	3468.05ABa	2267.16Aab	371.12ABc	1875.6A
56	1775.65Ab	4101.22Aa	2577.43Aab	279.42BCc	2183.4A
Promedio	1066.48B	1935.2A	1317.4B	270.1C	
EEM	106.52	127.47	100.09	68.52	
ER	TALLO (kg MS ha ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	38.24Da	42.88Ea	8.83Db	0	22.49E
14	63.04CDa	60.05Ea	14.04Db	0	34.28DE
21	97.86BCa	135.04Da	10.47Db	0	60.84D
28	52.22CDc	259.91CDa	105.36Cb	0	104.37C
35	132.50ABb	330.24BCa	159.95BCab	0	155.67B
42	219.98Ab	557.44ABa	260.87ABb	0	259.57AB
49	234.80Ab	712.15Aa	395.23Aab	0	335.55A
56	253.85Ab	1147.04Aa	314.26ABc	0	428.79A
	136.56B	405.59A	158.63C	0	
	32.372	32.372	32.372		

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

7.1.2. Tasas de crecimiento y características estructurales

El rendimiento total de los componentes morfológicos, éste registró variación ocasionada por los efectos de edad de rebrote ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$). (Cuadro 2)

Cuadro. 2. Aportación total de componentes morfológicos de pasto mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TOTAL (kg MS ha ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	363.45Da	368.68Fa	52.05Fa	45.72Ea	207.47G
14	698.75CDa	802.28EFab	409.54Fab	99.45Eb	502.51FG
21	1089.62BCDa	1224.03DEFa	597.05EFab	208.00Db	779.68EF
28	1145.03BCDa	1539.99DEa	1225.18DEa	361.30Bb	1067.87DE
35	1477.05ABCa	2169.73CDa	1738.54CDa	488.46Ab	1468.44CD
42	1761.16ABb	3193.21BCa	2231.87BCb	307.30BCc	1873.38BC
49	1767.47ABc	4180.21ABa	2698.91ABb	371.13Bd	2254.43B
56	2232.61Ac	5248.27Aa	3162.42Ab	279.42CDd	2730.68A
Promedio	1316.89B	2340.8A	1514.44B	270.10C	
EEM	99.6	146.43	85.35	15.39	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

En la rendimiento total en primavera, indican que las edades de rebrote que representaron mayor rendimiento total de forraje fueron las edades de rebrote de 35, 42, 49 y 56 días; en verano las edades de rebrote que registraron mayor rendimiento total de componentes morfológicos fueron las de 49 y 56 días; otoño en forma similar a verano registra su mayor producción en los cortes a edades mayores siendo estas

las de 49 y 56 días; en invierno las medias producto de cada una de las edades de rebrote demuestran con base a sus diferencias que la edad de rebrote de 35 días fue la que sostuvo mayor rendimiento total de componentes morfológicos.

En las TAcH y TAcH (Cuadro 3) hubo efectos de interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), de estación del año ($P<.0001$) y de edad de rebrote ($P=0.3422$). De acuerdo a las EA verano presentó mayor TAcH ($57.05 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$). Primavera no presentó diferencias significativas de TAcH en las ER. En verano las ER con mayor TAcH fueron las de 14, 21, 35, 42, 49 y 56 d, Otoño Presento las mayores TAcH en las ER de 28 a 56 d. Invierno Presentó los mayores resultados de la TAcH en las ER 28 y 35. La TAcT en la comparación de las EA verano presentó la mayor TAcT ($10.48 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) En primavera presentó mayor TAcT en las ER 7, 14, 21, 35, 42, 49 y 56 d. Verano presentó mayor TAcT en la ER de la 28 a 56 d, Otoño Presentó mayor valor en las ER de 35 a 56 d. La EA invierno no presentó TAcT en sus ER.

La tasa de crecimiento (Cuadro3) registro variación ocasionada solamente por los efectos de, estación del año ($P<.0001$) y la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$).

Cuadro. 3. Tasa de acumulación de hoja, de acumulación de tallo y de crecimiento del pasto mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	Tasa de Acumulación de Hoja				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	42.58Aa	46.54Ba	6.17Cb	6.53CDb	25.45B
14	41.33Aab	53.01ABa	28.25Bb	7.10CDc	32.42AB
21	45.28Aab	51.85ABa	27.93Bb	9.90Bc	33.74AB
28	36.21Aa	45.71Ba	39.99ABa	12.90Ab	33.70AB
35	34.33Ab	52.55ABa	45.10Aab	13.95Ac	36.48AB
42	31.35Ab	62.75ABa	46.93Aab	7.31Cc	37.08A
49	28.49Ab	70.77Aa	46.26Ab	7.57Cc	38.27A
56	31.71Ab	73.23Aa	46.02Ab	4.98Dc	38.99A
Promedio	36.41B	57.05A	35.83B	8.78C	
EEM	3.114	2.873	1.922	0.463	
	Tasa de Acumulación de Tallo				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	5.46Aa	6.12BCa	1.26Cb	0	3.21D
14	4.50Aa	4.28Ca	1.00CDb	0	2.44D
21	4.66ABa	6.43BCa	0.50Db	0	2.89D
28	1.86Bc	9.28ABa	3.76Bb	0	3.72CD
35	3.78Ab	9.43ABa	4.57ABb	0	4.44BCD
42	5.23Ab	13.27Aa	6.21ABb	0	6.18ABC
49	4.79Ab	14.53Aa	8.06Ab	0	6.84AB
56	4.53Ab	20.48Aa	5.61ABb	0	7.65A
Promedio	4.35B	10.48A	3.87C	0	
EEM	0.784	0.784	0.784	0	
	TC				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	51.92Aa	52.67Ca	7.44Cb	6.53CDb	29.64B
14	49.91Aab	57.31BCa	29.15Bb	7.11Cc	35.87AB
21	51.89Aa	58.29BCa	28.23Bb	9.91Bc	37.08AB
28	40.89Aa	55.00Ca	43.76ABa	12.90Ab	38.14AB
35	42.20Ab	61.99BCa	49.67Aab	13.96Ac	41.96AB
42	41.93Ab	76.02ABCa	53.14Ab	7.32Cc	44.60A
49	47.84Ab	85.31ABa	55.08Ab	7.58Cc	48.95A
56	39.87Ab	93.72Aa	56.47Ab	4.99Dc	48.77A
Promedio	45.81B	67.54A	40.37B	8.78C	
EEM	3.828	3.616	2.173	0.517	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

Para la tasa de crecimiento, la comparación de edades de rebrote en primavera demuestra que las medias producidas por cada una de las edades de rebrote no presentaron diferencias estadísticas ($\alpha = 0.05$); en forma diferente verano mostro que las edades de rebrote que mayor tasa de crecimiento registraron fueron las de 42, 49 y 56 días; en la comparación de medias de las edades de rebrote en otoño, los resultados demuestran que las edades de rebrotes con mayor tasa de crecimiento fueron las de 28, 35, 42, 49 y 56 días sin diferencia estadística entre ellas; por otra

Cuadro. 4. Acumulación total de componentes morfológicos y tasa de crecimiento de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote en las estaciones del año.

ER	TOTAL (kg MS ha ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	363.45Da	368.68Fa	52.05Fa	45.72Ea	207.47G
14	698.75CDa	802.28EFab	409.54Fab	99.45Eb	502.51FG
21	1089.62BCDa	1224.03DEFa	597.05EFab	208.00Db	779.68EF
28	1145.03BCDa	1539.99DEa	1225.18DEa	361.30Bb	1067.87DE
35	1477.05ABCa	2169.73CDa	1738.54CDa	488.46Ab	1468.44CD
42	1761.16ABb	3193.21BCa	2231.87BCb	307.30BCc	1873.38BC
49	1767.47ABc	4180.21ABa	2698.91ABb	371.13Bd	2254.43B
56	2232.61Ac	5248.27Aa	3162.42Ab	279.42CDd	2730.68A
Promedio	1316.89B	2340.8A	1514.44B	270.10C	
EEM	99.6	146.43	85.35	15.39	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

parte en la estación del año invierno, la mayoría de las edades de rebrote fueron superadas por las edades de rebrote de 28 y 35 días, debido a que éstas registraron mayor tasa de crecimiento.

7.1.3. Relación hoja tallo y hoja no hoja

La relación hoja tallo y hoja no hoja (Cuadro 3) presentaron efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), de estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). La relación hoja tallo en primavera mostró que las edades de rebrote de 21 y 28 días registraron mayor relación. En verano las edades de rebrote 7, 14 y 21 días presentaron mayor relación. En otoño la ER 21 días presentó mayor relación hoja tallo. Durante la estación de invierno no existió producción de tallo por lo que la relación hoja tallo no se calculó.

7.1.4. Altura

La altura del pasto Mombaza (Cuadro. 4) presentó efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), de estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). En primavera y verano la máxima altura de la pradera se alcanzó en las edades de rebrote de 49 y 56 días. En otoño las edades de rebrote

Cuadro. 5. Relación hoja-tallo y relación hoja no hoja de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote en las estaciones del año.

ER	H:T				
	Pri	Ver	Oto	Inv	
7	8.59BCa	7.75ABCa	4.44Eb	0	5.19C
14	11.69BCb	12.85Ab	29.55Ba	0	13.52A
21	15.78ABb	8.87ABb	56.68Aa	0	20.33A
28	24.62Aa	5.56BCc	11.52Cb	0	10.42B
35	10.46BCa	5.96BCa	10.55CDa	0	6.74BC
42	8.44Cab	5.18BCb	10.24CDa	0	5.96C
49	2.95Db	5.42BCa	5.76CDEa	0	3.53D
56	7.58Cab	5.03Cb	10.81CDa	0	5.85C
Promedio	11.26B	7.07C	17.44A		
EEM	0.728	0.728	0.728		
HNH					
7	4.31BCb	7.75ABCa	4.44Db	0	4.12DE
14	5.12ABCc	12.85Ab	29.55Ba	0	11.88A
21	7.16ABb	8.87ABb	56.69Aa	0	18.18A
28	8.61Aab	5.56BCb	11.52Ca	0	6.42B
35	7.17ABCb	5.96BCab	10.55Ca	0	5.92BC
42	3.59Cb	5.18Cab	10.24Ca	0	4.75CD
49	2.14Db	5.42BCa	5.25Da	0	3.2E
56	3.71Ca	5.03Ca	5.19Da	0	3.48DE
Promedio	5.23C	7.08B	16.68A	0	
EEM	0.501	0.501	0.501	0.501	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

de 42, 49 y 56 días registraron mayor altura y en invierno la edad de rebrote de 7 días presentó menor altura.

