



**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN**

**CAMPUS LOMA BONITA**

---

**LICENCIATURA EN ZOOTECNIA**

**EDAD ÓPTIMA AL APROVECHAMIENTO DE LOS PASTOS**

***Urochloa brizantha, Megathyrsus maximus, y Cenchrus  
purpureus***

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**PRESENTA**

**HERNÁN ISIDRO GÓMEZ**

**DIRECTOR**

**DR. JOSE ANGEL RUEDA BARRIENTOS**

**LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2024**



# Universidad del Papaloapan


FECHA:	12 de Noviembre del 2024
AREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NUMERO:	UNPA/VRA/352/2024
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. HERNÁN ISIDRO GÓMEZ**  
**PRESENTE:**

Con base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **“Edad óptima al aprovechamiento de los pastos Urochloa brizantha, Megathyrsus maximus, y Cenchrus purpureus”**, así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. José Ángel Rueda Barrientos.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,  
terra ubérrima, mens aperta  
Bou Lo-tama, chi jí jú

  
M.C. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA  
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dr. José Ángel Rueda Barrientos.- Director de Tesis.  
C.c.p. Dra. Gladis Morales Terán.- Jefa de Carrera de la Lic. En Zootecnia  
C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal.- Jefa del Departamento de Servicios Escolares  
C.c.p. Archivo.



# Universidad del Papaloapan

*Terra Uberissima, Mens Aperta*

## Licenciatura en Zootecnia

Oficio número JCLZ/149/2024

Asunto: Asignación de sinodales de examen profesional  
Loma Bonita, Oaxaca a 11 de noviembre del 2024

M.E. Yesenia Barrientos Arenal  
Jefa del Departamento de Servicios Escolares  
**PRESENTE**

Mediante la presente, le informo que esta jefatura, con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional del egresado C. Hernán Isidro Gómez, quien defenderá su trabajo de tesis titulado "Edad óptima al aprovechamiento de los pastos *Urochloa brizantha*, *Megathyrus maximus*, y *Cenchrus purpureus*", para obtener el título de Licenciado en Zootecnia.

### Titulares:

Presidente: Dr. Miguel Ángel Sánchez Hernández  
Secretario: M.C. Julián Cotera Rivera  
Vocal: Dr. Jose Angel Rueda Barrientos

### Suplentes:

M.C. Carlos Iván Medel Contreras  
Dr. Nicolás Valenzuela Jiménez

Sin más por el momento, le envió un cordial saludo.



LICENCIATURA EN ZOOTECNIA  
Jefa de Carrera de Lic. en Zootecnia

Atentamente

Dra. Gladis Morales Terán

Vo. Bo.

M.C. Héctor López Arjona  
Vice Rector Académico



VICE-RECTORIA  
ACADEMICA

C.c.p.: M.C. Héctor López Arjona. Vice Rector Académico. Para su conocimiento  
C.c.p: Archivo



**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN**

**CAMPUS LOMA BONITA**

**LICENCIATURA EN ZOOTECNIA**

LA PRESENTE TESIS TITULADA “**EDAD ÓPTIMA AL APROVECHAMIENTO DE LOS PASTOS *Urochloa brizantha*, *Megathyrsus maximus*, y *Cenchrus purpureus***”, PRESENTADA POR EL PASANTE **HERNÁN ISIDRO GÓMEZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL **DR. JOSE ANGEL RUEDA BARRIENTOS**, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR LA COMISIÓN REVISORA, PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

**COMISIÓN REVISORA**

---

**DR. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ**

---

**M.C. JULIÁN COTERA RIVERA**

**LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2024**

## AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, Universidad del Papaloapan, por permitirme culminar mi carrera profesional.

Al Dr. Jose Angel Rueda Barrientos, por su confianza, paciencia y dedicación en la dirección de este trabajo.

A los investigadores que con sus teorías fortalecen la ciencia y nos involucran en el saber, promoviendo el desarrollo intelectual de la sociedad.

A mis revisores: Dr. Miguel Ángel S.H y M.C. Julián C.R., por las aportaciones y sugerencias para enriquecer este trabajo de investigación.

A los maestros de la Licenciatura en Zootecnia: Gladis M. T., Tania Z. M., María Teresa K. C., Carlos Iván M. C., Cecilio Ubaldo A. M., Nicolás V. J. y Wilber H.M., que fueron pieza clave en mi formación; por transmitirme buenos valores; así como su apreciable conocimiento y experiencia.

A la maestra Cheryl Lynn Gad, Jefa del Centro de Idiomas de la UNPA, por su disposición y apoyo de siempre.

A los futuros profesionistas, porque al igual que yo, con esfuerzo y dedicación, luchan por sus metas.

Al Módulo de Producción de Leche en Pastoreo de Chapingo, y a la Asociación Ganadera de Loma Bonita, Oaxaca, por brindarme la oportunidad de realizar mi estancia profesional y mi servicio social.

## DEDICATORIA

*A Dios*

Por los que respiramos

*A Rancho La Cañada*

Tierra que vio nacer, crecer y desarrollarme, hoy me dirijo con pasión hacia la  
Zootecnia

*A mis Héroes*

**Isabel Gómez Apolonio & Mariano Isidro Julián**

Conseguir juntos este sueño, han demostrado que como el amor de ellos dos no  
hay otro. Los amo...

*A mis Hermanos*

**Jonás, Mariano & Cornelio**

Porque cada segundo en este trayecto ha significado mucho, por los consejos y  
por su apoyo constante e incondicional. Mi respecto...

*A los Envidiosos & a los Egoístas*

Por la motivación y fuerza para no rendirme

*A mis Amigos*

Guadalupe Pérez, Shunashi Rivera, Mardoqueo Aguilar y Miguel Leyva, por el  
compañerismo y amistad.

## ÍNDICE

Página

AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1. Objetivo general .....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
3. HIPÓTESIS .....	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1. Calidad de un forraje .....	4
4.2. El concepto de forraje en términos de la preferencia de consumo .....	4
4.3. El concepto de forraje en términos de la condición climática .....	5
4.4. Coevolución entre el forraje y el animal.....	7
4.5. Acumulación innecesaria de componentes indeseables .....	8
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
5.1. Localización.....	10
5.2. Modalidad de investigación .....	10
5.3. Fuentes de información .....	10
5.4. Delimitación temática.....	11
5.5. Composición morfológica .....	12
5.6. Composición química .....	12
5.7. Rendimiento .....	13
5.8. Curvas de acumulación por componente .....	13
5.9. Volumen de información analizada.....	14

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
6.1. <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente .....	17
6.1.1. Composición morfológica. ....	17
6.1.2. Composición química. ....	17
6.2. <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo .....	19
6.2.1. Composición morfológica. ....	19
6.2.2. Composición química. ....	20
6.3. <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza.....	21
6.3.1. Composición morfológica. ....	21
6.3.2. Composición química. ....	22
6.4. <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Tanzania .....	25
6.4.1. Composición morfológica. ....	25
6.4.2. Composición química. ....	26
6.5. <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass .....	28
6.5.1. Composición morfológica. ....	28
6.5.2. Composición química. ....	29
6.6. <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115.....	32
6.6.1. Composición morfológica. ....	32
6.6.2. Composición química. ....	33
6.7. Intervalos de aprovechamiento sugeridos para cada especie y variedad ..	36
7. CONCLUSIONES .....	37
8. RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES.....	38
9. LITERATURA CITADA.....	39
10. ANEXO.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Rendimiento por componente morfológico del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote. ....	18
<b>Figura 2.</b> Composición química del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, durante los primeros dos meses de rebrote. ....	18
<b>Figura 3.</b> Rendimiento por componente morfológico del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote. ....	20
<b>Figura 4.</b> Composición química del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote. ....	21
<b>Figura 5.</b> Rendimiento por componente morfológico del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	22
<b>Figura 6.</b> Composición química de la hoja verde, el tallo y planta completa del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	24
<b>Figura 7.</b> Rendimiento por componente morfológico del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	25
<b>Figura 8.</b> Composición química de la hoja verde, el tallo y la planta completa del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	27
<b>Figura 9.</b> Rendimiento por componente morfológico del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	29
<b>Figura 10.</b> Composición química de la hoja verde, el tallo y planta completa del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	31
<b>Figura 11.</b> Rendimiento por componente morfológico del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	33
<b>Figura 12.</b> Composición química de la hoja verde, el tallo y planta completa del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	35

## RESUMEN

La investigación convencional sobre el rendimiento y calidad nutritiva de las gramíneas tropicales contempla la evaluación de la planta completa. Son escasos los trabajos que presentan datos para la hoja y el tallo, por separado. Un segundo problema es que los estudios se limitan a evaluar únicamente dos o tres edades de recuperación y corte. Dado que algunos trabajos han demostrado que el rumiante selecciona esencialmente hoja verde, cuando tiene la oportunidad de elegir, el presente estudio concentra información sobre la composición morfológica y composición química de los pastos: *Urochloa brizantha* cv. Toledo (UT) e Insurgente (UI), *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza (MM) y Tanzania (MT) y *Cenchrus purpureus* cv. King Grass (CKG) y CT115 (CCT). El objetivo del trabajo consiste en cotejar y señalar la calidad del forraje en función a la edad del rebrote, con base en el rendimiento y la composición química de la hoja verde.

Con datos de 180, 112, 90, 126 140 y 140 días de rebrote, para las variedades UT, UI, MM, MT, CKG y CCT (mismo orden aquí y en adelante) el promedio de rendimiento en hoja verde a partir de los 60 días fue de 3.6, 1.8, 5.1, 5.5, 6.3 y 4.7 t ha<sup>-1</sup>; aunque el rendimiento de forraje alcanzó 15.5, 2.5, 10.2, 9.7, 24.2 y 21.2 t ha<sup>-1</sup> para las edades particulares arriba mencionadas para cada variedad. La calidad nutritiva de la hoja verde es siempre superior a la del tallo, independientemente de la especie y variedad, dado su mayor contenido de fracciones digestibles, como proteína cruda, minerales y hemicelulosa, así como menor contenido de celulosa y de lignina.

**Palabras clave:** Insurgente, Toledo, Tanzania, Mombaza, King Grass, CT115.

## ABSTRACT

Conventional research on yield and nutritional quality of tropical Grasses involves evaluating the entire plant. Few studies provide data specifically for leaf and stem. A second issue is that studies typically assess only two or three recovery and cutting ages. Given that some studies have shown that ruminants primarily select green leaves when given the choice, this study focuses on the morphological and chemical composition of Grasses: *Urochloa brizantha* cv. Toledo (UT) and Insurgente (UI), *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa (MM) and Tanzania (MT), and *Cenchrus purpureus* cv. King Grass (CKG) and CT115 (CCT). The objective of this work is to compare and assess the forage quality based on regrowth age, focusing on the yield and chemical composition of the green leaf.

With data from 180, 112, 90, 140, and 140 days of regrowth for the varieties UT, UI, MM, MT, CKG, and CCT (same order here and throughout), the average yield of green leaves from 60 days onward was 3.6, 1.8, 5.1, 5.5, 6.3, and 4.7 t ha<sup>-1</sup>; although the forage yield reached 15.5, 2.5, 10.2, 9.7, 24.2, and 21.2 t ha<sup>-1</sup> for the specific ages mentioned above for each variety. Furthermore, the nutritional quality of green leaves is always superior to that of the stem, regardless of species and variety. Green leaves have a higher content of digestible fractions than the stem, such as crude protein, minerals, and hemicellulose; additionally, the leaves have a lower content of cellulose and lignin.

**Keywords:** Insurgente, Toledo, Mombaza, Tanzania, King Grass, CT115.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el sureste mexicano, la supervivencia y productividad del ganado se basan en el pastoreo de gramíneas perennes. Las gramíneas de mayor importancia para la ganadería de la región cálido-húmeda, en función a su grado de utilización y superficie cultivada, son *Urochloa brizantha* (Insurgente y Toledo), *Megathyrsus maximus* (Mombaza y, Tanzania) y *Cenchrus purpureus* (King Grass y CT115).

Durante la época seca (marzo - junio), la disponibilidad y calidad del forraje en los potreros son limitadas. Una solución a esta problemática consiste en planear el aprovechamiento del forraje. Además de la elección de la especie, para lograr un equilibrio rendimiento-calidad es importante adecuar la frecuencia y la intensidad de aprovechamiento para los rumiantes.

La acumulación de tallo maduro y hoja seca (material muerto) es recurrente en las praderas tropicales subpastoreadas. La presencia de estos componentes reduce la calidad del forraje presente en la pradera, dado que el ganado usualmente evita el consumo de planta caduca cuando dentro de la oferta puede elegir hoja verde y tallo joven. El objetivo de la presente investigación consiste en analizar la relación entre la edad de rebrote, el rendimiento y la calidad nutritiva de seis de las gramíneas de importancia en la región cálido-húmeda del sureste mexicano. Igualmente se discute la relación entre la composición morfológica y las preferencias de consumo voluntario de los rumiantes. El planteamiento de la investigación es determinar el intervalo de edades de aprovechamiento que optimice el rendimiento en hoja verde por unidad de tiempo y de superficie; para evitar la acumulación de componentes morfológicos indeseables.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Localizar y discutir información con respecto a la variación en la composición morfológica y calidad nutritiva de los pastos *Urochloa brizantha*, *Megathyrsus maximus* y *Cenchrus purpureus*, en función a la edad del rebrote, durante la estación lluviosa en la región cálido húmeda del sureste mexicano.

### 2.2. Objetivos específicos

- a) Investigar la variación en el rendimiento y la composición morfológica del forraje de *U. brizantha*, *M. maximus* y *C. purpureus*, en función a la edad del rebrote.
- b) Revisar información sobre la composición química de la hoja verde y el tallo, en tres especies de gramíneas tropicales, durante el rebrote del pasto correspondiente a la estación húmeda; con especial atención en la acumulación de pared celular, proteína y cenizas que presenta cada componente morfológico en edades avanzadas de rebrote.
- c) Identificar el intervalo de edades para el aprovechamiento, en función al equilibrio entre el rendimiento y la calidad del forraje, con la finalidad de incrementar el rendimiento de hoja verde ( $t\ ha^{-1}$ ).

### 3. HIPÓTESIS

- a) La tasa de acumulación de hoja verde de pastos se reduce desde edades tempranas. Mientras la tasa de acumulación de tallos es monótona creciente a lo largo de toda la estación húmeda.
- b) El contenido de pared celular incrementa con la edad del rebrote, por lo que se reduce el contenido de proteína y minerales. No obstante, la hoja verde mantiene su calidad nutritiva, mientras que el tallo presenta un mayor contenido de fibra y un menor contenido celular.
- c) Es factible localizar un intervalo ideal de edades de aprovechamiento para los pastos *U. brizantha.*, *M. maximus* y *C. purpureus*, en el cual se logre un equilibrio entre el rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ , en base seca) y la calidad del forraje.
- d) El intervalo de edad en el que se alcanza un balance adecuado entre el rendimiento de un pasto y la calidad nutricional, podría diferir entre las especies estudiadas.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

Las gramíneas de mayor importancia para la ganadería de la Región del Papaloapan, en función de su grado de utilización y superficie cultivada son los pastos *Urochloa brizantha* (Richard) Webster (cv. Insurgente, Marandú, Toledo) *Megathyrsus maximus* (Jacq.) Simon & Jacobs (cv. Guinea, Mombaza, Tanzania, Massai) y *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone (cv. CT115, Maralfalfa, OM22, Taiwán, Merkeron, King Grass, Camerún, Vrockwona y Caña Africana) (Araya y Boschini, 2005; Canudas *et al.*, 2008; Calzada *et al.*, 2019; Sosa *et al.*, 2021).