Cuadro. 6. Altura de pasto Mombaza a ocho edades de rebrote en las estaciones del año.

ER	ALTURA (cm)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	32.85Cb	50.29Ea	46.63Ca	35.58Bb	41.33E
14	34.14Cb	52.91Ea	47.93Ca	37.76ABb	43.18E
21	35.66BCc	67.71Da	49.65Cb	39.5ABc	48.13D
28	35.44BCc	76.3Da	58.5Bb	38.85ABc	52.27CD
35	35.68BCc	89.28Ca	59.45Bb	39.96Ac	56.09BC
42	41.54Bc	94.38BCa	63.59ABb	39.64ABc	59.78B
49	51.7Ac	104.24ABa	65.79ABb	40.33Ad	65.51A
56	55.86Ac	115.45Aa	68.3Ab	40.79Ad	70.1A
Promedio	40.36C	81.32A	57.48B	39.05C	
EEM	1.141	1.663	1.404	0.454	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

7.2.1. Flujo de tejidos

7.2.2. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos

La tasa de aparición de hoja y elongación de tallo (Cuadro 5) presentó efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

Cuadro 7. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE APARICIÓN DE HOJA (hoja día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0.08Aab	0.39Aa	0.04Ac	0.2Ab	0.18A
14	0.02Bab	0.07Cab	0.04Ab	0.07Ba	0.05B
21	0.02Bab	0.17Ba	0.01Bc	0.05Cb	0.06BC
28	0.00C	0.05Da	0.01Bb	0.02DEb	0.02D
35	0.02Ba	0.1BCa	0.01Bc	0.02CDb	0.04CD
42	0.03ABa	0.02Db	0.0B	0.01DEb	0.01D
49	0.02Ba	0.06Ca	0.0Bb	0Eb	0.02D
56	0.00Cb	0.06CDa	0	0	0.02D
Promedio	0.02B	0.11A	0.01B	0.05C	
EEM	0.007	0.007	0.007	0.007	
TASA DE ELONGACIÓN DE TALLO (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)					
7	0	0	0	0	0
14	0.2BCb	1.43BCa	0.2BCb	0.21Ab	1.4AB
21	0.72Aa	1.02Ca	0.32ABa	0.05Bb	1.23AB
28	0.23Cb	0.66Ca	0.11BCb	0	1.27A
35	0.5ABCbc	1.21BCa	0.3Aab	0.26Ac	0.96BC
42	0.66Aa	1.04BCa	0.03BCb	0	0.53F
49	0.64Ab	1.66ABa	0.1Cc	0	0.79EF
56	0.57ABb	2.68Aa	0.03Cc	0	0.53F
Promedio	1.91A	0.95B	0.44C	0.06D	
EEM	0.114	0.114	0.114	0.114	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

En primavera la tasas de aparición de hoja mayor se presentó en las edades de rebrote de 7 y 42 días; en verano la rebrote de 7 días presento mayor aparición de hojas; en otoño las edades de rebrote 7 y 14 días presentaron los valores más altos. En invierno se presentó mayor tasa de aparición de hojas a los 7 días de edad.

La tasa de elongación de tallo presente en el Cuadro 5, muestra las medias de las edades de rebrote para la estación de primavera, en éstas se observa claramente que de acuerdo a las diferencias existentes entre ellas las que resultaron contener la tasa de elongación de tallos más alta son las edades de rebrote de 21, 35, 42, 49 y 56 días; en verano la diferencia entre las medias de las edades de rebrote registraron que las de mayor tasa de elongación de tallos fueron las de 49 y 56 días; en otoño las medias de sus edades de rebrote reportan que el máximo valor lo presentan las edades de rebrote de 21 y 35 días; para invierno, los valores de las medias que reportan las edades de rebrote, demostraron que las edades de rebrote de 14 y 35 días reflejaron en mayor proporción la tasa de elongación de tallo.

7.2.3. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar

Las tasa de elongación de hojas y de senescencia foliar (Cuadro 6) presentaron efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y su interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). Para la tasa de elongación de hoja,

Cuadro 8. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE ELONGACIÓN DE HOJA (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	47.72Bb	73.32Aa	36.73BCb	16.14Ac	43.48A
14	63.9Aa	37.16Bb	73.36Aa	14.31Ac	47.18A
21	49.15Bb	66.52Aa	48.47ABab	9.4Bc	43.38A
28	32.93Ca	37.18Ba	37.57BCa	2.31Db	27.49B
35	25.1Db	45.06Ba	24.66Cb	6.07Cc	25.22C
42	13.93Fb	23.05Ca	25.1Ca	0.72Dc	15.7D
49	16.28Eb	37.09Ba	14.02Db	1.09Dc	17.12D
56	12.11Fb	36.14Ba	9.14Db	1.05Ec	14.61E
Promedio	32.64B	44.44A	33.63B	6.38C	
EEM	1.423	2.053	2.495	1.274	
ER	TASA DE SENESCENCIA FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0	0	0	0	0
14	0.03Db	4.75CDa	0.04Db	0	1.2C
21	2.03Ca	3.66Da	0.82Ca	0.24Cb	1.68C
28	2.2Ca	4.22CDa	2.81Ca	0.05Fb	2.31B
35	9.85Ba	9.89BCDa	8.14Ca	0.14Db	7.0A
42	11.1ABab	15.44ABa	9.25BCb	0.9Ac	9.17A
49	12.85ABa	14.33ABCa	17.38ABa	0.62Bb	11.29A
56	18.47Aa	38.55Aa	40.39Aa	0.07Eb	24.37A
Promedio	7.07B	11.35A	9.85B	0.25C	
EEM	0.831	1.542	2.326	0.157	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

En primavera se reportó mayor elongación de hoja en la edad de rebrote de 14 días, en verano fue diferente se reportó mayor elongación de hojas en las edades de rebrote de 7 y 21 días y en otoño reporta la mayor tasas se presentó a los 14 y 21 días.

La mayor tasa de senescencia en primavera y verano se presentó 42 49 y 56 días para ambas estaciones del año; en otoño en las edades de rebrote de 49 y 56 días; en invierno la mayor tasa de senescencia se presentó a los 42 días.

7.2.4. Tasa de crecimiento neto foliar

La tasa de crecimiento presentó efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y su interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

En primavera los valores mayor de crecimiento se presentaron en la edad de rebrote de 14 días, en verano la mayor tasa de crecimiento se presentó en las ER de 7 y 21 días; en otoño las medias de las edades de rebrote que sostuvieron las tasas más altas de crecimiento fueron las de 14 y 21 días; en invierno se registraron las mayores tasas de crecimiento en las edades de rebrote de 7 y 14 días.

Cuadro 9. Tasa de crecimiento neto foliar de pasto mombaza, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE CRECIMIENTO NETO FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	50.25Bb	73.32Aa	36.73BCb	16.14Ac	44.11A
14	63.88Aa	32.41BCb	73.32Aa	14.31Ac	45.98A
21	47.15Ba	62.86Aa	47.65ABa	9.17Bb	41.71A
28	30.73Ca	32.97BCa	34.77BCa	2.26Db	25.18B
35	15.25Db	35.16Ba	16.52CDabc	5.93Cc	18.21B
42	2.83Ea	4.35DEa	15.85CDa	0.60Da	5.91C
49	3.43Eab	16.14CDa	0.00Dab	1.22Db	4.36C
56	0.00Ea	0.00Ea	0.00Eb	0.98Da	0.0D
Promedio	26.20B	31.85A	23.78AB	6.32C	
EEM	1.342	2.437	3.461	0.806	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

7.3 Análisis químico

7.3.1. Ceniza

El contenido de ceniza de las hojas (Cuadro 8) registró efectos de edad de rebrote (P< .0001), estación del año (P< .0001) y de la interacción edad de rebrote por estación del año (P < .0001). En relación a las estaciones del año, primavera y otoño presentaron mayor contenido de ceniza (15.20 y 14.80 gr kg⁻¹ MS). El mayor contenido de ceniza en primavera se presentó en las ER de 14 y 35 días. En verano

Cuadro 10. Contenido de ceniza de las hojas del pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año

ER	CENIZA (gr kg ⁻¹ de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	14.74CDa	13.66Ba	12.69Ca	14.52ABa	13.90B
14	17.98ABa	14.87ABb	15.14ABb	13.16ABb	15.29A
21	16.28BCa	16.29Aa	14.47Bab	13.08ABb	15.03A
28	13.10DEb	14.10ABab	15.78ABa	12.70Bb	13.92B
35	20.28Aa	10.85Cc	14.25BCb	15.33Ab	15.18A
42	17.29BCa	10.01CDc	14.31Bb	13.46ABb	13.77B
49	10.55Eb	8.19Db	15.35ABa	14.80ABa	12.22C
56	11.39Eb	9.78CDb	16.40Aa	14.77ABa	13.08BC
Promedio	15.20A	12.22C	14.80AB	13.98B	
EEM	0.326	0.317	0.201	0.293	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

a los 14, 21 y 28 días. En otoño el mayor contenido de ceniza fue en las ER 14, 28, 49 y 56 días. En otoño el mayor contenido de ceniza fue en las ER 7, 14, 21, 35, 42, 49 y 56 días.

7.3.2. Proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida

La proteína cruda, la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida de las hojas del pasto Insurgente (Cuadro 9) mostraron efectos de edad de rebrote (P < .0001), estación del año (P < .0001) y de la interacción edad de rebrote por estación del año (P < .0001). La proteína cruda en las estaciones, otoño presento el mayor contenido con 146.58

Cuadro 11. Proteína, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida de las hojas del pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	PROTEINA CRUDA (gr kg ⁻¹ de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	180.95Aa	132.5Bc	144.58Db	147.21Cb	151.31B
14	181.76Aa	120.9Cd	161.17Bb	151.34Bc	151.31A
21	141.62Bb	136.58ABb	166.11Aa	167.23Aa	152.89AB
28	103.96Dd	140.59Ac	157.01Ca	150.71BCb	138.07C
35	119.32Cd	132.7Bc	158.29BCa	138.95Db	137.31C
42	81.42Fd	115.47Dc	140.98Ea	121.18Eb	114.76D
49	94.44Ec	90.98Fc	120.53Fa	116.63Fb	105.64E
56	77.33Fd	98.21c	123.95Fa	109.13Gb	102.16F
Promedio	122.6C	120.99C	146.58A	137.8B	
EEM	1.003	0.596	0.434	0.476	
FIBRA DETERGENTE NEUTRA (gr kg ⁻¹ de MS).					
7	500.25Fc	504.14CDc	552.2Ba	537.99Ab	523.65B
14	471.17Gd	496.68Db	482.49Fc	527.04Ba	494.34D
21	531.11Db	510.46Cc	510.00Dc	535.35Aa	521.73B
28	515.05Eb	552.59Aa	493.22EFc	496.23Ec	514.27C
35	546.46Ca	524.4Bb	495.99Ed	516.72Dc	520.89B
42	575.3Aa	509.71Cd	538.22Cb	523.98BCc	536.8A
49	537.81Db	532.67Bbc	566.86Aa	526.81Bc	541.03A
56	556.13Ba	531.39Bb	548.12BCa	520.17CDc	538.95A
Promedio	529.16A	520.25C	523.39BC	523.04B	
EEM	0.979	1.118	1.393	0.684	
FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (gr kg ⁻¹ de MS).					
7	325.04Db	317.53Dc	310.23Ed	331.82Da	321.16F
14	359.37Aa	328.71Cb	302.21Fc	324.39Eb	328.67E
21	326.6Dc	358.48Aa	304.23Fd	337.61Cb	331.73D
28	339.18BCb	351.16Ba	310.31Ed	328.54DEc	332.3D
35	341.01Bb	345.26Bb	324.68Dc	350.53Aa	340.37C
42	338.28BCb	344.79Ba	333.77Cc	348.77Aa	341.4C
49	361.74Aa	348.27Bb	341.94Bbc	343.16Bc	348.78B
56	337.45Cc	362.50Aa	358.06Aa	347.05ABb	351.26A
Promedio	341.08B	344.59A	323.18D	338.98C	
EEM	0.344	0.801	0.582	0.669	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

gr kg⁻¹ de MS. En primavera el mayor contenido de PC se presentó en las ER 7 y 14 días. Verano en las de 21 y 28 días. En otoño e invierno los valores más altos se presentaron en las ER 21 días.

La ER 42 días presentó mayor FDN en primavera. En verano presentó mayor contenido a los 28 días, en otoño a los 49 días y en invierno en las ER 7 y 21 días. Primavera fue la estación que presentó mayor contenido de FDN (529.16 gr kg⁻¹ de MS)

La fibra detergente ácida de las hojas, en las estaciones se presentó con mayor contenido en verano (344.59 gr kg⁻¹ de MS). Primavera presentó mayor contenido de FDA en las ER 14 y 49 días. En verano solamente la ER 21 y 56 días presentó mayor contenido de FDA. Otoño presentó mayor contenido de FDA en las ER 56 días. Invierno el mayor contenido fue en la ER 35, 42 y 56 días.

7.3.3. Lignina ácido detergente

La lignina ácido detergente de las hojas (Cuadro 10) mostraron efectos de edad de rebrote ($P < .0002$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

La lignina ácido detergente en relación a las estaciones del año, invierno presentó el mayor contenido de lignina (52.42 gr kg⁻¹ de MS). Primavera presentó mayor contenido de LAD en las ER 14, 35, 42 y 56 días. En verano el mayor contenido se presentó en las ER 28 días. En otoño el mayor contenido de LAD se presentó en la ER 56. En invierno el mayor contenido se presentó en las ER 14, 21, 28, 35, 49 y 56.

Cuadro 12. Contenido de lignina ácido detergente de las hojas del pasto Mombaza, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	LIGNINA ÁCIDO DETERGENTE (gr kg ⁻¹ de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	34.21Db	47.61BCa	50.25Ba	47.02Ca	44.77D
14	51.00Aa	38.41Db	43.34Db	53.21ABa	46.49CD
21	39.42CDc	44.97Cb	42.79Dbc	53.79ABa	45.24D
28	39.49CDb	57.37Aa	43.78Db	55.84Aa	49.12BC
35	48.83ABbc	50.68Bab	44.35CDc	55.99Aa	49.96B
42	47.53ABab	44.58Cb	45.08BCDb	50.24BCa	46.86BCD
49	44.16BCc	44.53Cbc	49.66BCab	52.4ABCa	47.69BCD
56	51.26Ab	47.69BCb	64.17Aa	50.88ABCb	53.5A
Promedio	44.49C	46.98B	47.92B	52.42A	
EEM	0.685	0.685	0.685	0.685	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

CAPITULO VIII. Pasto Tanzania (*Panicum máximum* cv Tanzania)

8.1. Acumulación de forraje

8.1.1. Producción de hoja, tallo

La producción de hoja y tallo en el pasto Tanzania durante el periodo de estudio (Cuadro 1) presentaron efecto de interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), de estación del año ($P<.0001$) y de edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera las ER de primavera las ER 35, 42, 49 y 56 d presentaron mayor aportación de hoja. En verano la mayor aportación de hoja se presentó en la ER 56 d. En otoño la mayor producción de hoja se presentó en las ER 42, 49 y 56 d. Invierno presentó menores aportaciones en sus ER, la mayor aportación de hoja se presentó en las ER 28, 35, 42, 49 y 56 d.

La mayor producción de tallo en primavera se presentó en las ER 35, 42, 49 y 56 d, sin embargo en las EA verano y otoño la mayor aportación de tallo se presentó solamente en la ER 49 d. En invierno no se presentó producción de tallo. La estación de verano fue quien obtuvo mayor aportación tallo ($812.53 \text{ kg MS ha}^{-1}$).

La contribución total de los componentes morfológicos (Cuadro 1), se observó que hubo efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estaciones del año ($P<.0001$) y con edades de rebrote ($P<.0001$). En primavera la mayor contribución total de los componentes se presentó en la ER 49 d, en verano

Cuadro 1. Acumulación de hoja, tallo y total de pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	HOJA (kg MS ha ⁻¹).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	163.6Eb	273.54Fa	109.22Fc	90.52Dc	159.22F
14	472.58Dab	625.64Ea	429.04Eb	144.57Cc	417.96E
21	843.32Ca	867.76DEa	880.05Da	259.4Bb	712.63D
28	896.82BCb	1364.61CDa	1282.18Ca	398.9Ac	985.63C
35	1372.48Aa	1733.96Ca	1722.12BCa	388.93Ab	1304.37B
42	1647.4Ab	2488.1Ba	2098.46ABab	314.97ABc	1637.23AB
49	1350.93Ab	2845.52Ba	2323.93ABa	341.4ABc	1715.45A
56	1289.62ABc	4409.52Aa	2699.38Ab	341.07ABd	2184.9A
Promedio	1004.59C	1826.08A	1443.05B	284.97D	
EEM	80.864	86.355	78.948	77.972	
	TALLO				
7	22.22Cb	39.01Fa	56.32DEa	0	39.18E
14	37.6BCb	83.94Ea	37.19Eb	0	52.91E
21	29.68BCb	71.19EFab	80.97Da	0	60.61E
28	53.54Bb	274.03Da	236.96Ca	0	188.18D
35	160.07Ab	385.51CDa	351.01Ca	0	298.86C
42	220.44Ab	530.51Ca	365.28BCab	0	372.08C
49	254.86Ab	3372.81Aa	1476.9Aa	0	1701.52A
56	189.19Ac	1743.26Ba	646.87Bb	0	859.77B
Promedio	120.95C	812.53A	406.44B	0	
EEM	95.108	108.63	95.108		
	TOTAL				
7	197.52Eb	312.55Ea	165.55Gb	90.52Ec	191.54G
14	536.95Dab	709.6Da	466.24Fb	144.58Dc	464.34E
21	911.18Ca	355.2Fc	961.02Ea	259.4Cb	444.1F
28	999.53Cb	1638.63Ca	1519.14Da	398.9ABc	1139.05D
35	1647.67Ba	2119.47Ca	2073.14CDa	450.68Ab	1572.74C
42	2076.93Bb	3018.63Ba	2463.74Cab	314.98BCc	1968.57BC
49	5993.9Aa	6218.35Aa	6365.25Aa	341.4Bb	4729.72A
56	1247.8BCc	6152.77Aa	3898.12Bb	341.07Bd	2909.94B
Promedio	1701.43B	2476.85A	2239.02A	292.69C	
EEM	218.53	233.79	214.97	10.319	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

los valores más altos se produjeron en las ER 49 y 56 d. La estación de primavera, mostró mayor valor en la contribución total de componentes morfológicos en la ER 49 d. En invierno la mayor contribución total de componentes morfológicos se presentó en las ER 28 y 35 d. Las estaciones de verano y otoño presentaron mayor contribución de hoja y tallo (2357.9 kg MS ha⁻¹).

8.1.2. Tasas de crecimiento y características estructurales

En la tasa de acumulación de hoja y tallos (Cuadro 2), hubo efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estaciones del año ($P<.0001$) y edades de rebrote ($P<.0001$).