### 4.1. Calidad de un forraje

En la descripción de la composición química de un forraje se detalla la concentración de cada una de las fracciones que contiene. Para establecer un criterio práctico que permita comparar entre géneros, entre especies, o bien entre variedades de gramíneas, la composición química de la materia seca puede dividirse en dos grandes grupos: pared celular (hemicelulosa, celulosa y lignina) y contenido celular (proteína cruda, carbohidratos solubles, minerales, ...) (Chacón y Vargas, 2009; Rueda *et al.*, 2020). En alimentación de rumiantes, aquel forraje o incluso aquella fracción morfológica, cuyo contenido celular sea mayor al de otro, se considerará como un pasto de mayor calidad nutritiva (Hare *et al.*, 2013).

### 4.2. El concepto de forraje en términos de la preferencia de consumo

En alimentación de rumiantes en pastoreo, la aceptación del término “forraje” como un concepto universal aplicable a toda especie, región, época y condición climática (Allen *et al.*, 2011), se aleja de algunas precisiones que podrían representar

importantes ventajas productivas. Esencialmente, si el forraje es recurso alimenticio para rumiantes, la definición será correcta en la medida que tome en cuenta el comportamiento de pastoreo y las preferencias de consumo del animal en cuestión (Ortega *et al.*, 2015).

En condiciones de abundancia de recursos del potrero, el concepto forraje debe incluir a aquellas partes de la planta que el animal seleccionaría voluntariamente como alimento. Las preferencias de consumo del animal convergen con el componente de mayor calidad nutritiva, en virtud de que el animal consume alimento para cubrir sus necesidades de energía y nutrientes para sus requerimientos de mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción. El rumiante alimentado en pastoreo de gramíneas, selecciona preferencialmente a las hojas verdes, mientras que evita el consumo de material muerto y limita al mínimo el consumo de tallos maduros (Böhnert *et al.*, 1985).

#### **4.3. El concepto de forraje en términos de la condición climática**

Cada lugar y condición climática supone diferentes retos en temas de alimentación de rumiantes en pastoreo. El clima limita las especies que pueden prosperar en un sitio, así como su velocidad de crecimiento (Calvo *et al.*, 2021).

En regiones secas y semidesérticas del planeta la disponibilidad de forraje verde es limitada y marcadamente estacional. Este problema se agrava de manera constante a consecuencia de cambios en los patrones climatológicos y al aumento de la desertificación (Salem y Smith, 2008). En las zonas áridas de México, el ganadero depende durante la mitad del año de residuos agrícolas de baja calidad para

alimentar sus animales. Estos forrajes son alimentos fibrosos con una concentración muy limitada de nutrientes; por lo que su consumo significa más una alternativa de supervivencia que de producción (Chacón y Vargas, 2009). Sin embargo, aún en las condiciones descritas, el animal rechaza una fracción del forraje que se le oferta. El rechazo está compuesto por tallos maduros enteros que presentan mayor resistencia a la masticación (Rincón *et al.*, 2008).

En las zonas tropicales de México, las condiciones climáticas permiten que se disponga de pastos de buena calidad durante diez de los doce meses del año, por lo que los sistemas de pastoreo de esta región presentan importantes ventajas en comparación con las zonas templadas y áridas. Dichos beneficios permiten la planificación con base en la calidad y cantidad de forraje disponibles, aunado a la preferencia de consumo voluntario que el rumiante muestra por cada componente morfológico en la oferta (Verdecia *et al.*, 2008).

El concepto tradicional de forraje, para el caso de una pradera monoespecífica cultivada, incluye a todo material vegetal presente sobre el nivel del suelo que pueda ser seleccionado por el animal como alimento, lo que comprende hoja verde, tallos, inflorescencias y material muerto (Allen *et al.*, 2011). Esta definición ignora las preferencias de consumo del animal en pastoreo, que sacrifica la producción individual animal e incrementa la producción por área, por lo que aceptarla implica el riesgo de (1) sobreexplotar el recurso del suelo, (2) proveer para el animal un alimento no apetecible, (3) mantener una pradera cuyo forraje no cubre los requerimientos nutricionales del rumiante, (4) acumular residuos indeseables en el campo, que a su vez dificultan el crecimiento del nuevo rebrote. El ofertar al animal

un forraje que no le agrada, resulta en el rechazo de una proporción de la oferta, y en el aumento en el desperdicio por pisoteo y contaminación (Laca, 2009). El material rechazado por el animal tiene un alto desgaste ecológico, dado que su producción ya ha tenido un alto costo de producción, que incluye la pérdida de la extracción de una cantidad de recursos edáficos y ambientales que podría ser equiparable, y superar al costo de producción del forraje aprovechable realmente consumido por el animal en pastoreo (Canudas *et al.*, 2008).

Además de agotar los recursos del suelo, el material rechazado por el rumiante se acumula en la pradera, por lo que debe recurrirse a soluciones como la quema para deshacerse del exceso de biomasa seca y funcional; biomasa que en principio no debió haberse producido. Además, la eliminación de tallos maduros lignificados y de material muerto agrega un costo adicional al mantenimiento de la pradera (Cipagauta, 1993; Villanueva *et al.*, 2008).

#### **4.4. Coevolución entre el forraje y el animal**

De la misma forma en que los compartimientos y el estómago de los rumiantes y el de otros herbívoros se ha especializado para obtener sus nutrientes a partir de plantas fibrosas, las plantas forrajeras han evolucionado en simbiosis con el herbívoro. Las plantas forrajeras dependen de los animales que las consumen (1) para rejuvenecerse y prolongar sus ciclos perennes de rebrote, (2) para esparcir sus semillas y colonizar nuevos territorios y (3) para restituir nutrientes al suelo a partir de saliva y deyecciones, que aportan sustancias químicas para el siguiente ciclo de rebrote del forraje (Canudas *et al.*, 2008).

Los componentes de los pastos que presentan mayor valor nutricional; las hojas verdes y los tallos jóvenes, se encuentran localizados en el estrato superior de la planta, donde el animal puede cosecharlos directamente (Chacón y Vargas, 2009). Después del pastoreo, el material que es removido por el rumiante para cubrir sus necesidades de mantenimiento y producción, es sustituido por un nuevo rebrote. Lo anterior se conoce como compensación y es un mecanismo común a varias especies vegetales que han evolucionado en conjunto con las especies que las consumen (Georgiadis *et al.*, 1989). Las gramíneas, por su patrón de crecimiento, soportan sobre la misma raíz y tallo, estratos sucesivos de rebrote cuyo gradiente de edad incrementa con la profundidad de la pradera (Fang, 2017). En consecuencia, una mayor edad y menor calidad son característicos de estratos inferiores de las gramíneas tropicales o plantas C4 (Chacón y Vargas, 2009; Calzada *et al.*, 2019; Joaquín *et al.*, 2019; Garcez *et al.*, 2020).

#### **4.5. Acumulación innecesaria de componentes indeseables**

Después de una cosecha, parcial o completa (a ras del suelo), la planta privilegiará la aparición y desarrollo de estructuras que garanticen la restauración de su aparato fotosintético. El macollo de las gramíneas inicia la aparición de nuevos fitómeros en el meristemo apical; o en caso de remoción del mismo, promueve la activación de meristemos axilares, con el objetivo de reactivar la aparición y expansión de hojas verdes (Rincón *et al.*, 2008). En las primeras etapas de rebrote, el crecimiento depende de la aparición de hojas y tallos nuevos, las cuales presentan un ángulo de inclinación para aumentar la eficiencia en la cosecha de radiación fotosintéticamente activa (Kubota *et al.*, 1994).

En las primeras etapas del rebrote, el alargamiento y maduración de los tallos no es prioritario. Una vez que el área foliar intercepta una proporción de luz superior al 70 %, los macollos que se encuentran sombreados por plantas vecinas, alargan sus tallos con el fin de alcanzar una altura que les permita competir por la luz disponible en estratos superiores (Rehling *et al.*, 2021). Para lograr el alargamiento, los tallos de los pastos lignifican su base para aumentar su resistencia y capacidad de carga, lo que a su vez promueve el aumento en la concentración de lignina en el forraje (Araya y Boschini, 2005).

La función evolutiva del tallo consiste en generar un estrato renovado de hojas verdes en la parte más alta de la estructura de la pradera, con el fin de sobreponerse al sombreado infringido por plantas vecinas. Cuando en una pradera, conviven exclusivamente plantas de la misma especie y variedad, todos los tallos se alargan simultáneamente a un estrato superior, lo cual induce la acumulación exponencial de tallo ocasionado por competencia intraespecífica por luz (Lonsdale, 1990). Diferencias genéticas entre plantas, así como la disponibilidad de nutrientes en el suelo que las soporta, promueven discrepancias en altura entre plantas vecinas (Araya y Boschini, 2005; Joaquín *et al.*, 2019).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Localización**

La información que se utilizó para este trabajo se limitó a investigaciones de naturaleza experimental desarrollados en regiones tropicales con clima cálido y húmedo, con el fin de que los resultados fueran aplicables al sureste mexicano, y en particular a la Cuenca del Papaloapan.

### **5.2. Modalidad de investigación**

La investigación consistió en recabar información publicada sobre la variación en la composición morfológica y la composición química de dos variedades de cada una de tres especies de gramíneas de uso frecuente en la región cálido-húmeda del sureste mexicano: *Urochloa brizantha* cv. Toledo (UT) e Insurgente (UI), *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza (MM) y Tanzania (MT) y *Cenchrus purpureus* cv. King Grass (CKG) y CT115 (CCT). Se utilizó únicamente la información que era relevante para sustentar (o rechazar) las hipótesis del estudio.

Los estudios basados en la revisión y análisis de investigaciones que reportan datos experimentales, como es el caso del presente trabajo, son de gran importancia para el desarrollo de la ciencia, así como para la adecuación, síntesis y transferencia de tecnología hacia el sector ganadero.

### **5.3. Fuentes de información**

La información técnica y agronómica necesaria se recabó en fuentes bibliográficas disponibles en formato digital y físico. Para sustentar la investigación, se dio preferencia a artículos científicos, libros y capítulos de libro publicados por casas

editoriales reconocidas por la comunidad académica y científica del sector. Los datos recabados se estudiaron por separado para cada una de las especies de gramíneas. De particular interés fueron aquellos trabajos que reportaban la composición morfológica y la composición química del forraje en función a la edad de rebrote y/o estado fisiológico del mismo.

Una condición indispensable para que un documento de investigación sea considerado como fuente de información confiable, consiste en que los resultados de rendimiento sean reportados en base seca. Lo anterior es un requisito imprescindible, dado que el contenido de humedad del forraje fluctúa en función a la edad del rebrote, condiciones edáficas y clima.

#### **5.4. Delimitación temática**

Se recabó información sobre el rendimiento de materia seca; así como sobre la composición química y morfológica de las especies *U. brizantha* cv. Insurgente y Toledo, *M. maximus* cv. Mombaza y Tanzania y *C. purpureus* cv. King Grass y CT115, gramíneas adaptadas a las condiciones climáticas del sureste mexicano.

La información que se analizó dentro de cada especie, se limitó a tres ejes temáticos: (1) rendimiento por componente morfológico, (2) composición química de hoja verde, tallo y planta completa, e (3) identificación del intervalo de edades, o altura, de aprovechamiento, que maximice la cosecha anual de forraje de calidad (hoja verde). Los tres ejes se consideraron para localizar la información en aquellos trabajos experimentales cuyas condiciones de cultivo fueran a grandes rasgos comparables.

## **5.5. Composición morfológica**

Dentro de la composición morfológica de la gramínea se distinguen cuatro fracciones: hoja verde, tallo, material muerto e inflorescencia. El material muerto está compuesto por hojas secas que se acumulan a partir del momento en el que un pasto alcanza su madurez y comienza el recambio de tejido fotosintético, es decir, la muerte de hojas basales y su reemplazo por la aparición de nuevas hojas apicales. En esta investigación documental se distinguieron los componentes morfológicos mencionados, con particular énfasis en variaciones en la proporción y en el rendimiento de hoja verde, a lo largo del rebrote.

## **5.6. Composición química**

La composición química del forraje está relacionada cuantitativamente con la calidad nutritiva que este presenta cuando es utilizado como alimento para rumiantes. Los elementos de la composición química que se consideraron en el presente trabajo fueron: materia seca (MS) fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) lignina detergente ácido (LDA) y proteína cruda (PC). Altos contenidos de FDN, FDA, y LDA son característicos de edades avanzada de rebrote (más de 70 días), por lo que conocer los contenidos de estos tres componentes tiene el propósito de percibir el deterioro del forraje.

Por otra parte, el porcentaje de proteína cruda es una medida de la calidad nutritiva, dado que sus altos valores, comunes a las etapas iniciales del rebrote, indican una elevada proporción de nitrógeno en la planta, disponible para las bacterias del rumiante que se alimenta de este forraje.

## **5.7. Rendimiento**

En la literatura, el rendimiento de forraje, así como el de cada uno de sus componentes morfológicos, puede aparecer reportado en diversas unidades de medición. Cada investigación utiliza una unidad de medición acorde con el objetivo planteado. Es común encontrar porcentajes (%), rendimiento en materia verde, o bien rendimiento en materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ,  $\text{t ha}^{-1}$ ).

Además de considerar la composición química del forraje, en el presente trabajo se analizaron el rendimiento de cada componente morfológico a lo largo del rebrote. Para tal efecto, se utilizaron sólo aquellos estudios cuyos resultados fueran reportados en base seca, ya que el secado a peso constante garantiza ausencia de humedad. De igual manera, fueron de mayor utilidad aquellos trabajos que consideraban el rendimiento de cada fracción morfológica por separado, o bien aquellos que incluían más de una edad de rebrote. Todo dato sobre rendimiento de forraje, o de uno de sus componentes, se consultó en base seca ( $\text{t ha}^{-1}$ ) para que los datos fueran compatibles y comparables entre las diferentes fuentes de información.

## **5.8. Curvas de acumulación por componente**

En la medida que la cantidad y calidad de la información disponible lo permitió, se propuso una curva de acumulación de forraje, por componente morfológico y edad del rebrote. De igual manera se construyó una gráfica sobre la variación en el contenido de nutrientes con respecto a la edad del rebrote, para cada una de las seis variedades del estudio. Este último aspecto solo fue posible cuando se dispuso

de suficiente información sobre la calidad nutritiva de cada variedad particular. Para las curvas de composición morfológica y composición química del forraje, se utilizaron datos que describían el rebrote del pasto en la época lluviosa. Se combinaron datos de diversos estudios para obtener las curvas, no con el fin de compararlos sino para integrar la información relevante a un solo tema.

### **5.9. Volumen de información analizada**

Para *Urochloa* se partió de 112 documentos, sólo 55 cumplían con los criterios. No obstante, sólo se seleccionaron 20 fuentes (16 artículos y 4 trabajos de tesis) 10 para Insurgente y 12 para Toledo; mientras que dos fuentes presentaron datos para los dos cultivares de esta especie. La altura residual máxima aceptada fue de 15 cm, mientras que todos los estudios correspondieron a regiones cálido-húmedas y reportaron el rebrote del pasto correspondiente a la época lluviosa, sin riego y con nula o limitada fertilización.