En primavera la mayor TAcH se produjo en las ER 35, 42, 49 y 56 d, en verano solamente en la ER 56 d reflejo la más alta tasa de acumulación de hoja, en otoño la acumulación de hoja en mayor proporción se produjo en las ER 42, 49 y 56 d, invierno por su parte presento su mayor TAcH en las ER 28 y 35 d.

La mayor tasa de acumulación de tallos (Cuadro 2) en primavera se presentó con mayor intensidad en las ER 35, 42, 49 y 56 d, en verano en las ER 49 y 56 y en otoño en la ER 49 d. La estación que presentó mayor acumulación fue verano (118.67 kg MS ha⁻¹ d⁻¹).

Cuadro 2. Tasa de acumulación de hoja, tallo y crecimiento de pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año

ER	TASA DE ACUMULACIÓN DE HOJA				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	23.37Bab	39.07BCa	15.6Cbc	12.93ABc	22.74C
14	33.75ABa	44.69BCa	30.64BCa	10.32BCb	29.85BC
21	40.16Aa	25.39Cab	41.90ABa	12.35ABb	29.95BC
28	32.03ABa	48.73Ba	45.79ABa	14.24Ab	35.20AB
35	39.21Aa	49.54Ba	49.20ABa	11.11Bb	37.26AB
42	39.22Ab	59.24ABa	49.96Aab	7.49CDc	38.98A
49	27.57ABb	58.07ABa	36.37ABb	6.96Dc	32.24AB
56	24.07Bc	78.74Aa	48.2ABb	6.08Dd	39.27A
Promedio	32.42C	50.43A	39.71B	10.19D	
EEM	1.726	2.716	2.395	0.418	
ER	TASA DE ACUMULACIÓN DE TALLO				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	3.17BCb	5.57Cab	8.05Ba	0	5.59D
14	2.68CDa	5.99CDa	2.65Ca	0	3.78E
21	1.41Db	3.35Dab	3.85Ca	0	2.87F
28	1.91CDb	7.36BCa	8.46Ba	0	5.91CD
35	4.57ABb	11.01BCab	10.03Ba	0	8.53BC
42	5.25Aa	12.63BCa	8.69Ba	0	8.86BC
49	5.20Ab	68.83Aa	30.46Aa	0	34.83A
56	3.19ABCb	31.13ABa	11.55Ba	0	15.29B
Promedio	3.42B	18.23A	10.47A	0	
EEM	0.391	3.109	0.794	0	
ER	TASA DE CRECIMIENTO				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	28.22Cb	44.65Da	23.64Eb	12.93Ac	27.36D
14	38.35BCab	50.68CDa	33.3DEb	10.32Bc	33.16CD
21	43.39BCa	62.29CDa	45.76CDa	12.35ABb	40.95BC
28	35.69BCb	58.52CDa	54.25BCa	14.24Ac	40.68BC
35	47.07Ba	60.55CDa	59.23BCa	12.77ABb	44.91B
42	49.45Bb	71.87BCa	58.65BCab	7.49Cc	46.86BC
49	122.32Aa	126.91Aa	131.12Aa	6.96Cb	96.83A
56	32.84BCc	109.87ABa	69.61Bb	6.08Cd	54.6BC
Promedio	49.66C	73.16A	59.44B	10.39D	
EEM	4.486	4.594	4.486	0.343	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

La tasa de crecimiento (Cuadro 2) varió de manera significativa con los efectos producidos por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y con edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera la ER 49 d presentó mayor TC. Verano presentó mayor crecimiento en las ER 49 y 56. En otoño la mayor TC se originó en la ER 49 d. Invierno presentó menor crecimiento. La estación de verano mostró mayor TC con $73.16 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

8.1.3. Relación hoja tallo y hoja no hoja

La relación hoja tallo (Cuadro 3) se afectó de manera significativa de acuerdo con los efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y con edad de rebrote ($P<.0001$). Las edades tempranas de rebrote demostraron tener la mejor relación hoja tallo. En primavera la ER 21 d presentó mayor relación hoja tallo. En verano y otoño las ER 14 y 21 d presentaron mejor relación de hoja tallo. En invierno la relación hoja tallo no se calculó debido a que en ésta estación no hubo producción de tallo.

La relación hoja no hoja tallo (Cuadro 3) presentó variación de acuerdo con los efectos de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P=0.0833$) y por edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera los valores más altos de la relación hoja no hoja se manifestaran en las ER 21 y 28 d. En verano las ER 7, 14 y 21 d presentaron mayor relación hoja no hoja. En otoño la mejor relación hoja no hoja se presentó en las ER 14 y 21. En primavera se presentó mayor relación hoja no hoja.

Cuadro 3. Relación hoja-tallo y relación hoja no hoja de pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	RELACIÓN HOJA:TALLO				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	10.7CDa	7ABa	1.92Db	0	6.54C
14	10.15CDa	8.9Aa	11.61Aa	0	10.22B
21	29.75Aa	8.33Ac	12.24Ab	0	16.77A
28	18.36Ba	5.06Bb	5.44BCb	0	9.62B
35	8.73CDa	4.99Bb	4.94BCb	0	6.22C
42	7.75Da	4.78Bb	5.94Bab	0	6.15C
49	1.18Ea	0.74Db	1.3Ea	0	1.07D
56	13.22BCa	3.37Cb	4.3Cb	0	6.96C
Promedio	12.48A	5.39B	5.96B	0	
EEM	0.925	0.498	0.522		
RELACIÓN HOJA NO HOJA					
7	5.20CDa	7.00ABa	1.92Cb	0	4.71DE
14	7.91BCa	8.90Aab	11.61Aa	0	9.47A
21	12.68Aa	8.33Ab	12.24Aa	0	11.08A
28	8.99ABa	5.06Bb	5.44Bb	0	6.49B
35	5.56CDa	4.99Ba	4.94Ba	0	5.16C
42	3.96Db	4.78Bab	5.94Ba	0	4.89CD
49	0.27Ec	0.73Da	0.47Db	0	0.49F
56	5.97CDb	3.37Cb	2.35Cb	0	3.9E
Promedio	6.31A	5.39AB	5.61B	0	
EEM	0.502	0.506	0.524		

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

8.1.4. Altura

La altura (Cuadro 4) presentó efectos producidos por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y con edad de rebrote ($P<.0001$). La altura de las plantas de Tanzania, se incrementó a medida que aumentaba las ER, en primavera y verano las mayores alturas se registraron en las ER 49 y 56 d. En otoño la mayor altura se presentó en las ER 42, 49 y 56. En invierno las mayores alturas se registraron en las ER 35, 42, 49 y 56 d. El forraje Tanzania presentó la mayor altura (78.05 cm) en verano.

Cuadro 4. Altura de pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año

ER	ALTURA (cm).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	32.07Cb	47.28Ea	41.91Ea	35.33Cb	39.15G
14	32.88Cd	50.68Ea	43.85DEb	36.48Cc	40.97G
21	33.52Cd	67.42Da	46.31Db	39.08Bc	46.58F
28	33.65Cd	73.78Da	57.38Cb	39.18Bc	51.00E
35	34.27Cd	87.28Ca	59.97BCb	39.31ABc	55.21D
42	39.75Bc	92.00BCa	61.95ABb	40.00ABc	58.42C
49	50.27Ac	99.00ABa	63.18ABb	40.41ABd	63.21B
56	52.76Ac	106.98Aa	65.51Ab	40.56Ad	66.45A
Promedio	38.65C	78.05A	55.01B	38.79C	
EEM	1.096	1.389	1.042	0.947	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

8.2. Dinámica de Tallos

8.2.1. Densidad de tallos

La densidad poblacional de tallos (Cuadro 5) presentó efectos producidos por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y con la edad de rebrote ($P=0.5014$). En primavera y verano los efectos producidos por las edades de rebrote presentaron, diferencias no significativas ($\alpha = 0.05$) entre sus edades de rebrote, en otoño la mayor densidad se presentó en las ER 28 a 56 d, y en invierno la densidad poblacional de tallos se presentó con mayor magnitud en las ER 21 a 56 d. Primavera presentó mayor (150.87 tallos m²) densidad poblacional de tallos.

8.2.2. Tasa de aparición y muerte de tallos

La tasa de aparición y muerte de tallos (Cuadro 5) presentó efectos producidos por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y por la edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera la ER 14 d presentó mayor tasa de aparición de tallos y en verano la mayor TAT se presentó en las ER 7, 14 y 21 d. Otoño presentó la mayor TAT en las ER 7, 14, 21, 28, 42 y 49 d. Invierno registró mayores valores de TAT en las ER 7 y 28 d.

Cuadro.5. Densidad poblacional de tallos del pasto Tanzania, a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	DENSIDAD (tallos/m ²).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	124.00Aa	91.50Aa	64.50Cb	95.75Ca	93.93A
14	149.50Aa	100.75Aa	59.25Cb	101.50BCa	102.75A
21	154.75Aa	121.00Aa	68.00BCb	106.00ABa	112.44A
28	160.00Aa	125.25Aa	88.50ABCb	106.00ABab	119.94A
35	161.25Aa	123.75Aa	87.50ABCb	109.00Aab	120.37A
42	161.50Aa	124.75Aa	98.25ABb	110.50Aab	123.75A
49	152.25Aa	124.00Aa	115.25Aa	108.50ABa	125.00A
56	143.75Aa	121.25Aa	116.50Aa	111.50Aa	123.25A
Promedio	150.87A	116.53B	87.20C	106.09B	
EEM	12.771	10.244	9.353	8.396	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

En primavera la mayor TMT se presentó en las ER 21, 35, 42 y 49 d. En verano no existió significativas ($\alpha = 0.05$) entre la TMT producidas en cada una de las ER. Otoño presento mayor TMT en las ER 14 y 35 d y comparado con el resto de las estaciones fue el de mayor MT. Invierno presento la menor bajas TMT. Las estaciones de verano y otoño registraron mayor TMT con 5.9 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹.

Cuadro 6. Tasa de aparición y muerte de tallos del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE APARICIÓN DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	10.51Bb	16.68Aab	29.87ABa	14.13Aab	17.79A
14	27.86Aab	13.04ABbc	24.51ABa	6.84BCc	18.06A
21	4.36BCb	24.32Aa	25.56ABa	5.03BCb	14.82AB
28	3.36CDc	7.55BCb	36.3Aa	6.69ABb	13.47BC
35	6.86BCb	4.93Cb	14.23Ba	5.38BCb	7.85CD
42	3.65CDb	3.86CDb	17.71ABa	1.74Db	6.74DE
49	3.57CDb	1.42Dbc	20.71ABa	1.26Dc	6.74E
56	2.55Da	0	2.32Ca	4.34CDa	2.3
Promedio	7.84B	8.97B	21.4A	5.67B	
EEM	1.499	1.499	1.499	1.499	
	TASA DE MUERTE DE TALLOS (tallos 100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0	2.97Aa	0	0	0.74
14	1.48Cb	2.69Ab	33.84Aab	0.45CDc	9.61BC
21	1.73Aa	6.23Ab	7.42Ba	0.53Da	3.98AB
28	0.25BCab	4.85Aa	0.95CDa	6.49Aa	3.13C
35	3.87Aa	7.18Aa	12.64Aa	2.85Bb	6.63A
42	3.23ABb	2.43Aa	5.05BCb	0.18Db	2.72C
49	4.16ABCa	2.04Aa	2.95Da	3.19Ba	3.09C
56	5.1ABCa	1.97Aa	1.18CDa	2.12Ca	2.59C
Promedio	2.48B	3.79AB	8.00A	1.98B	
EEM	0.685	0.75	1.056	0.412	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

8.2.3. Tasa de sobrevivencia e índice de población de tallos

La tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de tallos presentó efectos producidos por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$),

Cuadro 7. Tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de tallos del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE SOBREVIVENCIA DE TALLOS (tallos100 tallos ⁻¹ semana ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	100Aa	97.02ABb	100Aa	100Aa	99.25A
14	98.51Aa	99.9Aa	73.86Eb	99.54Aa	92.95D
21	99.97Aa	99.67Aa	97.86ABa	99.46Aa	99.24A
28	99.75Aa	95.14Bb	99.04ABa	92.12Dc	96.51C
35	96.09Ba	96.77ABa	83.37Db	97.16BCa	93.35D
42	96.76Bbc	97.56ABb	94.94Cc	99.81Aa	97.27BC
49	98.54Aa	97.96Aab	97.04BCab	96.8Cb	97.58B
56	99.12Aa	98.02Aa	98.82ABa	97.87Ba	98.46A
Promedio	98.59A	97.75AB	93.12C	97.84B	
EEM	0.248	0.403	0.353	0.153	
INDICE DE ESTABILIDAD DE TALLOS					
7	1.10Ba	1.13Aa	1.19ABa	1.06Ab	1.12A
14	1.41Aa	1.10Ab	0.90Dc	1.06Ab	1.12AB
21	1.02Cb	1.11Aa	1.18ABa	1.06ABb	1.09B
28	1.03Cb	1.02Bbc	1.31Aa	1.00CDc	1.09B
35	0.99Da	1.01BCa	1.01Ca	1.00CDa	1.00D
42	1.00Db	1.01BCb	1.12Ba	1.01BCb	1.04C
49	1.01CDb	0.99BCbc	1.17ABa	0.98Dc	1.04C
56	0.99Dab	0.98Cb	1.01Cab	1.02BCa	1.00D
Promedio	1.07B	1.04C	1.11A	1.02D	
EEM	0.004	0.006	0.014	0.004	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

estación del año ($P<.0001$) y por la edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera la mayor sobrevivencia de tallos se presentó en las ER 7, 14, 21, 28, 49 y 56 d. En verano la mayor TST en las ER 7, 14, 21, 35, 42, 49 y 56 d y en otoño las ER 7, 21, 28, y 56 d. En invierno la mayor sobrevivencia se presentó en las ER 7, 14, 21 y 42 d. El IET mayor en primavera se presentó en la ER 14 d, en verano en las ER 7, 14 y 21 d, en otoño en las ER 7, 21, 28 y 49 d y en invierno en las ER 7, 14 y 21 d.

8.3.1. Flujo de tejidos

8.3.2. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos

La tasa de aparición de hojas y elongación de tallos presentaron efectos producidos por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y por la edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera, verano e invierno, la TAH presento los valores más altos en las ER 7 d, en otoño en la ER 7 y 14d.

8.3.3. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar

La TEF y TSF mostraron efectos producidos por la interacción edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y por la edad de rebrote ($P<.0001$), en primavera, los mayores valores de TEF se presentaron en las ER 7 y

14 d, en verano en las ER 7 y 21 d , en otoño los presenta en las ER 14, 21 y 28 d. y en invierno en las ER 7 y 14 d.

Cuadro 8. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE APARICIÓN DE HOJAS (hojas día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0.32Aab	0.325Aa	0.267Ab	0.167Ac	0.27A
14	0.09Cbc	0.13Cb	0.237Aa	0.067Bc	0.131B
21	0.077CDb	0.17Ba	0.102Bb	0.012Cc	0.091C
28	0.007Eb	0.082DEa	0.112Ba	0.012Cb	0.054D
35	0.155Ba	0.092Db	0.1Bab	0.012Cc	0.09C
42	0.09Ca	0.05Eab	0.022Cbc	0.00Cc	0.041D
49	0.042CDEab	0.067DEa	0.04Cab	0.007Cb	0.039D
56	0.02DEb	0.087Da	0.03Cb	0.00Cb	0.034D
Promedio	0.1B	0.125A	0.114AB	0.035C	
EEM	0.0073	0.0043	0.0066	0.0019	
TASA DE ELONGACIÓN DE TALLOS (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)					
7	15.85Aa	17.93Aa	19.14Aa	13.01Aa	16.48A
14	2.80Ba	1.52BCa	1.00Cb	1.01Bb	1.58B
21	1.95BCab	3.01Ba	0.71BCb	0	1.42C
28	2.77Ba	2.07BCa	0.76Cb	0.09Dc	1.42C
35	2.92Ba	1.46Ca	0.53Db	0.23BCDb	1.29C
42	1.50BCa	1.48Cab	0.08Ec	0.09BCbc	0.79C
49	2.35Ca	1.43Ca	0.08Eb	0.14CDb	1.00D
56	1.00Cb	3.32BCab	0.59Ba	0	1.22C
Promedio	3.89A	4.03A	2.86B	1.82C	
EEM	0.266	0.348	0.161	0.089	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

Cuadro 9. Tasa de elongación de hojas y senescencia foliar de pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	TASA DE ELONGACIÓN DE HOJA (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	50.25ABa	69.69ABa	31.46Bb	13.54Ac	41.23A
14	63.9Aa	49.65BCa	59.27Aa	12.14Ab	46.24A
21	49.15Bb	77.82Aa	50.03Ab	5.47Bc	45.62A
28	32.92Cb	49.66BCa	52.27Aa	1.23Ec	34.02B
35	25.1Db	48.76BCa	28.87Bb	2.76Cc	26.37B
42	13.92Eb	23.3Da	28.57Ba	0.68Fc	16.62D
49	16.27Eb	42.77Ca	15.44Cb	1.95Dc	19.11D
56	22.00Eb	63.84ABCa	11.55Cc	0.62Fd	24.5C
Promedio	34.19B	53.18A	34.68B	4.8C	
EEM	2.48	2.497	2.527	0.164	
ER	TASA DE SENESCENCIA FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	0	0	0	0	0
14	0.02C	4.57D	0.28D	0.02B	1.22EF
21	2.02B	4.08CD	0.75C	0	1.71
28	2.20B	5.71BCD	4.28ABC	0	3.05
35	9.85A	11.91ABC	6.60BC	0.12AB	7.12CD
42	11.10A	19.05AB	13.21BC	0	10.84
49	12.85A	15.6ABC	14.66AB	0.92A	11.01AB
56	18.47A	44.78A	32.48A	0.05B	23.94AB
Promedio	7.06C	13.21A	9.03B	0.13	
EEM	2.08	2.07	2.07	0.0722	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

8.3.4. Tasa de crecimiento neto foliar

La TCNF presentó efectos de interacción, edad de rebrote por estación del año ($P<.0001$), estación del año ($P<.0001$) y por la edad de rebrote ($P<.0001$). En primavera la mayor TCNF se reflejó en la ER 14 d, en verano esta condición se presentó en las ER 7 y 21 d, otoño demostró tener la mayor TCNF en la ER 21 y 28 d, por su parte en invierno solo se manifiesta en la ER 7d.

Cuadro 10. Tasa de crecimiento neto foliar de pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las cuatro estaciones del año.

ER	TASA DE CRECIMIENTO NETO FOLIAR (mm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	50.25Bb	69.69Aa	31.46BCc	12.82Ad	41.05A
14	63.87Aa	45.08Bb	0.29Ed	11.54Bc	30.19B
21	47.15Bb	73.74Aa	49.28Ab	5.47Cc	43.91A
28	30.72Cb	43.94Ba	38.41ABab	1.23Ec	28.57B
35	15.25Db	36.85BCa	22.27CDab	2.64Dc	19.25C
42	4.97Ebc	17.03Dab	20.35CDa	0.52Fc	10.72D
49	5.52Ea	16.29Da	8.64DEab	0.67EFb	7.78D
56	3.92Eb	24.95CDa	10.99DEab	0.57Fb	10.11D
Promedio	27.71B	40.95A	22.71C	4.43D	
EEM	0.826	2.167	1.866	0.079	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P<0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

8.4 Análisis químico

8.4 1. Ceniza

El contenido de ceniza de las hojas (Cuadro 11) presentó efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$). En relación a las estaciones del año, primavera y otoño presentaron mayor contenido de ceniza (15.41 y 15.49 g kg^{-1} MS). El mayor contenido de ceniza en primavera se presentó en la ER de 35 días. En verano a los 21, 28 y 35 días. En otoño el mayor contenido de ceniza fue en las ER 56 días. En invierno el mayor contenido de ceniza fue en las ER 7 y 56 días.