De las fuentes acertadas para esta especie, sólo nueve presentaron datos climáticos para insurgente, para obtener una temperatura de 24.4 °C (21.9 - 27.5 °C), precipitación anual de 1 611.5 mm (800 - 4 000 mm), altitud de 390.7 msnm (26 - 1 370 msnm) y una humedad relativa de 79 % (73 - 86 %). Mientras que nueve también para Toledo para conseguir una temperatura de 24.2 °C (20.9 - 27.5 °C), precipitación anual de 1 752.9 mm (907.5 - 4 000 mm), altitud de 453.8 msnm (32 -1 600 msnm) y una humedad relativa de 76.5 % (75 - 78 %).

Para ***Megathyrsus*** se partió de 135 documentos, se seleccionaron 53 artículos sobre Mombaza y Tanzania. En la segunda depuración se aceptaron 24 fuentes (21 artículos y 3 trabajos de tesis) 17 para Mombaza y 16 para Tanzania; de las cuales nueve fuentes contenían datos para los dos cultivares. La máxima altura residual aceptada fue de 20 cm; los 24 seleccionados correspondieron al rebrote del pasto de la época lluviosa en regiones cálido-húmedas, sin riego a excepción de un documento presentado por Spindola *et al.* (2020). En algunos estudios se reportaron una fertilización de recuperación.

De entre las 24 fuentes usadas para *M. maximus*, 10 documentos presentaron datos climáticos para Mombaza y ocho para Tanzania. Para Mombaza, se obtuvo una temperatura de 24.1 °C (20.9 - 26.5 °C), precipitación anual de 2 014.9 mm (948 – 4 000 mm), altitud de 337 msnm (25 – 922 msnm) y una humedad relativa de 82.6 % (78 – 89 %). Para Tanzania, se halló una temperatura de 23.8 °C (20.9 - 25.22 °C), precipitación anual de 1 698.3 mm (400 – 2 854 mm), altitud de 265.3 msnm (15 – 875 msnm) y una humedad relativa de 84 % (78 – 89 %).

Para ***Cenchrus*** se localizaron 138 artículos, se seleccionaron 47 sobre King Grass y CT115. La depuración condujo a 23 documentos (16 artículos, cinco trabajos de tesis y dos congresos) 14 para King Grass y 15 para CT115, mientras que cinco de estas fuentes presentaron información para ambos cultivares. La altura residual máxima aceptada fue de 20 cm; mientras que los 23 documentos aprobados correspondieron al rebrote del pasto de la época lluviosa en regiones cálido-húmedas. Sin embargo, algunos documentos aplicaron una fertilización restringida.

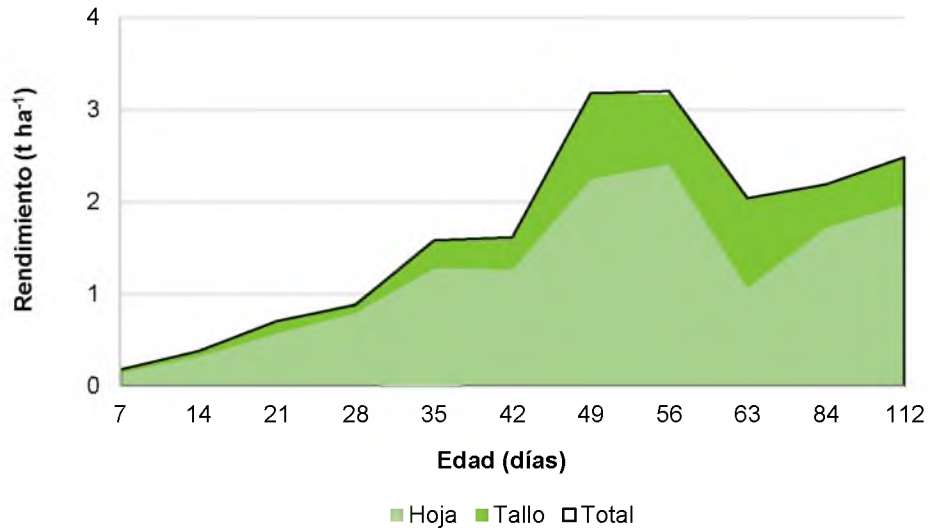
Los datos climáticos se obtuvieron de nueve fuentes para King Grass y 11 para CT115. Para King Grass la temperatura fue de 22.2 °C (13 - 27.15 °C), precipitación anual de 1 657.4 mm (700 – 4 000 mm), altitud de 893.3 msnm (16 – 3 000 msnm) y una humedad relativa de 82 % (78 – 84 %). Las fuentes consultadas de CT115 mostraron una temperatura de 24.2 °C (16 - 27.15 °C), precipitación anual de 1 463 mm (1 050.5 – 3 029.3 mm), altitud de 232 msnm (12 -1 709 msnm) y una humedad relativa de 79.4 % (72 - 86.8 %).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

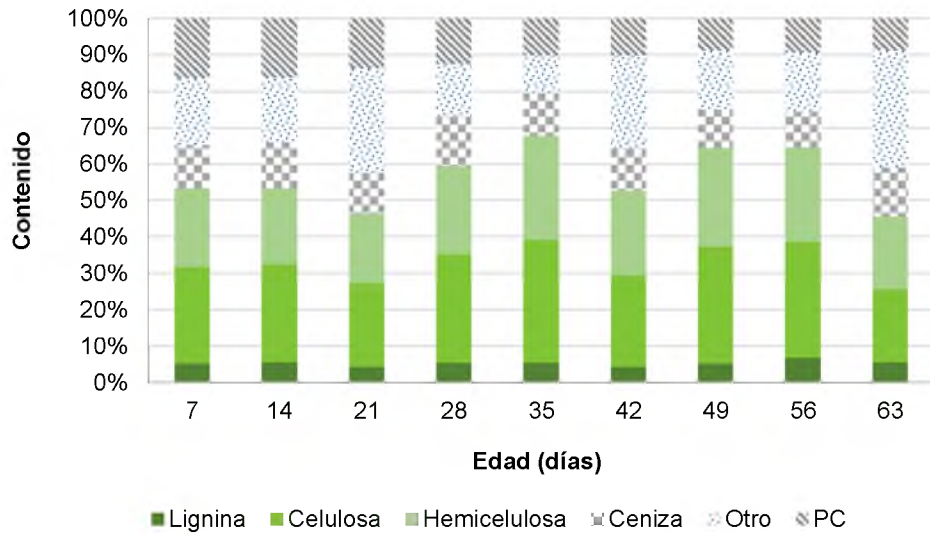
### 6.1. *Urochloa brizantha* cv. Insurgente

**6.1.1. Composición morfológica.** El rendimiento de hoja y tallo de *U. brizantha* cv. Insurgente se presenta en la Figura 1. El rendimiento de hoja verde del pasto insurgente aumenta de manera sostenida hasta los 56 días del rebrote, donde alcanza  $2.4 \text{ t ha}^{-1}$  (Avellaneda *et al.*, 2008; Castro, 2014; Merlo *et al.*, 2017; Garay *et al.*, 2018) mientras que no se localizó ningún rendimiento de hoja verde por encima de ese valor. La producción de tallo comienza hasta el día 35 y se maximiza entre los 49 y 63 días, pero se mantiene por debajo de  $1 \text{ t ha}^{-1}$ , aún a la edad de 112 días; lo que implica que el pasto insurgente posee una alta proporción de hoja verde a lo largo de su crecimiento. El mayor rendimiento de forraje fue reportado a los 49 y 56 días, con  $3.2 \text{ t ha}^{-1}$  para ambas edades (Avellaneda *et al.*, 2008; Castro, 2014; Merlo *et al.*, 2017; Garay *et al.*, 2018) mientras que en un 78.1 % ( $2.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) el rendimiento es menor a los 112 días (Avellaneda *et al.*, 2008).

**6.1.2. Composición química.** Datos sobre la composición química del pasto Insurgente se presentan en la Figura 2. El contenido de proteína cruda (PC) ( $\text{N} \times 6.25$ ) se reduce progresivamente entre los días 7, 42 y 63 (16.5, 10.3 y 8.9 %), mientras que el contenido de cenizas es mayor a 10 % hasta el día 63 (Reyes *et al.*, 2018). La proporción de pared celular muestra una tendencia a aumentar con la edad del rebrote. Por ejemplo, incrementos de 5, 5 y 1 unidades porcentuales ocurren entre la segunda y octava semanas de rebrote para las fracciones hemicelulosa, celulosa y lignina.



**Figura 1.** Rendimiento por componente morfológico del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.



**Figura 2.** Composición química del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, durante los primeros dos meses de rebrote.

## 6.2. *Urochloa brizantha* cv. Toledo

**6.2.1. Composición morfológica.** En la Figura 3, se muestra el rendimiento de forraje de *U. brizantha* cv. Toledo, por componente morfológico. Hasta los 60 días de edad, el rebrote está constituido esencialmente por hoja verde; componente cuyo rendimiento alcanza su límite biológico de 3.8 t ha<sup>-1</sup> a los 90 días de rebrote (Calzada *et al.*, 2019). El rendimiento en hoja verde es constante entre los 90 y 180 días. La fracción tallo presenta un rendimiento negligible hasta los 60 días de rebrote; edad a partir de la cual su rendimiento aumenta de manera sostenida, hasta alcanzar 11.9 t ha<sup>-1</sup>, a los 5 meses de rebrote (Calzada *et al.*, 2019).

El rendimiento global de forraje aumenta en 17 t ha<sup>-1</sup> entre los 60 y 150 días (de 2.9 a 19.9 t ha<sup>-1</sup>). El rendimiento en hoja verde aumenta sólo 1 t ha<sup>-1</sup> en el periodo mencionado, mientras que el 94 % de las 17 t ha<sup>-1</sup> corresponde a forraje de baja digestibilidad constituido en un 24 % por material muerto y en un 70 % por tallo.

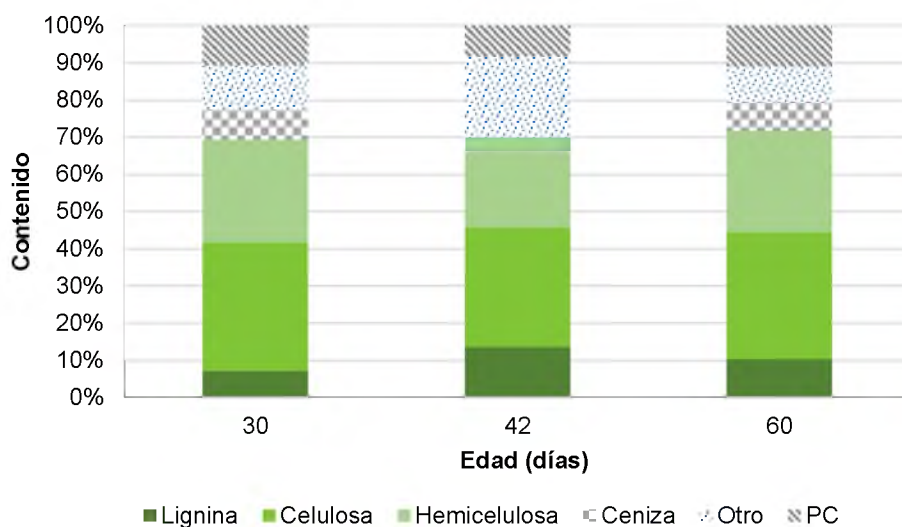
El punto en el que se alcanza el rendimiento máximo en hoja verde coincide con el inicio de la aparición de material muerto, a los 90 días de rebrote. A los 150 días del rebrote, la cantidad de material muerto es similar al rendimiento en hoja verde. Aunque un tallo totalmente expandido mantiene constante la oferta de hoja verde, pero la presencia de tallos viejos en la pradera requiere de prácticas costosas para retirarlos, indicativo de una alta asignación del recurso forrajero.



**Figura 3.** Rendimiento por componente morfológico del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

**6.2.2. Composición química.** Datos sobre la composición química del pasto Toledo se presentan en la Figura 4, para los 30, 42 y 60 días de edad. No se encontró información sobre la composición química para la hoja y el tallo en este cultivar. El contenido promedio de PC y cenizas se mantiene en 10 u 8 %, respectivamente para el intervalo de 30 a 60 días de edad, sin variación importante entre edades (Espínola y Paniagua, 2010; Guaicha, 2015).

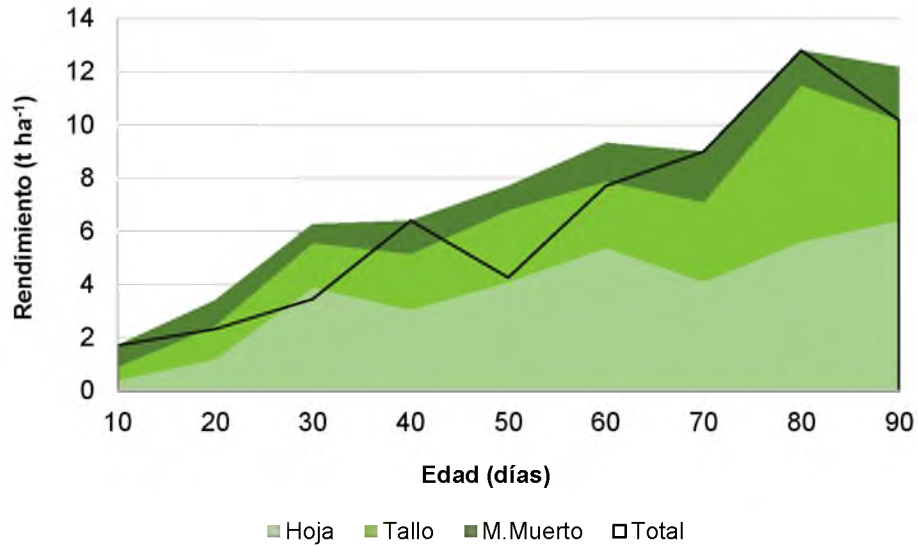
Con respecto a los componentes de la pared celular, los contenidos de celulosa y hemicelulosa no muestran variación significativa entre los 30, 42 y 60 días de edad. En contraparte, el contenido de lignina fue de 7.0, 13.7 y 10.3 % para las edades mencionadas (Balseca *et al.*, 2015; Garay *et al.*, 2022). De acuerdo con la rápida lignificación el pasto *U. brizantha* cv. Toledo puede reducir su calidad como forraje desde los 42 días del rebrote.



**Figura 4.** Composición química del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

### 6.3. *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza

**6.3.1. Composición morfológica.** La Información de ocho de las edades proviene de una sola fuente (Velasco *et al.*, 2018), donde se registra material muerto desde los 10 días de crecimiento. A pesar de que el rendimiento en hoja verde se estabiliza en aproximadamente 4 t ha<sup>-1</sup> entre los 30 y 70 días, la disponibilidad de hoja verde alcanza 5.6 o 6.4 t ha<sup>-1</sup> a los 80 y 90 días, respectivamente (Hare *et al.*, 2013; Velasco *et al.*, 2018). Por más de que se registran tallo y material muerto desde el inicio del rebrote, el rendimiento en hoja verde es superior al de tallo hasta el día 90, edad en la cual la acumulación de material muerto es de 2 t ha<sup>-1</sup>. En la Figura 5, la suma de los tres componentes morfológicos difiere del rendimiento total, en virtud de que la información proviene de diferente fuente. Los rendimientos de tallo y hoja verde aumentan a la par, por lo que no se presenta una acumulación excesiva de tallo en ciclos de crecimiento menores a 90 días.



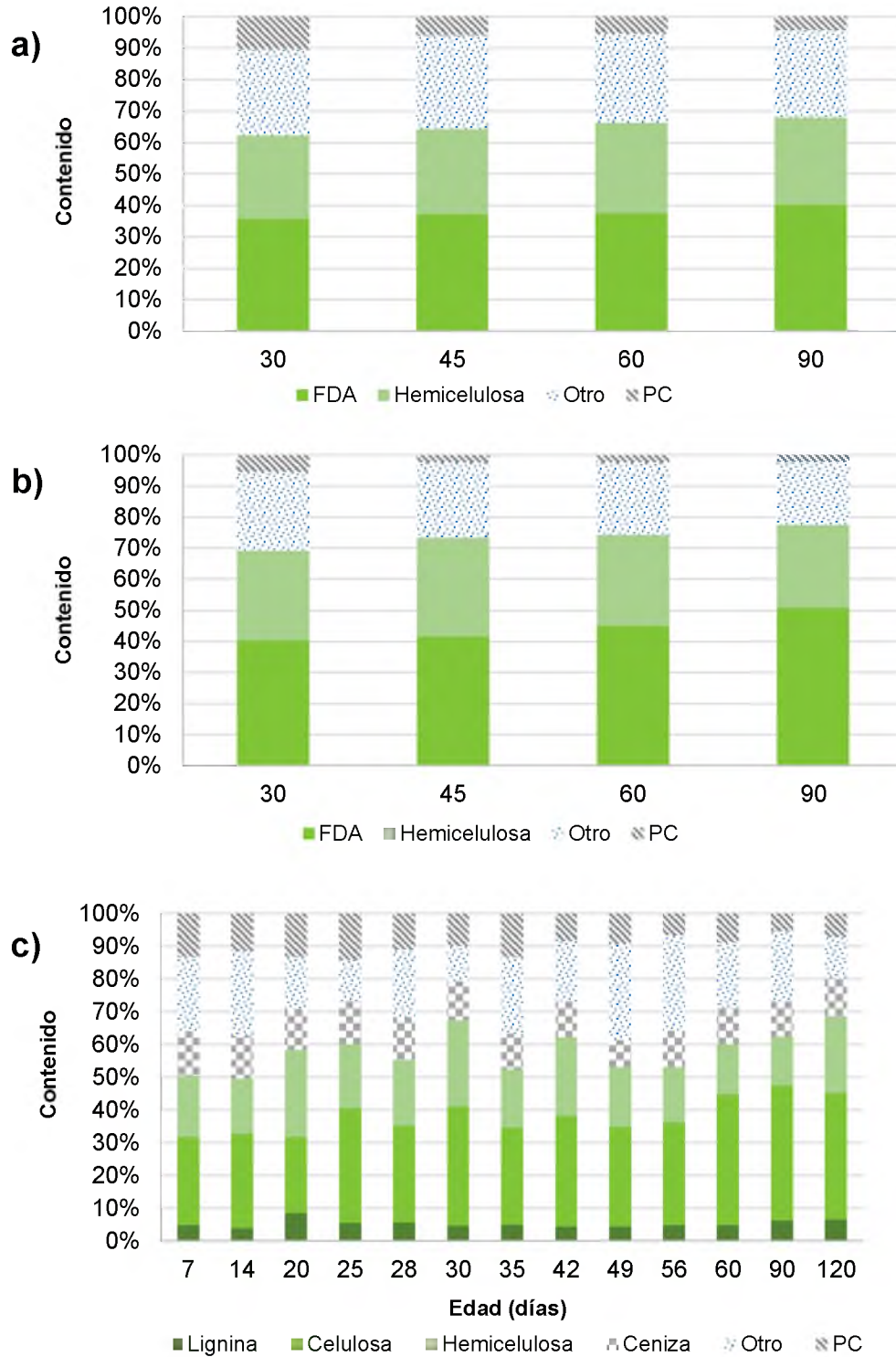
**Figura 5.** Rendimiento por componente morfológico del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

**6.3.2. Composición química.** En la Figura 6 se muestra la composición química de hoja, tallo y planta completa de *M. maximus* cv. Mombaza. Para la hoja y tallo, se contó con datos de cuatro edades, las cuales no incluyen los contenidos de lignina o cenizas. Entre los compuestos del contenido celular, solo se dispuso de datos sobre proteína cruda. El contenido de proteína se reduce tanto en la hoja verde como en el tallo de pasto Mombaza, a medida que aumenta la edad del rebrote; no obstante, el contenido de proteína de la hoja verde duplica aquel del tallo en cada una de las edades. Por ejemplo, contenidos de proteína cruda igual a 10.4, 5.3 y 4.3 % se presentan en hoja verde, mientras se registran valores de 5.6, 2.4 y 2.2 % en tallo, para los 30, 60 y 90 días de rebrote, respectivamente (Hare *et al.*, 2013).

Entre los 30 y 90 días de rebrote, el contenido de FDA en hoja verde oscila entre 35.6 y 40.1 %, en tanto que para el tallo comprende entre 40.3 y 50.8 % (Hare *et*

*al.*, 2013). A pesar de que no se dispone de datos sobre lignina y celulosa, es notorio que el tallo presenta siempre mayor concentración de compuestos indigestibles, celulosa y lignina; además de que dicha concentración incrementa con la edad. Por su parte el contenido de hemicelulosa en hoja verde es menor en comparación con el tallo, al establecer de 26.7 a 27.9 % y 29.0 a 26.6 %, respectivamente, entre los 30 y 90 días. No obstante, para el tallo se menciona 31.8 % a los 45 días, lo cual indica que a la edad más avanzada esta fracción pudiese tomar porcentajes superiores (Hare *et al.*, 2013). En función al mayor contenido de compuestos solubles y menor concentración de celulosa y lignina, la hoja mantiene una mayor calidad como forraje, a lo largo del rebrote, mientras que la calidad del tallo se reduce con la edad.

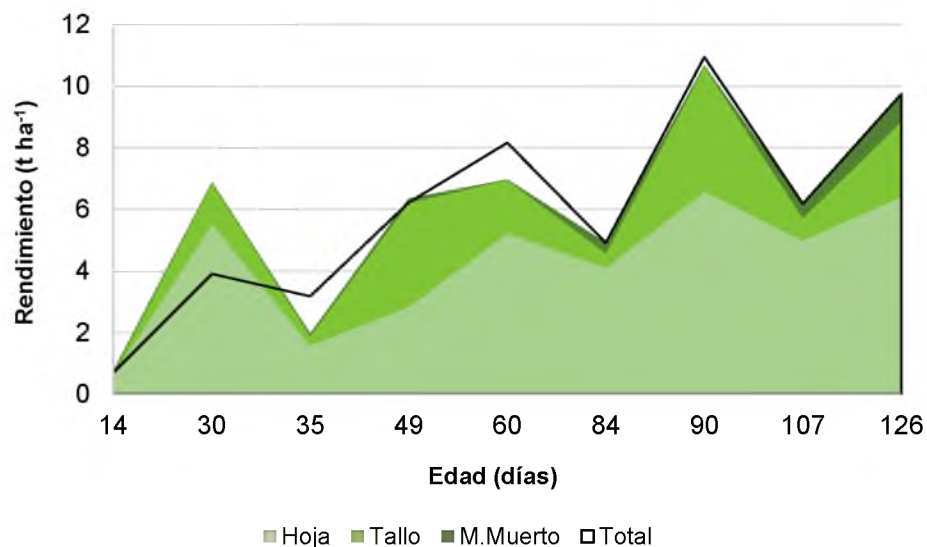
Para la composición química de la planta completa de pasto Mombaza, se contó con datos semanales hasta los 60 días, y datos para las edades 60, 90 y 120 días. El contenido de paredes celulares aumenta de 50.4 a 68.5 % entre los 7 y 120 días de rebrote, mientras que el contenido de FDA aumenta de 31.7 a 45.0 % en el mismo periodo. El contenido de celulosa registró valores mayores a 38 % para las edades de 60, 90 y 120 días (Ventura *et al.*, 2021). En estas mismas edades, el contenido de lignina fue de 4.7, 6.2 y 6.5 %, respectivamente (Castro *et al.*, 2010; Ventura *et al.*, 2021). El deterioro que ocurre en calidad del forraje de pasto Mombaza conforme aumenta la edad, se debe a que a edades avanzadas (90 y 120 días) el forraje presenta una mayor proporción de tallos, los que a su vez disminuyen su valor forrajero a medida que son más maduros.



**Figura 6.** Composición química de la hoja verde (a), el tallo (b) y planta completa (c) del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

## 6.4. *Megathyrus maximus* cv. Tanzania

**6.4.1. Composición morfológica.** La composición morfológica de *M. maximus* cv. Tanzania se muestra en la Figura 7. El rendimiento de hoja verde presenta un límite biológico de 6.6 t ha<sup>-1</sup>, el cual se alcanza a los 90 días, pero rendimientos de 5.5 t ha<sup>-1</sup> se registran desde los 30 días (Hare *et al.*, 2013). El rendimiento en tallo es regularmente inferior al rendimiento en hoja verde, y no muestra un patrón de acumulación monótono creciente. El tallo registró un rendimiento de 4.1 t ha<sup>-1</sup> a los 90 días de rebrote (Hare *et al.*, 2013); aunque un valor de 2.4 t ha<sup>-1</sup>, ocurre a los 126 días (Castro *et al.*, 2010). La acumulación de material muerto aumenta de 0.3 a 0.9 t ha<sup>-1</sup> entre los 84 y los 126 días (Castro *et al.*, 2010).

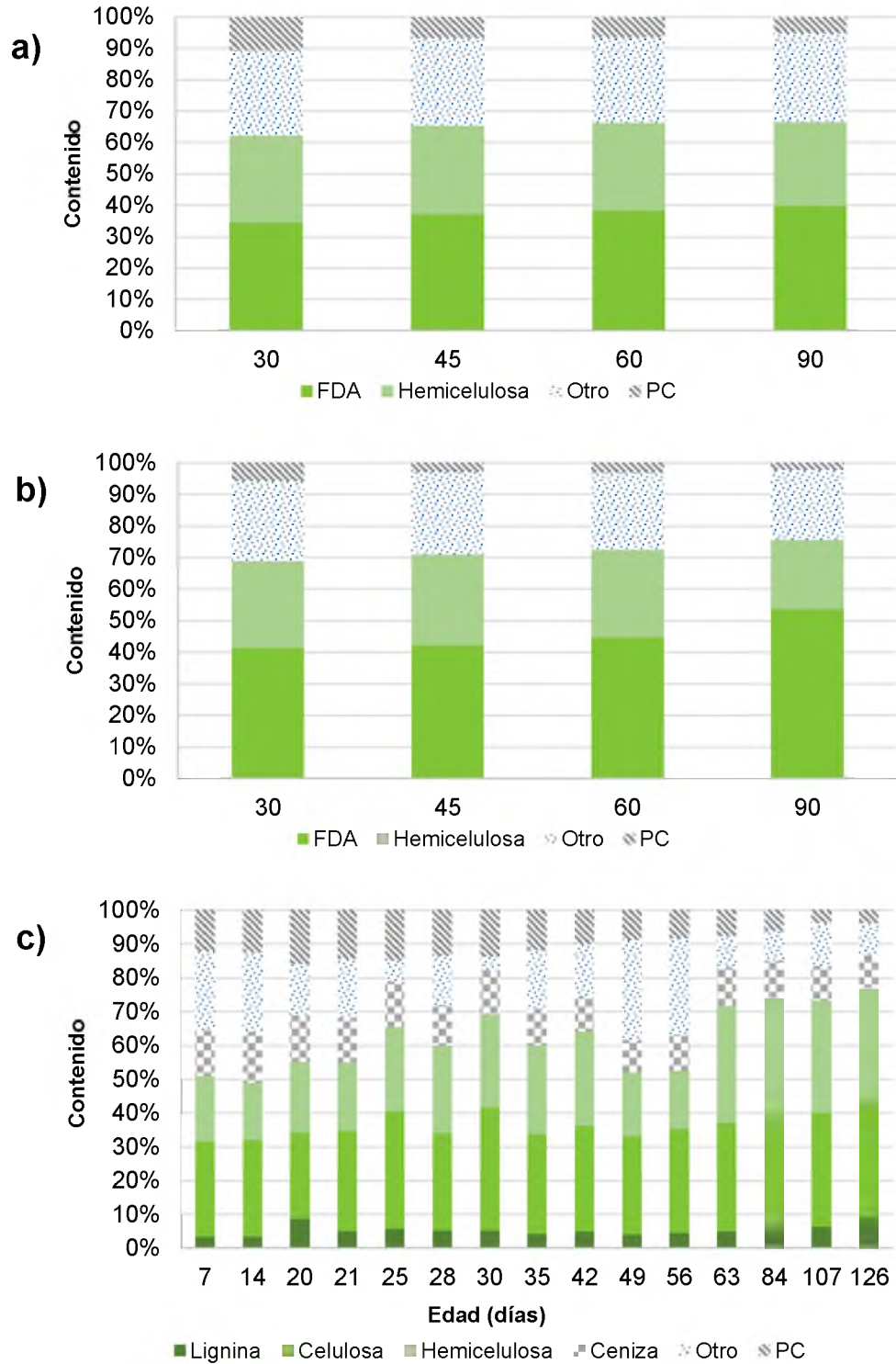


**Figura 7.** Rendimiento por componente morfológico del pasto *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

**6.4.2. Composición química.** La composición química de *M. maximus* cv. Tanzania se muestra en la Figura 8. Para la composición de tallo y hoja se dispuso sólo de datos para edades entre los 30 a 90 días. El contenido de proteína cruda de la hoja verde, varía entre 10.6 y 5.1 % entre los 30 y 90 días, mientras que en el tallo fluctúa entre 5.8 y 23 % para las mismas edades (Hare *et al.*, 2013). El contenido de FDA en la hoja verde incrementa de 34.6 a 39.7 % entre los 30 y 90 días, mientras que en el tallo aumenta de 41.4 a 53.6 % entre dichas edades (Hare *et al.*, 2013). Por lo tanto, la concentración de FDA es siempre menor a 40 % en la hoja verde y mayor a 40 % en tallo. A pesar de que ambas fracciones muestran acumulación de pared celular conforme a la edad del rebrote, es el tallo el que presenta un mayor contenido.

La información de planta completa incluyó 15 edades. El contenido de pared celular (FDN) muestra siempre los mayores valores después de los 60 días. Excepto por la lignificación, el contenido de FDN registrado para la planta completa a edades mayores a la referida, presenta mayor similitud con aquel del tallo que con el de la hoja verde. No obstante, en la composición morfológica, esta variedad muestra una alta proporción de hoja verde a los 126 días (Hare *et al.*, 2013).