Cuadro 11. Ceniza de hojas del pasto Tanzania, en ocho edades de rebrote durante las estaciones del año.

ER	CENIZA (gr kg^{-1} de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	14.99CDb	12.21BCc	11.35Cc	17.76Aa	14.08D
14	18.56Aa	13.46Bb	15.10Bb	14.07Db	15.29AB
21	16.49BCa	16.41Aa	13.87Bb	13.04Eb	14.95ABC
28	13.75DEa	13.68ABa	14.92Ba	13.92Da	14.07CD
35	19.25Aa	14.2ABbc	13.96Bc	16.32BCb	15.93A
42	18.15ABa	11.29CDd	13.83Bc	15.91BCb	14.8BCD
49	9.73Fb	9.64Db	15.09Ba	15.89Ca	12.59E
56	12.36Eb	10.58CDb	17.26Aa	17.00ABa	14.3D
Promedio	15.41A	12.68C	14.42B	15.49A	
EEM	0.226	0.301	0.228	0.113	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias ($P < 0.05$)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

8.4 2. Proteína cruda, la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida

La proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida de las hojas del pasto Insurgente (Cuadro 11) mostraron efectos de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

La proteína cruda de las hojas en las estaciones, otoño presentó el mayor contenido con $149.95 \text{ gr kg}^{-1}$ de MS. En primavera el mayor contenido de PC de las hojas se presentó en la ER 7 días. Verano presentó mayor contenido de proteína cruda en las hojas en la ER 28 días. Las hojas del pasto en las estaciones de otoño e invierno en las ER 21 d presentaron mayor contenido de PC

Las hojas de invierno presentaron mayor contenido de FDN 523.29 g kg^{-1} de MS. En primavera las hojas presentaron mayor contenido de FDN en la ER 42. Las hojas de verano presentó mayor contenido de FDN en las ER 28, 35 y 56 días y en otoño las hojas de la ER de 49 días presentaron mayor contenido de FDN.

El contenido de fibra detergente ácida de las hojas fue mayor en verano ($338.65 \text{ gr kg}^{-1}$ de MS). Las hojas de primavera presentaron mayor contenido de FDA en las ER 14 y 49 días. En verano el mayor contenido de FDA lo presentaron las hojas de la

Cuadro 12. Contenido de Proteína cruda, Fibra detergente neutra y Fibra detergente ácida de hojas del pasto Tanzania a ocho edades de rebrote en las estaciones del año.

ER	PROTEINA CRUDA (gr kg ⁻¹ de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	195.71Aa	122.32CDd	149.57Cb	138.32CDc	151.48B
14	181.63Ba	125.33Cd	163.82Bb	146.53Bc	154.33A
21	141.93Cc	134.01Bd	175.06Aa	158.71Ab	152.43AB
28	109.01Dc	147.46Ab	161.82Ba	142.02BCb	140.08C
35	99.93Ed	118.07Dc	150.45Ca	135.11DEb	125.89D
42	89.19Fd	111.93Ec	140.27Da	129.83Eb	117.81E
49	96.73Ec	88.21Fd	120.78Ea	109.9Gb	103.91F
56	83.03Gc	83.94Gc	137.85Da	119.59Fb	106.1F
Promedio	124.64C	116.41D	149.95A	135B	
EEM	0.553	0.502	0.646	0.713	
FIBRA DETERGENTE NEUTRA (gr kg ⁻¹ de MS).					
7	485.81Fc	509.8Cb	546.32Ba	539.30Aa	520.31B
14	457.29Gd	491.39Db	477.48Fc	515.72CDa	485.47B
21	538.28BCa	497.08Db	479.26Fc	541.76Aa	514.10C
28	508.93Eb	533.32Aa	490.28Ec	494.4Ec	506.73D
35	535.44Ca	528.95ABa	505.91Dc	515.51Db	521.45B
42	563.83Aa	508.4Cc	531.09Cb	533.06ABb	534.10A
49	522.80Db	520.45Bb	568.06Aa	521.41CDb	533.18A
56	546.19Ba	525.19ABc	535.82Cb	525.15BCc	533.09A
Promedio	519.82B	514.33C	516.78BC	523.29A	
EEM	2.078	2.078	2.078	2.078	
FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (gr kg ⁻¹ de MS).					
7	326.14CDb	315.20Fc	300.48EFd	332.14Da	318.49E
14	348.88Aa	320.40Eb	296.71Fc	319.44Eb	321.36E
21	322.57Dc	346.96Ba	298.35Fd	338.68Cb	326.64D
28	334.67Bb	339.94Ca	304.08Ec	330.95Db	327.41D
35	338.55Bb	337.64Cb	314.38Dc	344.39BCa	333.74C
42	327.19Cc	333.06Db	325.09Cc	347.97ABa	333.33C
49	349.77Aa	331.47Dc	332.76Bc	344.41BCb	339.6B
56	336.89Bc	353.66Aa	341.55Ab	351.2Aa	345.83A
Promedio	335.58B	334.79B	314.17C	338.65A	
EEM	0.542	0.428	0.576	0.727	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

ER 56 días. En otoño se presentó mayor contenido de FDA en la hojas de la edad de ER 56 días y en invierno el mayor contenido fue en la hojas de las ER 42 y 56.

8.4.3. Lignina ácida detergente

La lignina ácido detergente (Cuadro 12) mostró efecto de edad de rebrote ($P < .0001$), estación del año ($P < .0001$) y de la interacción edad de rebrote por estación del año ($P < .0001$).

El contenido de lignina ácido detergente de las hojas de invierno fue mayor (53.08 gr kg^{-1} de MS) respecto a las otras estaciones. Las hojas de primavera presentó mayor contenido de LAD en las ER 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días. En verano el mayor contenido se presentó en las hojas de la ER de la 21 y 28 días. En otoño el mayor contenido de LAD se presentó en la hojas de la ER 42 y en invierno el mayor contenido de LAD se presentó en las hojas de la ER 56.

Cuadro 13. Lignina ácido detergente de las hojas de pasto Tanzania a en ocho edades de rebrote en las estaciones del año.

ER	LIGNINA DETERGENTE NEUTRA (gr kg ⁻¹ de MS).				
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
7	39.20Bab	34.89Db	42.80CDa	44.13Ea	40.25D
14	46.89ABb	34.89Dc	40.28Db	53.79BCa	43.96CD
21	43.80ABab	51.85Aa	43.34CDb	46.77DEb	46.44BC
28	46.13ABbc	52.97Aab	46.90Cc	54.08BCa	50.02B
35	51.87Aa	41.27BCb	42.86CDb	54.40Ba	47.60BC
42	49.94Aab	36.72CDc	57.27Aa	49.83CDb	48.44B
49	46.03ABbc	40.37BCDc	46.72Cb	54.48Ba	46.90BC
56	53.44Abc	45.33Bc	52.63Bb	67.15Aa	54.63A
Promedio	47.16B	42.29C	46.60B	53.08A	
EEM	1.232	0.746	0.526	0.556	

Diferente literal mayúscula, en cada columna de cada variable, indican diferencias (P<0.05).

Diferente literal minúscula, en cada línea de cada variable, indican diferencias (P<0.05)

EEM = Error estándar de la media. ER = Edad de rebrote.

VI. DISCUSIÓN GENERAL

Uno de los factores que determinan el rendimiento y las características estructurales de los pastos es el momento adecuado para realizar los cortes de la población de tallos y hojas (Ramírez et al., 2010)

La estructura del dosel de los genotipos estudiados se modificó a lo largo de las edades de rebrote, expresando alteraciones en los componentes morfológicos (hoja, tallo) y en su arreglo a medida en que el tallo y área foliar se desarrollaban. Las variaciones climáticas a lo largo de las épocas del año, interfirieron sobre la cantidad y la proporción de los componentes morfológicos, en verano se observó mayores valores en cada genotipo forrajero (Cuadros 1). Pereira (2013) menciona que cuando las plantas forrajeras se encuentran en diferentes ambientes, desencadenan respuestas morfológicas y modifican su patrón de acumulación de asimilados entre los componentes de la parte aérea, buscando atender estratos superiores, donde existen mejores condiciones.

Las características estructurales de los forrajes se determinan genéticamente, sin embargo, estas pueden ser influenciadas por factores del medio ambiente como, luminosidad, temperatura, disponibilidad de agua y nutrientes, así como también por el manejo del pasto (Dos Santos *et al.*, 2008). La baja DPT en las primeras edades de rebrote en las estaciones del año, se podría relacionar con la disminución de reservas de nutrientes de la planta por el efecto del corte de uniformidad, además de

que la planta pudo utilizar parte de las reservas para la aparición y elongación de hojas.

Los valores más altos en la DPT de los genotipos, se registrados en verano y otoño, los más bajos durante invierno y primavera, en verano probablemente la alta DPT se relacionó con la alta tasa de aparición de tallos, la baja tasa de mortalidad y a las condiciones favorables de temperatura y precipitación (Figura 1). Además en esta estación la planta presentó mayor tasa de aparición de hojas y posiblemente mejor eficiencia de utilización de luz, la cual pudo alcanzar la base de la planta y favorecer el incremento de la DPT (Cuadros 1 de Insurgente, 5 de Mulato 2 y 5 de Tanzania) Difante *et al.* (2011) comentan que la competencia por luz aumenta constantemente durante el periodo de rebrote, pero es modificada en cada corte, al modificar la altura del forraje, originando rápidos cambios en la cantidad y calidad de luz que alcanza la base de la planta, así como la estructura de la cubierta.