El contenido de proteína cruda se reduce progresivamente a lo largo del crecimiento, manteniéndose con 13.5 % alrededor de los 28 días, mientras que presenta 3.8 % después de los 126 días (Castro *et al.*, 2010). Sin embargo, hasta los 42 días se consigue un porcentaje considerable de esta fracción (10.1 %) dado que la producción de tallo a estas edades es baja y el material muerto es casi nulo ( $0.1 \text{ t ha}^{-1}$ ) (Castro *et al.*, 2010; Castagnara *et al.*, 2011; Castro, 2014).

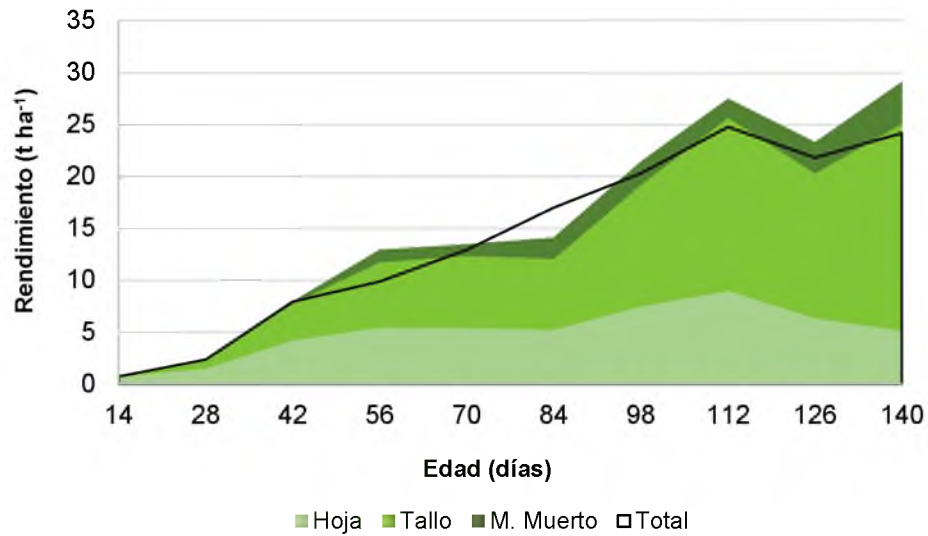


**Figura 8.** Composición química de la hoja verde (a), el tallo (b) y la planta completa (c) del pasto *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

## **6.5. *Cenchrus purpureus* cv. King Grass**

**6.5.1. Composición morfológica.** La composición morfológica de *Cenchrus purpureus* cv. King Grass se muestra en la Figura 9. El rendimiento de hoja verde se establece en 5.5 t ha<sup>-1</sup> a partir de los 56 días de edad (Rueda, 2015), pero muestra valores de 7.5, 9.0 y 6.3 t ha<sup>-1</sup> a los 98, 112 y 126 días (Araya y Boschini, 2005; Rueda, 2015), en el mismo orden. Entre los 56 y 112 días del rebrote, el rendimiento en tallo aumenta de 6.3 t ha<sup>-1</sup> a 16.7 t ha<sup>-1</sup> (Araya y Boschini, 2005; Rueda, 2015) mientras que el rendimiento en hoja aumenta solo de 5.5 a 9 t ha<sup>-1</sup> en el mismo periodo (Araya y Boschini, 2005; Rueda, 2015).

A los 140 días se registran rendimientos de 5.2, 19.9 y 4 t ha<sup>-1</sup> para hoja verde, tallo y material muerto, respectivamente (Araya y Boschini, 2005). Con el propósito de evitar la acumulación innecesaria de componentes morfológicos indeseables, el pasto King Grass debe aprovecharse antes de los 56 días, edad a la que la acumulación de material muerto es de 1.2 t ha<sup>-1</sup> (Rueda, 2015). Entre los 42 y 56 días del rebrote, el rendimiento de tallo rebasa al rendimiento de hoja verde (Rueda, 2015) lo que días de descanso largos o ciclos de pastoreo más amplios favorecería mayor material vegetativo rechazado por los rumiantes, aunado a aquello que es desperdiciado por pisoteo, deyecciones, y descanso.



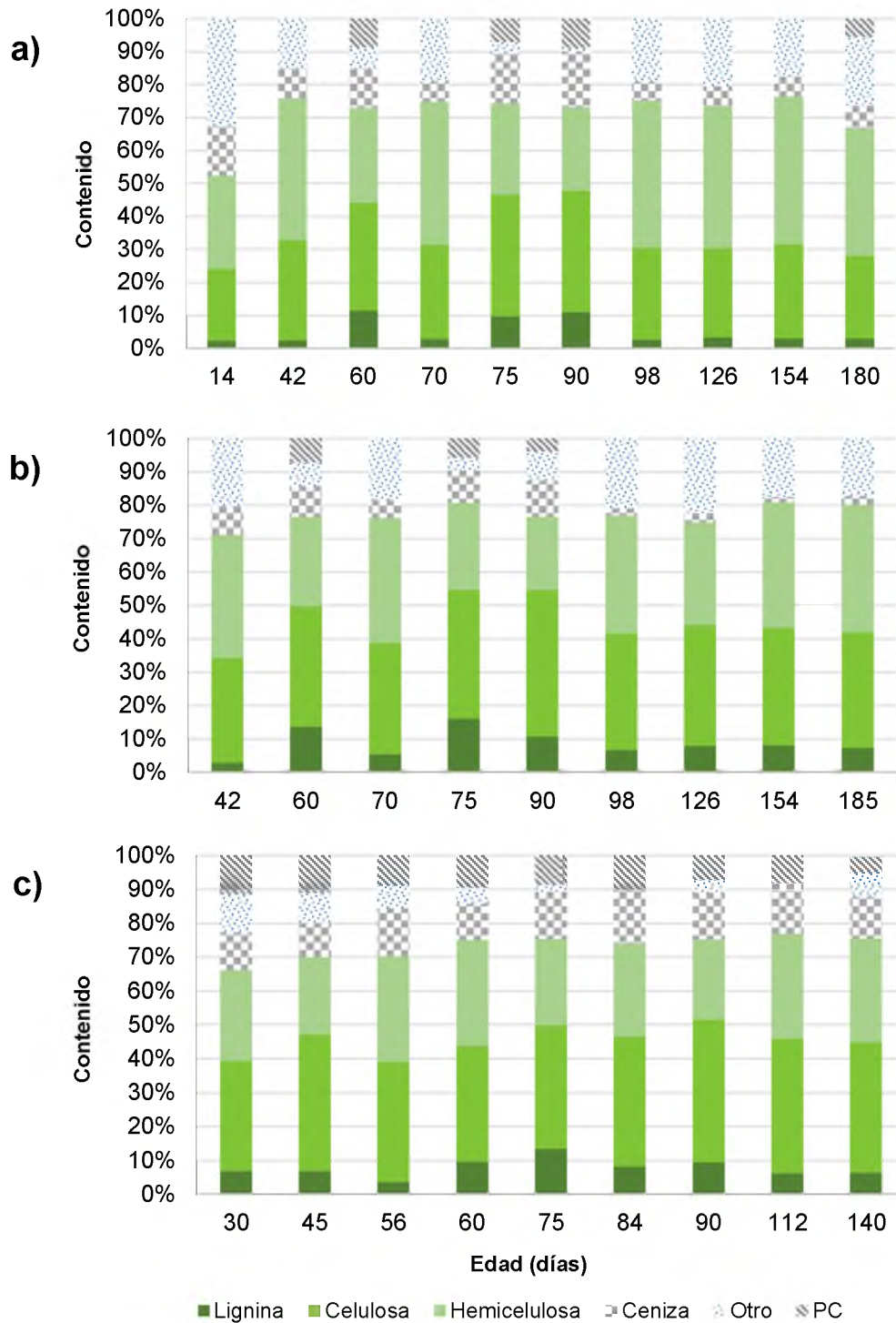
**Figura 9.** Rendimiento por componente morfológico del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

**6.5.2. Composición química.** La composición química del pasto *C. purpureus* cv. King Grass se muestra en la Figura 10. De acuerdo con la composición química de cada componente morfológico, los contenidos de PC y ceniza disminuyen progresivamente con la edad del rebrote, tanto en la hoja verde como en el tallo de King Grass; no obstante, el tallo presenta siempre un menor contenido de ambos. Por ejemplo, para el promedio de todas las edades disponibles, la hoja verde registró 9.9 % de ceniza y 7.6 % de PC; mientras que el tallo mostró 5.9 y 5.6 % para las mismas variables.

Conforme la media de las edades disponibles, los contenidos de pared celular (FDN), de lignina y la relación celulosa/hemicelulosa, fueron de 71.6, 5.1 y 0.80 % para la hoja; así como de 77.2, 8.7 y 1.11 % para el tallo, en el mismo orden. Paradójicamente, los mayores valores de celulosa y lignina ocurren entre los 60 y 90 días del rebrote para ambos componentes, mientras que valores más bajos

ocurren a edades posteriores (Chacón y Vargas, 2009; Rueda, 2015; Rueda *et al.*, 2016; Martínez y González, 2017). La razón por la que la calidad media del forraje aumenta en edades avanzadas radica en que el pasto *C. purpureus* presenta una ola de aparición de tallos reproductivos para prepararse para la floración, la cual ocurre durante el otoño (Rueda *et al.*, 2018).

La composición química de la planta completa es consistente con una menor concentración de lignina a edades mayores a 100 días (Vidal *et al.*, 2017). A pesar de que pueden presentarse olas de aparición de tallos en edades avanzadas, la relación hoja tallo continúa disminuyendo con la edad del pasto, la cual toma valores de 1.2, 0.53, y 0.26 % a los 42, 112, 140 días del rebrote, respectivamente (Araya y Boschini, 2005; Rueda, 2015).



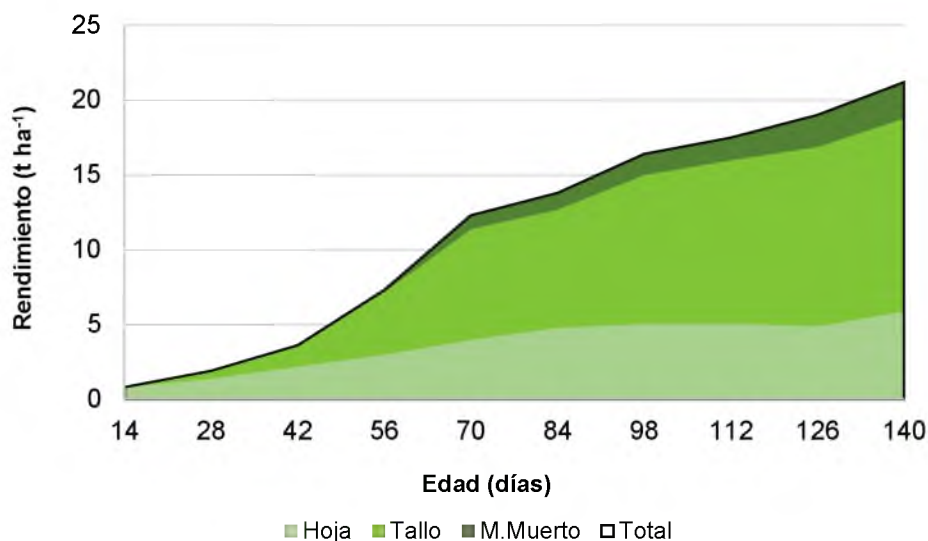
**Figura 10.** Composición química de la hoja verde (a), el tallo (b) y planta completa (c) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

## 6.6. *Cenchrus purpureus* cv. CT115

**6.6.1. Composición morfológica.** Datos sobre la composición morfológica de *C. purpureus* cv. CT115 se muestran en la Figura 11. La oferta de hoja verde aumenta progresivamente entre los 14 y 70 días de 0.8 a 4.8 t ha<sup>-1</sup> (Rueda *et al.*, 2020). Entre los 70 y 126 días de edad el rendimiento de hoja se establece alrededor de 5 t ha<sup>-1</sup> (Villanueva *et al.*, 2016; Rueda *et al.*, 2020).

Si el aprovechamiento del pasto CT115 se difiere por más de 56 días de edad, la planta acumulará esencialmente tallo. Por ejemplo, entre los 42 y 140 días la tasa de acumulación de hoja verde es en promedio 0.04 t ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, mientras que las tasas de acumulación de tallo y material muerto son de 0.12 y 0.02 t ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, para el mismo intervalo de edades.

El aumento en el rendimiento de forraje conlleva un deterioro en la calidad del mismo, en función al aumento continuo en la producción de tallos. El mayor incremento en el rendimiento de tallo ocurre entre los 42 y 70 días de edad; mientras que a partir de los 70 días comienza la aparición de material muerto (Rueda *et al.*, 2020). A los 140 días de rebrote, la proporción de hoja verde, tallo y material muerto es de 28.7, 60.8 y 11.3 %, respectivamente (Rueda *et al.*, 2020).



**Figura 11.** Rendimiento por componente morfológico del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

**6.6.2. Composición química.** La composición química de la hoja verde, del tallo y de la planta completa de *C. purpureus* cv. CT115 se muestra en la Figura 12. La composición química de la planta completa a una edad determinada, está dada tanto por la composición morfológica, como por la composición de edades que presenta cada componente morfológico, hoja y tallo, por separado.

A pesar de que el contenido de pared celular no presenta una variación importante entre los 56 y los 84 días, su composición cambia notoriamente. Un mayor contenido de celulosa y lignina, así como una disminución en el contenido de hemicelulosas se registran para el final de este periodo. Posteriormente, la lignina es el único componente que se mantiene en aumento.

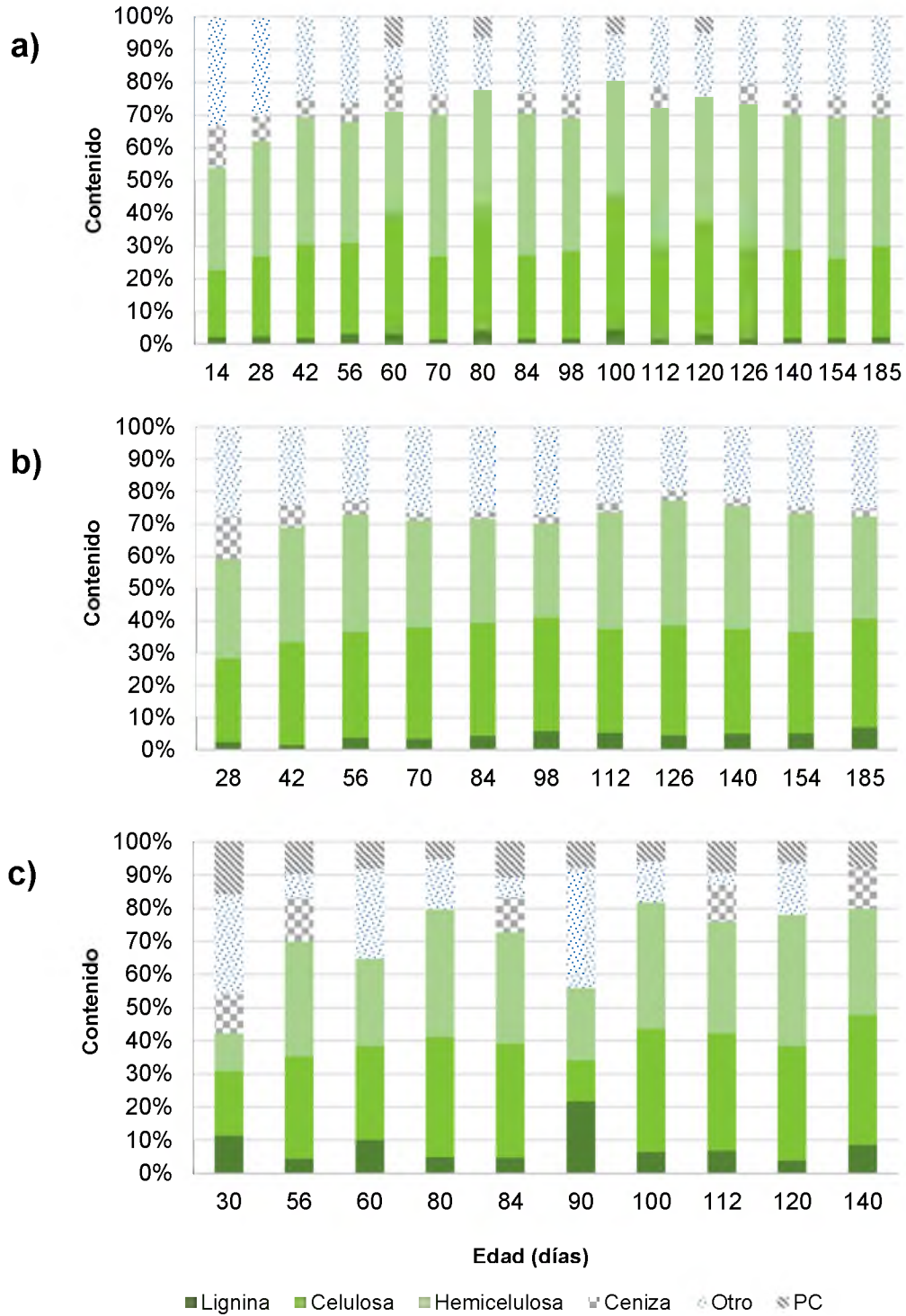
El contenido de pared celular (FDN) para el promedio de las edades disponibles fue de 70.1, 71.4 y 70.2 %, para la hoja, el tallo y la planta completa de CT115; mientras que la relación entre los contenidos de celulosa y hemicelulosa fue de 0.8, 1.0 y 1.0

para los mismos componentes, respectivamente. Por otra parte, el contenido promedio de lignina (LDA) fue de 2.5 % para la hoja y 4.4 % para el tallo.

Existen marcadas diferencias entre la composición química de la hoja verde y del tallo de CT115. El contenido de lignina presenta valores atípicamente bajos tanto en la hoja como en el tallo de CT115. Por ejemplo, la hoja presenta registros 1.6, 1.8, 1.8, 1.9, 2.0 y 1.9 % a los 70, 98, 112, 126, 140 y 154 días; mientras que el tallo muestra valores de 4.4 y 5.0 % a los 126 y 140 días (Rueda *et al.*, 2020). Estas variaciones reflejan la dinámica de recambio de tejido de la planta, en función a la dinámica de poblacional de tallos (Rueda *et al.*, 2018).

Por ejemplo, la aparición masiva de tallos reproductivos que ocurre al final del otoño promueve un aumento en la disponibilidad de contenido celular, por lo que el contenido de lignina y celulosa de la planta completa se reducen en concentración.

La hoja verde se caracteriza por un mayor contenido de componentes de mayor digestibilidad, como la hemicelulosa, carbohidratos solubles, proteína cruda y cenizas. Además, mientras que el tallo principal se lignifica constantemente, el recambio de tejido en hoja es más acelerado, dado que las hojas de mayor edad pierden funcionalidad y son sustituidas por hojas nuevas. Esta es la razón por la que la hoja verde mantiene una mayor calidad como alimento para rumiantes.



**Figura 12.** Composición química de la hoja verde (a), el tallo (b) y planta completa (c) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

### **6.7. Intervalos de aprovechamiento sugeridos para cada especie y variedad**

Los pastos Insurgente y Toledo, pueden ser aprovechados entre las cuatro y ocho semanas del rebrote. No obstante, en el pasto Insurgente el contenido de PC de la hoja verde disminuye de 12.6 a 9.3 % dentro del mencionado intervalo de edades, mientras que en el pasto Toledo el contenido de PC se mantiene entre 10.6 y 11 % (Avellaneda *et al.*, 2008; Merlo *et al.*, 2017; Castro,2014). En dicho periodo, el rendimiento de hoja verde aumenta de 0.8 a 2.4 t ha<sup>-1</sup> en Insurgente (Avellaneda *et al.*, 2008; Castro,2014; Merlo *et al.*, 2017; Cansino *et al.*, 2018; Garay *et al.*, 2018; Joaquín *et al.*, 2019) y de 1.3 a 2.9 t ha<sup>-1</sup> en Toledo (Cab *et al.*, 2008; Rincón *et al.*, 2008; Calzada *et al.*, 2019; Garay *et al.*,2022).

El pasto Mombaza puede ser aprovechado entre las cuatro y ocho semanas y el Tanzania entre las cuatro y 13 semanas. En este intervalo el contenido de PC en la hoja verde se reduce de 10.5 a 5.2 % en ambas variedades (Hare *et al.*,2013). Durante estos intervalos de edad, el rendimiento de hoja verde incrementa de 3.9 a 5.4 t ha<sup>-1</sup> en el pasto Mombaza (Verdecia *et al.*, 2009; Hare *et al.*, 2013; Velazco *et al.*,2018) y de 5.5 a 6.6 t ha<sup>-1</sup> en el pasto Tanzania (Hare *et al.*,2013).

El intervalo de aprovechamiento para King Grass y CT115 va entre las seis y ocho semanas de rebrote; sin embargo, la PC en hoja verde se reduce de 12.5 a 8.7 % (Chacón y Vargas 2009; Mansilla y Chica, 2011) para King Grass y de 11.2 a 9.2 % (Silva, 2010; Mansilla y Chica, 2011; Ledea *et al.*, 2021) para CT115. Así mismo, el rendimiento de hoja verde se incrementa de 4.2 a 5.5 t ha<sup>-1</sup> para King Grass y de 2.2 a 3 t ha<sup>-1</sup> (Rueda *et al.*, 2020) para CT115, para el mismo intervalo.

## 7. CONCLUSIONES

El Intervalo de edades en que un pasto puede ser aprovechado como alimento para rumiantes es limitado. Una cosecha previa a las cuatro semanas de rebrote puede restringir el rendimiento potencial de forraje, mientras que la cosecha hasta las ocho semanas puede diferir su calidad nutritiva.

La hoja verde presenta un mayor contenido de fracciones digestibles y un menor contenido de componentes de menor digestibilidad. Además, dada su mayor tasa de recambio de tejido y menor tiempo de vida, la calidad nutritiva de la hoja verde se mantiene a lo largo del rebrote. Por el contrario, la lignificación en el tallo reduce su calidad conforme aumenta la edad del rebrote.

## **8. RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES**

La elección de un intervalo de edades con base en el equilibrio entre la calidad y el rendimiento de forraje, se debe fundamentar en la disponibilidad y la calidad nutritiva de la hoja verde, en virtud de que las fracciones tallo y material muerto no son consumidas por el animal.

Elegir un intervalo preciso o estrecho en el que se pueda garantizar la cosecha de un abundante rendimiento y adecuada calidad, no es una tarea fácil. La razón radica en que la misma especie y variedad de pasto pueden presentar un desarrollo moderado o sobresaliente, en función de limitaciones o ventajas ambientales que caractericen a cada sitio específico en el periodo de rebrote. Por ejemplo, diferencias en la frecuencia y abundancia de precipitación pluvial inducen grandes diferencias en la velocidad de crecimiento, aun tratándose del mismo genotipo forrajero cultivado en el mismo sitio

## 9. LITERATURA CITADA

- Allen, V.G., Batello, C., Berretta, E.J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., Mclvor, J., Milne, J., Morris, C., Peeters, A., Sanderson, M., 2011. An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science* 66, 2–28. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>
- Andino, R.N.J., Pérez, G.J.S., 2012. Producción de biomasa y concentración de nutrientes en el pasto cubano (*Pennisetum purpureum* x *P. tiphoides*) CV. CT-115. Finca la Tigra, Cárdenas, Rivas, Nicaragua. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Agraria, Managua. 8-15.
- Andrade, S.C.A., Vivas, A.W.F., Parraga, A.R.C., Mendoza, R.F.A., 2020. Comportamiento morfofisiológico, nutricional - productivo del pasto Tanzania (*Panicum maximum* cv) a tres edades de corte. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología* 6, 566–582. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.349>
- Araya, M.M., Boschini, F.C., 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16, 37–43.
- Avellaneda, C.J., Cabezas, G.F., Quintana, Z.G., Luna, M.R., Montañez, V.O., Espinoza, G.I., Zambrano, M.S., Romero, G.D., Vanegas, R.J., Pinargote, M.E., 2008. Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Ciencia y Tecnología* 1, 87–94.
- Balseca, D.G., Cienfuegos, E.G., López, H.B., Guevara, H.P., Martínez, J.C., 2015. Nutritional value of *Brachiarias* and forage legumes in the humid tropics of Ecuador. *Ciencia e Investigación Agraria* 42, 57–63. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202015000100006>
- Böhnert, E., Lascano, C., Weniger, J.H., 1985. Botanical and chemical composition of the diet selected by fistulated steers under grazing on improved Grass-legume pastures in the tropical savannas of Colombia: I. Botanical composition of forage available and selected. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 102, 385–394. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1985.tb00707.x>
- Cab, J.F.E., Enríquez, Q.J.F., Pérez, P.J., Hernández, G.A., Herrera, H.J.G., Ortega, J.E., Quero, C.A.R., 2008. Potencial productivo de tres especies de *Brachiaria* en monocultivo y asociadas con *Arachis pintoi* en Isla, Veracruz. *Técnica Pecuaria en México* 46, 317–332.
- Calvo, D.A., Peter, G., Gaitán, J.J., 2021. Climate modulates grazing effects on primary productivity of arid ecosystems in Argentina. *Ecosistemas* 30. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2228>
- Calzada, M.J.M., Enríquez, Q.J.F., Ortega, J.E., Hernández, G.A., Vaquera, H.H., Escalante, E.J.A., Honorato, S.J.A., 2019. Análisis de crecimiento del pasto

Toledo *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster en clima cálido subhúmedo. *Agroproductividad* 12, 3–9. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1443>

- Calzada, M.J.M., Ortega, J.E., Enríquez, Q.J.F., Hernández, G.A., Vaquera, H.H., Escalante, E.J.A., 2018. Análisis de crecimiento del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* Schum) en clima cálido subhúmedo. *Agroproductividad* 11, 69–75.
- Cansino, S.J., Estrada, D.B., Hernández, M.J., Limas, M.A.G., Garay, M.J., 2018. Rendimiento de forraje de pasto Insurgente y tres híbridos de *Brachiaria*. *Transversalidad Científica y Tecnológica* 2, 110–114.
- Canudas, L.E.G., Juárez, L.F.I., Montiel, P.F., Reyes, G.R., 2008. Diagnóstico de la producción y valor nutritivo del pasto para consumo de bovinos a través del año en el GGAVATT Medellín, Veracruz., in: *Avances En La Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola En El Trópico Mexicano*. INIFAP, Veracruz., pp. 235–243.
- Castagnara, D.D., Mesquita, E.E., Neres, M.A., Oliveira, P.S.R., Deminicis, B.B., Bamberg, R., 2011. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. *Archivos de Zootecnia* 60, 931–942.
- Castro, G.H.F., Rodriguez, N.M., Goncalves, L.C., Maurício, R.M., 2010. Características productivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina de Veterinária e Zootecnia* 62, 654–666.
- Castro, S.J.M., 2014. Introducción de genotipos forrajeros en el sur del Estado de México: análisis de crecimiento, composición química y valor nutritivo. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México. 132-199.
- Chacón, H.P.A., Vargas, R.C.F., 2009. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King Grass a tres edades de rebrote. *Agronomía Mesoamericana* 20, 399–408.
- Cipagauta, H.M., 1993. Características nutritivas de praderas nativas manejadas con quema en los Llanos Orientales de Colombia. *Investigación de Ciencias Administrativas* 28, 253–263.
- Cornejo, C.S.A., Vargas, Z.P.A., Párraga, A.R.C., Mendoza, R.F.A., Intriago, F.F.G., 2019. Respuesta morfológica, nutricional y productiva del pasto *Panicum maximum* cv. Tanzania a tres edades de corte. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación* 3, 9–17. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss23.2019pp9-17>
- Cruz, A.M.A., 2017. Comportamiento agronómico y composición química de gramíneas y leguminosas del Centro Experimental La Playita. (Tesis de Licenciatura.). Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná. 40-52.

- de Dios, L.G.E., 2012. Producción de biomasa y valor nutritivo del pasto Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*) en un suelo cambisol (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados, H. Cárdenas, Tabasco. 35-50.
- Espínola, R.C.J., Paniagua, A.P.L., 2010. Determinación de rendimiento y calidad forrajera de especies del género *Brachiaria*, en un suelo derivado de granito. *Investigación Agraria* 12, 5–10.
- Fang, Y., 2017. Phytomer growth and development, and nitrogen dynamics in a perennial C4 Grass. (Doctoral thesis). Technical University of Munich, Munich. 152 p.
- Fortes, D., García, C.R., Cruz, A.M., García, M., Romero, A., 2014. Comportamiento morfoagronómico de tres variedades forrajeras de *Megathyrsus maximus* en el período lluvioso. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 48, 293–296.
- Galindo, F.S., Buzetti, S., Teixeira, F.M.C., Dupas, E., 2019. Rates and sources of nitrogen fertilizer application on yield and quality of *Panicum maximum* cv. Mombasa. *Idesia (Chile)* 37, 67–73.
- Garay, M.J.R., Estrada, D.B., Martínez, G.J.C., Joaquín, C.S., Guevara, C.H.P., Acosta, J.M.V., Cienfuegos, R.E.G., 2022. Rendimiento y digestibilidad de forraje de cultivares de *Urochloa spp.* a tres edades de rebrote en épocas de lluvias y seca. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuaria* 13, 297–310. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V13I1.5265>
- Garay, M.J.R., Joaquín, C.S., Estrada, D.B., Martínez, G.J.C., Joaquín, T.B.M., Limas, M.A.G., Hernández, M.J., 2018. Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5, 573–581. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1634>
- Garcez, B.S., Alves, A.A., Macedo, E.O., dos Santos, C.M., Araújo, D.L.C., Lacerda, M.S.B., 2020. Ruminal degradation of *Panicum* Grasses in three post-regrowth ages. *Ciencia Animal Brasileira* 21, 1–10. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-55699>
- Georgiadis, L.N., Ruess, R.W., Mcnaughton, S.J., Western, D., 1989. Ecological conditions that determine when grazing stimulates Grass production. *Oecologia* 81, 316–322.
- Gerdes, L., Werner, J.C., Colozza, M.T., de Carvalho, D.D., Schammas, E.A., 2000. Avaliação de características agrônômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. *Revista brasileira de Zootecnia* 29, 947–954.
- González, V.P., Zarate, A.I., 2008. Evaluación de la productividad y calidad de cuatro forrajeras del género *Brachiaria*, en suelo ultisol, Departamento Central Paraguay. *Investigación Agraria* 10, 42–48.
- Guaicha, S.M.A., 2015. Evaluación de diez pastos introducidos en la Amazonia Ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el centro de investigación CIPCA.