Si la plantas forrajeras están expuestas a condiciones de estrés, ellas inician un proceso que les permite adaptarse, y es por medio de cambios fisiológicos de corto plazo para mantener su equilibrio dentro de la comunidad de plantas, si el estrés persiste o aumenta en su intensidad, las respuestas son deficientes y deben ser combinadas con respuestas morfológicas (aparición y muerte de tallos) (Sbrissia y Da Silva, 2001).

Las tasas de aparición y muerte de tallos fueron afectadas por las edades de rebrote y por las estaciones del año, de tal forma que verano y otoño presentaron mayor dinámica de tejido en tallos para los genotipos en estudio. Esto es un mecanismo

dinámico y balanceado entre los procesos de aparición y mortalidad de tallos con el fin de mantener estable a la población de tallos (Da Silva *et al.*, 2008).

Para analizar mejor el efecto de variación significativa en la tasa de mortalidad y de aparición de tallos, es importante medir la combinación de ambos efectos (Difante *et al.*, 2008). Esto puede realizarse a través del índice de estabilidad de la población. La población de tallos de los genotipos se mantuvo estable en las estaciones del año y en las edades de rebrote, por lo que se consideró que no se comprometió la persistencia de las praderas ya establecidas con en este año de estudio, debido a que los valores del índice de población se mantuvieron mayores a 1. Bahmani *et al.* (2003) menciona que valores mayores de 1, indican estabilidad poblacional de tallos con tendencia a incrementar. Valores cercanos a 1 indican una población estable de tallos, en la cual el número de tallos apenas varía, a pesar de ser un resultado de un balance dinámico

VII. CONCLUSIÓN GENERAL

Los genotipos forrajeros Insurgente, Mulato II, Mombaza y Tanzania presentaron un efecto marcado por las estaciones del año y la frecuencia de las edades de corte sobre rendimiento de los componentes de hoja y tallo y su dinámica de aparición.

Los genotipos forrajeros en las estaciones de verano y otoño presentaron comportamiento similar, mostrando mejor respuesta en las variables; rendimiento de materia seca, relación hoja tallo, producción de componentes morfológicos, tasas de aparición de hoja y tallo y contenido de proteína cruda. Lo cual significa que cuando las condiciones ambientales fueron favorables los genotipos presentaron buena dinámica de crecimiento.

Los genotipos forrajeros en las estaciones de invierno y primavera presentaron menor dinámica de crecimiento, observándose disminución en el rendimiento de materia seca, menor producción de hoja y tallo, menor tasa de aparición de hojas y tallo y menor densidad poblaciones de tallos. Lo que significa que los forrajes detienen su crecimiento cuando no existen las condiciones ambientales para su desarrollo. Sin embargo, los genotipos mostraron tener buena adaptación al clima durante la época crítica, debido a que resistieron a las condiciones de sequía, sin embargo, disminuyeron su dinámica de crecimiento como una estrategia de sobrevivencia que garantiza su persistencia en la pradera.

La dinámica de tallos de Insurgente presentó estabilidad continua en las edades de rebrote en las estaciones del año, determinado por el balance dinámico entre la tasa

de aparición muerte de tallos. Para no ser afectada la estabilidad poblacional y persistencia en la pradera, en verano y otoño deberá cosecharse cada 21 días y en primavera e invierno a los 35 días, debido a que en estas edades presentó alta densidad poblacional de tallos, altas tasas de aparición y baja tasa de mortalidad con índices de estabilidad >1 .

El pasto Mulato II, presentó una estacionalidad muy marcada para el flujo de tejidos, con mayor dinámica en verano, comparada con invierno, por lo que para mejorar la producción, la utilización del forraje y disminuir pérdidas por senescencia y muerte de hojas, podría cosecharse a la ER 21 días en verano y otoño y a la ER 42 en primavera e invierno.

El pasto Tanzania presento mayor dinámica de recambio de tallos en la estación otoño con altas tasas de aparición y muerte de tallos

De acuerdo al índice de estabilidad de población de tallos, el pasto Insurgente disminuyó su estabilidad poblacional de tallos cuando se cosechó a la edad de rebrote 49 días y el pasto Mombaza a los 56 días, lo que podría afectar la estabilidad de la población de tallos, al no existir equilibrio en la reposición de los tallos muertos, poniendo en riesgo la persistencia de los forraje en la pradera.

Es necesario continuar la evaluación de los genotipos durante periodos mayores de tiempo en la dinámica de crecimiento, así como evaluar también la respuesta animal;

consumo, ganancia de peso, digestibilidad y poder determinar así su potencial forrajero en la zona de estudio.

VIII. REFERENCIAS

- Agnusdei, M. G; Colabelli, M. R. y Fernández G. R. C. 2001. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el sudeste bonaerense. INTA EEA Balcarce– Boletín Técnico 152:1-17.
- Alexandrino E; Gomide J. A; Gomide C. A. M. Crescimento e Desenvolvimento do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. 2005. R. Bras. Zootec., v.34, n.6, p.2164-2173, (supl.).
- Alexandrino E; Gomide J. A; Oliveira J. A; Teixeira A. C. B; Lanza D. C. F. Distribuição dos Fotoassimilados em Plantas de *Panicum maximum* cv. Mombaça. 2005. R. Bras. Zootec., v. 34, n. 5, p.1449-1458.
- Alonso D. M. A; Castillo G. E; Basurto C. H; Jarillo R. J. y Valles M. B. 2007. Respuesta productiva de gramas nativas bajo pastoreo rotacional intensivo en clima cálido húmedo. Avances en la investigación agropecuaria, mayo-agosto año/vol. 11, número 002. Universidad de Colima. Colima, México. Pp. 35-55.
- Alonso L. J. 2009. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Pp. 1-11.
- AOAC. (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Virginia. EUA.
- Argel P. J. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 14 (2): 65-72.

- Argel P. J; Miles J. W; Guiot J. D; Cuadrado H; 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. CIAT. Cali Colombia. 22 p.
- Avilés N. F; Castelán O. O. A; Albarán B; García A; Rojo R; Estrada J; Olivares J; Rojas S. 2011. Los recursos forrajeros nativos del sur del estado de México: Usos, características nutricionales y respuesta en ovinos y caprinos. 2^{do} Simposio Internacional sobre Producción Animal. Universidad Autónoma del Estado de México. pp. 60 – 83.
- Bahmani I, Thom ER, Matthew C, Hooper RJ, Lemaire G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. Aust. J Agric Res 2003; (54) 803-817.
- Beltrán L. S; Hernández G. A; García M. E; Pérez P. J; Kohashi S. J, Herrera H. J. G; Quero C. A. R. y González M. S. S. 2005. Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en un invernadero. Agrocienca 39: 137-147.
- Cabral W. B, de Souza A. L, Alexandrino E, Toral F. L. B, dos Santos J. N, de Carvalho M. V. P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. 2012 R. Bras. Zootec., v.41, n.4, p.846-855.

- Carvalho BCA, Da Silva SC, Sbrissia FA, Pinto MLF, Carnevalli AR, Fagundes LJ, *et al.* Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'Tifton 85' sob pastejo. *Sci Agric* 2000; 57(4): 591-600.
- Carvalho P. C. F; Prache S; Damasceno J. C. O processo de pastejo: Desafios da procura e apreensão de forragem pelo herbívoro. *Anais da 36a Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Porto Alegre RS. 1999. pg. 253-268.
- Castro RR, Hernández GA, Ramírez RO, Aguilar BG, Enríquez QJF, Mendoza PSI. Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. *Rev Mex Cienc Pecu* 2013; 4(2):201-215.
- Caminha FO, Da Silva SC, Paiva AJ, Pereira LET, Mesquita P, Guarda VA. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. *Pesq agropec bras* 2010; 45(2): 213-220.
- Colabelli M; Agnusdei M; Mazzanti A. y Labreveux M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación *Boletín Técnico N° 148*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires Sur. Pp.17.
- Cruz H. A. 2010. Dinámica de crecimiento y valor nutritivo del pasto mulato, a diferente manejo de pastoreo. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de

Posgraduados. Posgrado de Recursos Genéticos y Productividad Ganadería.
Campus Montecillo. Texcoco, México. 100 p.

Cruz H. A; Hernández G, A; Enríquez Q. J. F; Gómez V. A; Ortega J. E. y Maldonado G. N. M. 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. Rev Mex de ciencias Pecu; 2(4):429-443.

Cruz L. P. I., Hernández G. A., Enríquez Q. J. F., Mendoza P. S. I., Quero C. A. R. y Joaquín T. B. M. 2011. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schewick en el trópico húmedo de México. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 34 (2): 123 – 131.

Cunha MAD, Leite GG, Diogo JMV, Lúcio JS. Características Morfológicas do *Paspalum atratum* cv. Pojuca Submetido ao Pastejo Rotacionado. Dinâmica de Perfilhamento e Elongação de Folhas. Rev Bras Zootec 2001; 30(3): 935-940

Da Silva SC, Júnior DN, Euclides VPB. Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Universidad Federal de Vicosa, Departamento de Zootecnia. 2008.115p.

Da Silva S. C y Pedreira C. G. S. 1997. Principios de Ecología Aplicados ao Manejo de Pastagem. Anais do 3º Simposio sobre Ecosistema das pastagens. Jaboticabal, SP, pp 1 – 62

Da Silva SC. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices.

Proceedings of Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, UFPR, Curitiba, Brazil, 2004.

Difante G.S, Júnior DN, Da Silva S.C, Euclides VPB, Zanine A.M, Adese B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. R Bras Zootec 2008; 37(2):189-196.

Difante G.S, Júnior D.N, Da Silva S.C, Euclides V.P.B, Montagner D.B, Silveira M.C.T, *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. R Bras Zootec 2011; 40(5): 955-963.

Fernández J.L, Gómez A.I y Cordoví C.E. Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y contenido proteico del pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT-609 en un suelo vertisol. 2012. Revista Producción Animal. 24(1). 6 p.