- (Tesis de Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 54- 75.
- Hare, M.D., Phengphet, S., Songsiri, T., Sutin, N., Stern, E., 2013. Effect of cutting interval on yield and quality of two *Panicum maximum* cultivars in Thailand. *Tropical Grasslands* 1, 87–89.
- Heredia, M.J.D., Fernández, R.Y., Vivas, A.W.F., Andrade, D.C.A., Alcívar, A.E.H., Macías, P.M.A., de Jesús, P.M., 2022. Características morfológicas en el pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza, en el cantón Chone provincia Manabí. *Polo del Conocimiento* 7, 1410–1425. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i5.4036>
- Herrera, R.S., Fortes, D., García, M., Cruz, A.M., Romero, A., 2008. Estudio de la composición mineral en variedades de *Pennisetum purpureum*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 42, 395–401.
- Jaramillo, J.O., Seberino, M.O., 2015. Composición química, valor nutritivo y cinética de degradación in-vitro del *Pennisetum purpureum* var. CT-115 cosechada a tres intervalos de corte (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México, Temascaltepec, Estado de México. 80-94.
- Joaquín, C.S., 2014. Dinámica de crecimiento de cultivares de *Urochloa brizantha* Kunth. Y *Megathyrsus maximus* (Simon & Jacobs), a diferente frecuencia de corte. (Tesis de Doctorado). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. 46-126
- Joaquín, C.S., Joaquín, T.B.M., Garay, M.J.R., Bautista, M.Y., Rojas, G.A.R., Estrada, D.B., Granados, R.L.D., 2019. Rendimiento de forraje y características estructurales de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente cosechado a diferente edad de rebrote. *Ciencia e Innovación* 2, 311–328.
- Juárez, L.F.I., Contreras, J.J.L., Montero, M.L., 2001. Tasa de cambios con relación a edad en rendimiento, composición química y digestibilidad de cinco pastos tropicales., in: Tecnología Forestal y Agropecuaria. Universidad Veracruzana, Veracruz, pp. 1–8.
- 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. *Técnica Pecuaria en México* 47, 55–67.
- Kubota, F., Matsuda, Y., Agata, W., Nada, K., 1994. The relationship between canopy structure and high productivity in napier Grass, *Pennisetum purpureum* Schumach. *Field Crops Research* 38, 105–110. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(94\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)90004-3)
- Laca, E.A., 2009. New approaches and tools for grazing management, in: Rangeland Ecology and Management. Society for Range Management, pp. 407–417. <https://doi.org/10.2111/08-104.1>

- Ledea, R.J.L., la O, L.O., Verdecia, A.D., Benítez, J.D.G., Hernandez, M.L.G., 2021. Composición química-nutricional de rebrotes de *Cenchrus purpureus* (Schumach) Morrone durante la estación lluviosa. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 24, 1–13.
- Lonsdale, W.M., 1990. The Self Thinning Rule: Dead or Alive? *Ecology* 71, 1373–1388.
- Lounglawan, P., Lounglawan, W., Suksombat, W., 2014. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). *Procedia APCBEE* 8, 27–31. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.01.075>
- Macías, L.D., Vargas, Z.P., Solórzano, V.M., Mendoza, R.F., Intriago, F.F., 2019. Evaluación agroproductiva del pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza en el cantón El Carmen, Manabí-Ecuador. *Revista Espamciencia* 10, 71–77.
- Mánsilla, A.C.A., Chica, B.L.A., 2011. Comportamiento agronómico y valor nutricional de seis pastos de corte en el cantón El Carmen (Tesis de Licenciatura). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos-Ecuador. 28–41.
- Martínez, R.O., González, C., 2017. Evaluation of varieties and hybrids of elephant Grass *Pennisetum purpureum* and *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* for forage production. *Cuban Journal of Agricultural Science* 51, 477–487.
- Merlo, M.F.E., Ramírez, A.L., Ayala, B.A.J., Ku, V.J.C., 2017. Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha* (A.Ricch.) Staff en Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 4, 116–127.
- Núñez, A.J.M., Jiménez, C.J.P., Tobía, R.C.M., Arias, G.L.M., Jiménez, A.E., Padilla, F.J.E., 2022. Efecto de la edad de rebrote y época del año sobre la biomasa y calidad bromatológica en gramíneas utilizadas en tres zonas agroclimáticas de Costa Rica (I PARTE). *Nutrición Animal Tropical* 16, 31–52. <https://doi.org/10.15517/nat.v16i1.50370>
- Ordaz, C.R., Sosa, M.E., Mendoza, P.S.I., Améndola, M.R.D., Reyes, C.S., Ortega, J.E., Joaquín, C.S., Hernández, G.A., 2018. Composición química del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferente intervalo de corte. *Agroproductividad* 11, 134–139.
- Ortega, A.C.A., Lemus, F.C., Bugarín, P.J.O., Alejo, S.G., Ramos, Q.A., Grageola, N.O., Bonilla, C.J.A., 2015. Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 18, 291–301.

- Pilco, H.L.J., 2017. Comportamiento agronómico y composición química de variedades de *Brachiarias* y *Megathyrsus maximus* (Tesis de Licenciatura). Universidad técnica de Cotopaxi, La Maná. 34-40.
- Prudencio, V.D.M., Hidalgo, V.Y.N., Chagray, A.N.H., Airahuacho, B.F.E., Maguiña, M.R.M., 2020. Producción y calidad forrajera de tres especies del género *Pennisetum* en el Valle Altoandino de Ancash. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 7, 21–29.
- Rehling, F., Sandner, T.M., Matthies, D., 2021. Biomass partitioning in response to intraspecific competition depends on nutrients and species characteristics: A study of 43 plant species. *Journal of Ecology* 109, 2219–2233. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13635>
- Reyes, C.S., Enríquez, Q.J.F., Hernández, G.A., Esqueda, E.V.A., Gutiérrez, A.D.A., 2018. Rendimiento de seis cultivares de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone con potencial para producción de bioetanol. *Agroproductividad* 11, 56–61.
- Reyes, P.J.J., Méndez, M.Y., Verdecia, D.M., Luna, M.R.A., Hernández, M.L.G., Herrera, R.S., 2018. Components of the yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in El Empalme area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science* 52, 435–445.
- 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 del Piedemonte Llanero Colombiano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 61, 4336–4346.
- Rojas, G.M.G., Bermúdez, G.E.S., 2011. Productividad y concentración de nutrientes del Taiwán Cubano (*Pennisetum purpureum* X *Pennisetum tiphoides*), CT 115, en época lluviosa, 2010 en la Finca Santa Rosa (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 7-33.
- Rueda, B.J.A., 2015. Evaluación agronómica de ocho variedades de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone con potencial para producción de bioetanol o forraje. (Tesis de Doctorado). Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 40-68.
- Rueda, B.J.A., Ortega, J.E., Hernández, G.A., Enríquez, Q.J.F., Guerrero, R.J.D., Quero, C.A.R., 2016. Growth, yield, fiber content and lodging resistance in eight varieties of *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone intended as energy crop. *Biomass Bioenergy* 88, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.03.007>
- Rueda, J.A., Guerrero, R.J.D., Ramírez, O.S., Aguilar, M.C.U., Hernández, M.W., Ortega, J.E., 2020. Morphological composition and fiber partitioning along regrowth in elephant Grass CT115 intended for ethanol production. *Scientific Reports* 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72169-2>

- Rueda, J.A., Ortega, J.E., Enríquez, Q.J.F., Palacios, T.R.E., Ramírez, O.S., 2018. Tiller population dynamics in eight cultivars of elephant Grass during undisturbed growth. *African Journal of Range and Forage Science* 35, 1–11. <https://doi.org/10.2989/10220119.2018.1477832>
- Salem, H. ben, Smith, T., 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Ruminant Research* 77, 174–194. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.008>
- Sánchez, H.M.A., Valenzuela, H.Y.E., Morales, T.G., Rivas, J.M.A., Fraire, C.S., Hernández, S.S., 2019. Crecimiento de pasto Guinea (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) en respuesta a fertilización química en clima cálido húmedo. *Agroproductividad* 12, 47–52. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1450>
- Silva, P.A.V., 2010. Digestibilidad in vitro y valor nutritivo de King Grass CT-115 y CT-169 (*Pennisetum purpureum* X *P. thyphoides*) a diferentes edades de corte (Tesis de Licenciatura). Universidad del Mar, Puerto Escondido. 38-49.
- Sosa, M.A., Carreño, L.N., 2021. Potencial productivo de gramíneas forrajeras del género, *Urochloa* en la planicie costera del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. (Tesis de Licenciatura). Instituto Tecnológico de Comitancillo, México. 41-48.
- Sosa, M.E., Mendoza, P.S.I., Huerta, P.L.A., González, C.F., Silva, L.M., Bárcena, G.J.R., 2021. Composición nutricional de seis gramíneas tropicales del estado de Jalisco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 2, 1–7. <https://doi.org/10.19136/era.a8nii.2938>
- Valenciaga, D., Chongo, B., Herrera, R.S., Torres, V., Oramas, A., Cairo, J.G., Herrera, M., 2009. Efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 43, 73–79.
- Velasco, Z.M., Hernández, G.A., Vaquera, H.H., Martínez, T.J., Hernández, S.P., Aguirre, M.J., 2018. Análisis de crecimiento de pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Mombasa. *Revista MVZ Córdoba* 23, 6951–6963. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1415>
- Ventura, R.J., Santiago, O.M.A., Barrera, M.I., Álvarez, V.P., Carrillo, L.P., Honorato, S.J.A., 2021. Caracterización del pasto Mombaza como materia prima para producir bioetanol. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12, 235–246.
- Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., Leonard, I., García, F., 2009. Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Panicum maximum* (cv. Mombaza y Uganda) en la provincia Granma. *Revista Electrónica de Veterinaria* 10, 1–9.
- Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., Leonard, I., Pascual, Y., López, Y., 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. *Revista Electrónica de Veterinaria* 9, 1–9.

- Vidal, A.K.F., Barbé, T.C., Daher, R.F., Filho, E.A., de Lima, R.S., Freitas, R.S., Rossi, G.A., Oliveira, E.S., Menezes, B.R.S., Entringer, G.C., Peixoto, W.F.S., Cassara, S., 2017. Production potential and chemical composition of elephant Grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) at different ages for energy purposes. *African Journal of Biotechnology* 16, 1428–1433. <https://doi.org/10.5897/ajb2017.16014>
- Villanueva, A.J.F., Herrera, C.F., Rubio, C.J. V, 2016. Comportamiento morfológico y productivo de cinco cultivares de *Penisetum purpureum* Schum., bajo diferentes periodos de defoliación, in: Congreso Mundial de Ganadería Tropical. INIFAP, Tampico, Tamaulipas, pp. 46–50.
- Villanueva, A.J.F., Negrete, R.L.F., Villalobos, G.J.C., Britton, C.M., 2008. Respuesta de seis gramíneas tropicales a la quema prescrita en la costa oeste de México. *Técnica Pecuaria en México* 46, 397–411.
- Vivas, C.L.E., Navas, R.R.I., Escobar, G.R.A., Ron, J.J., 2019. Evaluación de cuatro genotipos de pasto elefante en Calabozo estado Guárico, Venezuela. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 7, 44–53.

## 10. ANEXO

### ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEXO 1

<b>10.1. <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente</b> .....	55
<b>Figura 1A.</b> Rendimiento del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote. ....	55
<b>Figura 2A.</b> Rendimiento de hoja verde del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.....	55
<b>Figura 3A.</b> Rendimiento de tallo del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote. ....	56
<b>Figura 4A.</b> Altura (cm) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.....	56
<b>Figura 5A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.....	57
<b>Figura 6A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote. ....	57
<b>Figura 7A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote. ....	58
<b>Figura 8A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote. ....	58
<b>Figura 9A.</b> Contenido de Ceniza del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote. ....	59
<b>10.2. <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo</b> .....	59
<b>Figura 10A.</b> Rendimiento del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.....	59

<b>Figura 11A.</b> Rendimiento de hoja verde del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.....	60
<b>Figura 12A.</b> Rendimiento de tallo del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote. ....	60
<b>Figura 13A.</b> Altura (cm) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.....	61
<b>Figura 14A.</b> Rendimiento del material muerto del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.....	61
<b>Figura 15A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.....	62
<b>Figura 16A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote. ....	62
<b>Figura 17A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote. ....	63
<b>Figura 18A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote. ....	63
<b>Figura 19A.</b> Contenido de Ceniza del pasto <i>Urochloa brizantha</i> cv. Toledo, en función a la edad de rebrote. ....	64
<b>10.3. <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza</b> .....	64
<b>Figura 20A.</b> Rendimiento del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	64
<b>Figura 21A.</b> Rendimiento de hoja verde del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.....	65
<b>Figura 22A.</b> Rendimiento de tallo del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.....	65

<b>Figura 23A.</b> Rendimiento del material muerto del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	66
<b>Figura 24A.</b> Altura (cm) del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	66
<b>Figura 25A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	67
<b>Figura 26A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) en hoja verde del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	67
<b>Figura 27A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) en tallo del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	68
<b>Figura 28A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	68
<b>Figura 29A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en hoja verde del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	69
<b>Figura 30A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en tallo del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	69
<b>Figura 31A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	70
<b>Figura 32A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en hoja verde del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	70
<b>Figura 33A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en tallo del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	71
<b>Figura 34A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	71
<b>Figura 35A.</b> Contenido de Ceniza del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote. ....	72

<b>10.4. <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania.</b> .....	72
<b>Figura 36A.</b> Rendimiento del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	72
<b>Figura 37A.</b> Rendimiento de hoja verde del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	73
<b>Figura 38A.</b> Rendimiento de tallo del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	73
<b>Figura 39A.</b> Rendimiento del material muerto del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	74
<b>Figura 40A.</b> Altura (cm) del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	74
<b>Figura 41A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	75
<b>Figura 42A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) en hoja verde del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	75
<b>Figura 43A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) en tallo del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	76
<b>Figura 44A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	76
<b>Figura 45A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en hoja verde del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	77
<b>Figura 46A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en tallo del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	77
<b>Figura 47A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto <i>Megathyrus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote. ....	78

<b>Figura 48A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en hoja verde del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.....	78
<b>Figura 49A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en tallo del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.....	79
<b>Figura 50A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.....	79
<b>Figura 51A.</b> Contenido de Ceniza del pasto <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.....	80
<b>10.5. <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass</b> .....	80
<b>Figura 52A.</b> Rendimiento del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	80
<b>Figura 53A.</b> Rendimiento de la hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	81
<b>Figura 54A.</b> Rendimiento de tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	81
<b>Figura 55A.</b> Rendimiento del material muerto del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.....	82
<b>Figura 56A.</b> Altura (cm) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	82
<b>Figura 57A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.....	83
<b>Figura 58A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) en la hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	83
<b>Figura 59A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	84

<b>Figura 60A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	84
<b>Figura 61A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	85
<b>Figura 62A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	85
<b>Figura 63A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	86
<b>Figura 64A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	86
<b>Figura 65A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	87
<b>Figura 66A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	87
<b>Figura 67A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	88
<b>Figura 68A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	88
<b>Figura 69A.</b> Contenido de Ceniza del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	89
<b>Figura 70A.</b> Contenido de Ceniza en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	89
<b>Figura 71A.</b> Contenido de Ceniza en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. King Grass, en función a la edad de rebrote. ....	90
<b>10.6. <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115</b> .....	90