Gastal F. and Lemaire G. 2001. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. Journal of Experimental Botany, Inorganic Nitrogen Assimilation Special Issue, Vol. 53(370), 789–799.

Giacomini A.A. Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte. [Tesis de Doctorado]. Piracicaba Brasil: Universidade de Sao Paulo; 2007

Gimenes F. M. A, da Silva S. C, Fialho C. A, Gomes M. B, Berndt A, Gerdes L e Colozza M. T. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob

- pastejo rotativo e adubação nitrogenada. 2011. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.7, p.751-759, jul.
- Hernández G. A; Martínez H. P. A; Mena U. M; Pérez P. J; Enríquez Q. J. F. 2002. Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Rev Técnica Pecuaria Mex; Vol. 40 No. 2. 193-205.
- Herrera H. J. G. y García A. C. Bioestadística en ciencias veterinarias: Procedimientos de análisis de datos con SAS. 2011. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Madrid, España. P. 241
- Hodgson J Grazing management: science into practice. Hong Kong: Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.
- Joaquín B. M; Hernández A; Pérez P. J; Herrera A. J. G; Trejo C. 2001. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha en la producción de semilla de pasto guinea (*Panicum máximum* Jacq.): Parámetros y componentes de rendimiento. Revista Pasturas Tropicales Vol. 23, No. 2
- Juárez R. A. S; Cerrillo S. M. A; Gutiérrez O. E; Romero T. E. M; Colín N. J; Bernal B. H. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas in vitro. Revista Técnica Pecuaria Mexicana. Vol. 47 No. 1. Pp. 55-67.
- Keller G. G; Maass B.L; Hanson J. 1998. *Brachiaria*: Biología Agronómica y Mejoramiento; Cap. 2 Variación Natural en *Brachiaris* y Bancos de

Germoplasma existentes. CIAT – CNPGC/EMBRAPA.. Publicación CIAT No. 295 p. 18-45. editado por JW Miles; BL Maass y CB do Valle

Lascano C; Pérez R; Plazas C; Medrano J; Pérez O; Argel P. J. 2002. Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110) CIAT, -Corpoica, Villavicencio, Colombia. Pp. 1-30

Leslie PH On the use of matrices in certain population mathematics. Biometrika 1945. 33: 183-212.

Littell R.C, Milliken G.A; Stroup WW; Wolfinger R.D. SAS System for mixed models. Cary: SAS Institute, 1996. 633 p

Machado J.M, Rocha M.G, Quadros F.L.F, Confortin A.C.C, Santos A.B, Sichonany MJO, Ribeiro LA, Rosa ATN. Morphogenesis of native grasses of Pampa Biome under nitrogen fertilization. 2013. R. Bras. Zootec., v.42, n.1, p.22-29.

Maricel P. J. C. y Pezo D. 2007. Evaluación participativa de pastos con criterios de pequeños y medianos productores ganaderos. Pastos y Forrajes Vol. 30 no. 2, p. 205 – 212.

Martuscello J. A; Fonseca D. M; Júnior D. N; Santos P. M; Cunha D. N. F. V; Moreira L. M. 2006. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação R. Bras. Zootec., Vol. 35, No. 3, p.665 - 671.

Mena U. M. A; Hernández G. A; Enríquez Q. J. F; Pérez P. J; Zaragoza R. J.L; Velasco Z. M. E. y Avellaneda J. 2007. Efecto de asignaciones de forraje, en

pastoreo, sobre pasto insurgente y producción de vaquillas en el trópico húmedo. *Agrociencia* Vol. 41, No. 1, p. 1-12.

Montagner D.B, Junior D.N, Vilela H.H, Sousa B.M.L, Euclides V.P.B, Da Silva S.C, Carloto MN. Tillering dynamics in pastures of guinea grass subjected to grazing severities under intermittent stocking. *R Bras Zootec* 2012; 41(3): 544-549.

Morais R. V; Fonseca D. M; Junior D. N; Junior J. I. R; Fagundes J. L; Moreira L. M; Mistura C; Martuscello J. A. 2006. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. *R. Bras. Zootec.*, Vol.35, No. 2, p.380-388.

Olivera Y; Machado R; del Pozo P.P; Ramírez J. y Olivares J. 2008. Pastos y forrajes. *Pastos y Forrajes* v.31 n.4 Matanzas Cuba 8 p.

Paiva A.J. Dinâmica de população de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo. [Tesis de Doctorado]. Piracicaba Brasil: Universidade de Sao Paulo; 2013.

Palhano A. L; Carvalho P. C. F; Dittrich J. R; Moraes A; Barreto M. Z; Santos M. C. F. Estrutura da Pastagem e Padrões de Desfolhação em Capim-Mombaça em Diferentes Alturas do Dossel Forrageiro. 2005. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.1860-1870.

Papalotla semillas SA de CV. 2010. Mulato II, *Brachiaria* híbrido (CIAT 36087) Folleto Técnico.

- Peralta M. A., Carrillo P. S., Hernández H. H. y Porfirio P. N. 2007. Características morfológicas y productivas, en etapa de producción, para ocho gramíneas forrajeras tropicales. Sitio Argentino de Producción Animal. P. 1, 2 y 3.
- Pérez A.J.A, García M.E, Enríquez Q.F, Quero C.A.R, Pérez P.J y Hernández G.A. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido, cv). Téc Pecu Mex. 2004 42 (3) 447-458.
- Pereira V. V; Fonseca D. M; Martuscello J. A; Braz T. G. S; Santos M. V; Cecon P. R. 2011. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. R. Bras. Zootec, Vol.40, No.12, p.2681-2689,
- Pirela M. F. Manual de Ganadería Doble Propósito: Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2005. pp. 176-182.
- Ramírez R. O. 2009. Dinámica de rebrote de *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *Cynodon plectostachyus*, a diferente intervalo de cortes. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Posgrado de Recursos Genéticos y Productividad Ganadería. Campus Montecillo. Texcoco, México. 161 p
- Ramírez R. O; Hernández G. A; Da Silva S. C; Pérez P. J, Enríquez Q. J. F; Quero C. A. R; Herrera H. J. G; Cervantes N. A. 2009a Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum*

maximum Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Téc Pecu Méx*; Vol. 47 No. 2 p 203 – 213.

Ramírez R. O; Hernández G. A; Da Silva S. C; Pérez P. J; Jacaúna S. J. S; Castro R. R. y Enríquez Q. J. F. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Vol. 12 No. 2. p 303 – 311

Ramírez R. O; Da Silva S. C; Hernández G. A; Enríquez Q. J. F; Pérez P. J; Quero C. A. R. y Herrera H. J. G. 2011. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv.'mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. *Rev. fitotec. mex.* 2011, Vol.34, No. 3, p. 213-220.

Rebolledo R. H. H. 2002. Manual de SAS por computadora, Análisis estadístico de datos experimentales. Ed. Trillas. 208 p. México.

Rincón C. A. 2011. Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Brachiaria* sp. en el piedemonte Llanero de Colombia. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* Vol. 12 No. 2, p. 107 -112

Rincón C. A; Ligarreto M. G. A; Garay E. 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 de pie de monte llanero colombiano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, Vol. 61, No. 1, junio, 2008, p. 4336-4346 Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Sánchez V. J. J. Estimación de la composición química de forrajes nativos y cultivados del altiplano central de México mediante técnicas tradicionales de laboratorio y espectrofotometría de infrarrojo cercano (NIRS) [Tesis de Maestría]. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. 2009.

Santos M. E. R; Fonseca D. M; Braz T, G. S; da Silva S. P; Carvalho V. V; Pimentel R. M; Albino R. L. 2010. Características estruturais do pasto de capim-braquiária de acordo com a localização das fezes. R. Bras. Zootec., Vol. 39, No. 10, p.2116-2124,

Santos M. E. R; Fonseca D. M; Braz T. G. S, da Silva S. P; Gomes V. M; Silva G. P. 2011. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. R. Bras. Zootec., Vol. 40, No. 3, p. 535-542,

Santos M.E. R, Fonseca DM, Gomes VM, Júnior DN, Gomide CAM, Sbrissia AF. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilhamento. R Bras Zootec 2011; 40 (11): 2332-2339.

Santos P M, da Cruz P G, de Araujo L C, Pezzopane J R M, do Valle C B, Pezzopane C G. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. 2013. R. Bras. Zootec., v.42, n.11, p.767-773.

SAS. SAS User's Guide Statistical Analysis System (version 9.2 ed.). Cary NC, USA:
SAS Inst. Inc. 2009

Sbrissia A.F, Da Silva S C, Sarmento D.O.L, Molan L.K, Andrade F.M.E, Goncalves A.C, *et al.* Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. *Plant Ecol* 2010; (206): 349-359.

Sbrissia A.F, Da Silva S.C. "O Ecosistema de Pastagens e a Producao Animal" A Producao Animal na Visao dos Brasileiras. SBZ 2001. Simposios. 2001; 731-754

Silva V. J; Junior J. C. B. D; Teixeira V. I; Dos Santos M. V. F; Lira M. A; Mello A. C. L. 2010. Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte. *R. Bras. Zootec.*, Vol. 39, No. 1, p. 97-102.

Velasco, Z. M. E. 2001. Dinámica de crecimiento y calidad de praderas de *Lolium perenne* L. y *Dactylis glomerata* L. en respuesta a la defoliación. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Especialidad en Ganadería

Vibrans H. (ed) URL. Malezas de México, Ficha informativa. 2009. Disponible en www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/panicum-maximum/fichas/ficha.htm Colegio de Posgraduados Montecillos México citado 29-12-2013.

Wolfinger, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. Communications in Statistics Simulation and Computation. Philadelphia 1993; 22(4):1079-1106.

Zanine A.M, Júnior D.N, Sousa B.M.L, Silveira M.C.T, Silva W.L, Santos M.E.R. Tillering dynamics in Guinea grass pastures subjected to management strategies under rotational grazing. R Bras Zootec 2013; 42 (3): 155-161.