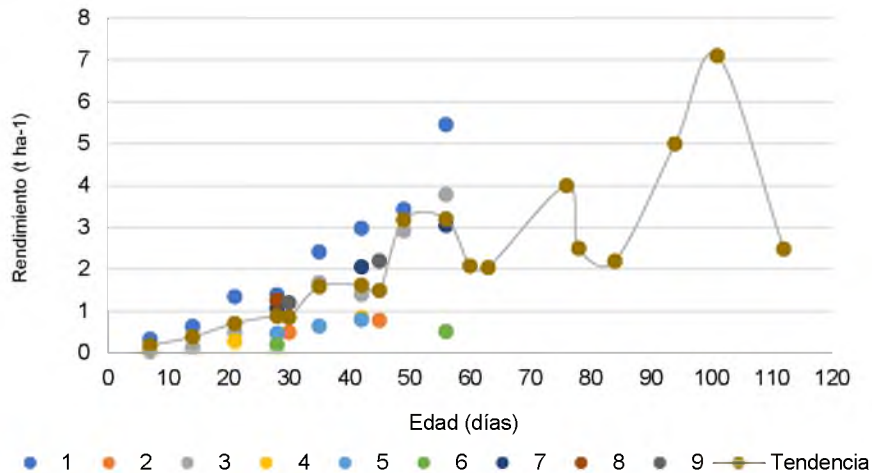
<b>Figura 72A.</b> Rendimiento del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote.....	90
<b>Figura 73A.</b> Rendimiento de hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote.....	91
<b>Figura 74A.</b> Rendimiento de tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	91
<b>Figura 75A.</b> Rendimiento del material muerto del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote.....	92
<b>Figura 76A.</b> Altura (cm) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote.....	92
<b>Figura 77A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote.....	93
<b>Figura 78A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	93
<b>Figura 79A.</b> Contenido de Proteína Cruda (PC) en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	94
<b>Figura 80A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	94
<b>Figura 81A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	95
<b>Figura 82A.</b> Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	95
<b>Figura 83A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	96
<b>Figura 84A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	96

<b>Figura 85A.</b> Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	97
<b>Figura 86A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	97
<b>Figura 87A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	98
<b>Figura 88A.</b> Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	98
<b>Figura 89A.</b> Contenido de Ceniza del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	99
<b>Figura 90A.</b> Contenido de Ceniza en hoja verde del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	99
<b>Figura 91A.</b> Contenido de Ceniza en tallo del pasto <i>Cenchrus purpureus</i> cv. CT115, en función a la edad de rebrote. ....	100

# I. Figuras sobre la composición morfológica y composición química de los seis cultivares del estudio

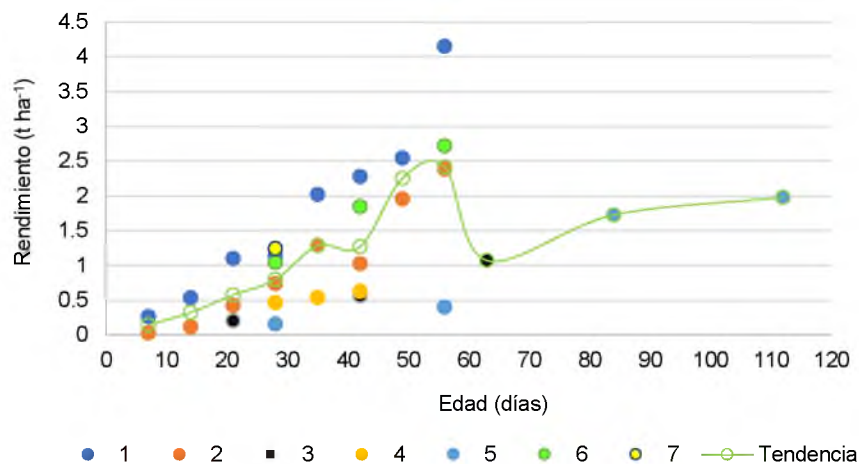
## 10.1. *Urochloa brizantha* cv. Insurgente

### Composición morfológica



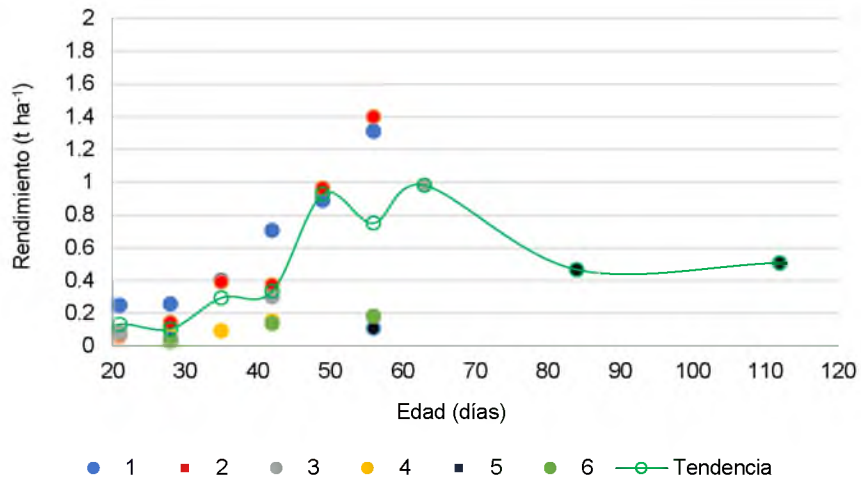
**Figura 1A.** Rendimiento del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Guaicha, 2015) 3. (Merlo *et al.*, 2017) 4. (Reyes *et al.*, 2018) 5. (Joaquín *et al.*, 2019) 6. (Avellaneda *et al.*, 2008) 7. (Garay *et al.*, 2018) 8. (Cansino *et al.*, 2018) 9. (Sosa y Carreño, 2021).



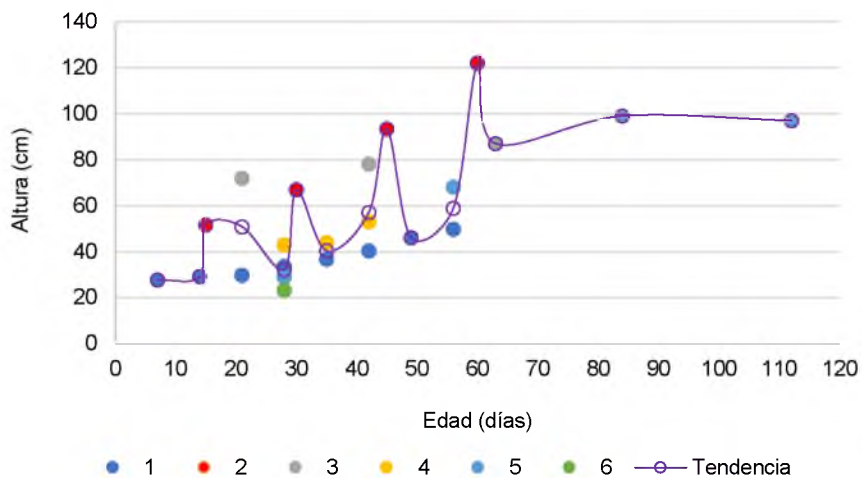
**Figura 2A.** Rendimiento de hoja verde del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Merlo *et al.*, 2017) 3. (Reyes *et al.*, 2018) 4. (Joaquín *et al.*, 2019) 5. (Avellaneda *et al.*, 2008) 6. (Garay *et al.*, 2018) 7. (Cansino *et al.*, 2018).



**Figura 3A.** Rendimiento de tallo del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

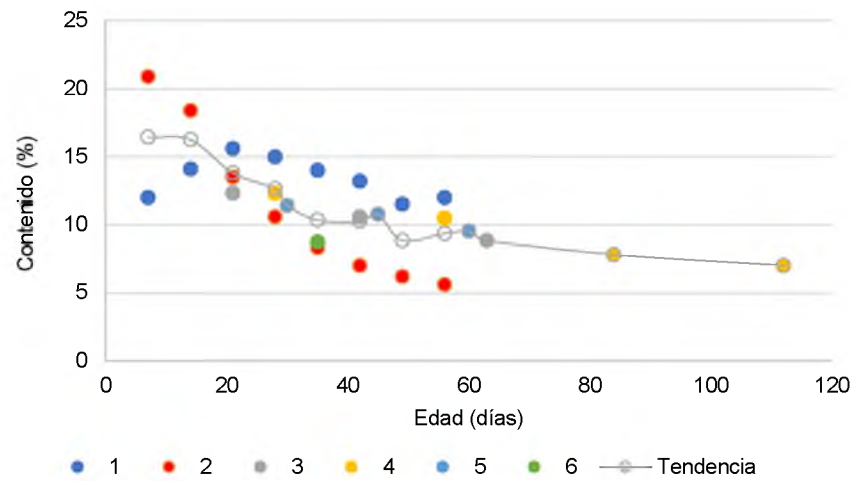
1. (Castro, 2014) 2. (Merlo *et al.*, 2017) 3. (Reyes *et al.*, 2018) 4. (Joaquín *et al.*, 2019) 5. (Avellaneda *et al.*, 2008) 6. (Garay *et al.*, 2018).



**Figura 4A.** Altura (cm) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

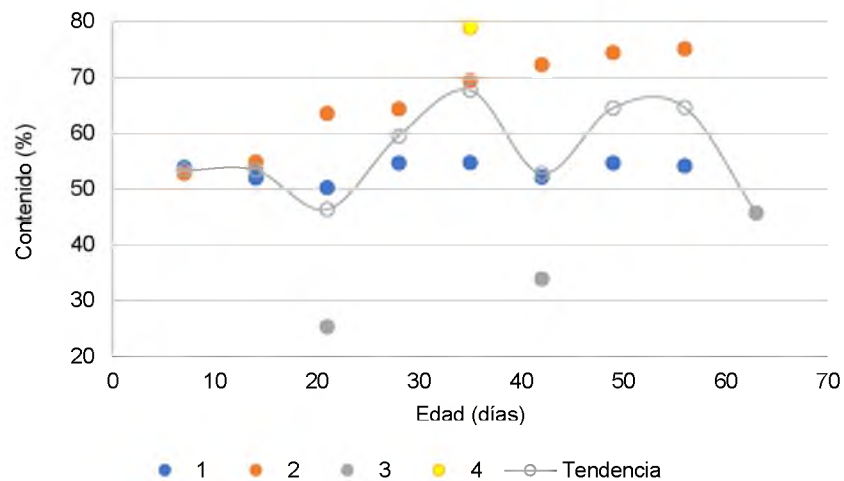
1. (Castro, 2014) 2. (Guaicha, 2015) 3. (Reyes *et al.*, 2018) 4. (Joaquín *et al.*, 2019) 5. (Avellaneda *et al.*, 2008) 6. (Cansino *et al.*, 2018).

## Composición química



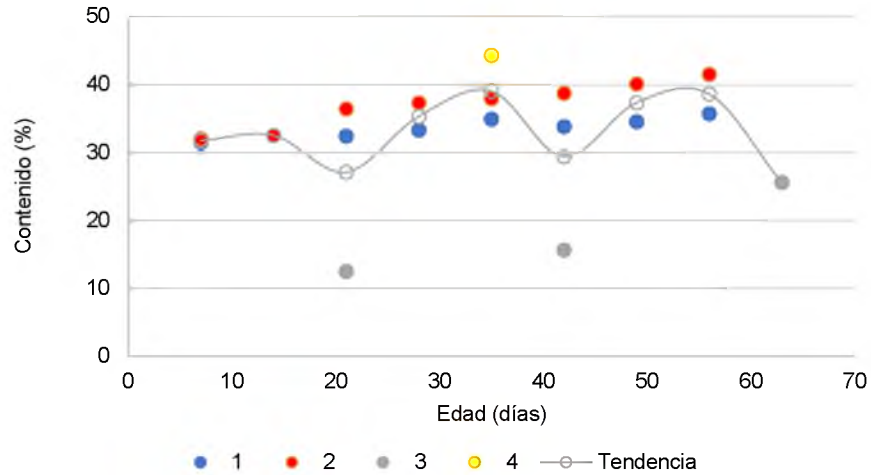
**Figura 5A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Merlo *et al.*, 2017) 3. (Reyes *et al.*, 2018) 4. (Avellaneda *et al.*, 2008) 5. (Guaicha, 2015) 6. (Sosa *et al.*, 2021).



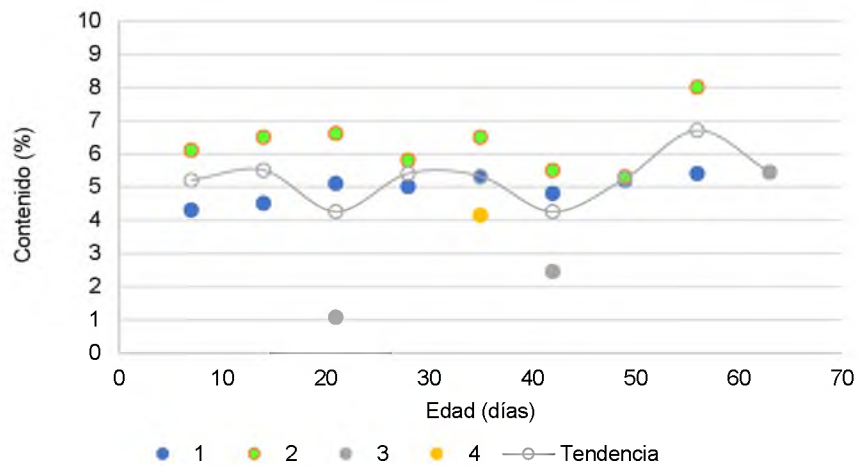
**Figura 6A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Merlo *et al.*, 2017) 3. (Reyes *et al.*, 2018) 4. (Sosa *et al.*, 2021).



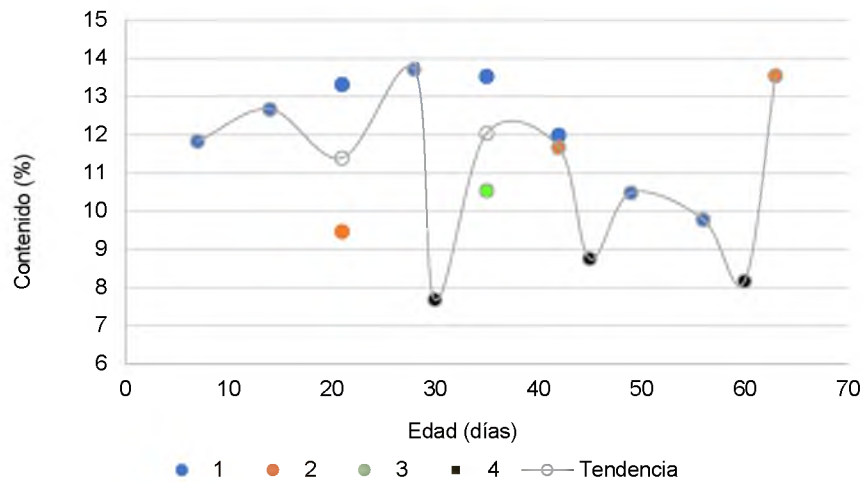
**Figura 7A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Merlo *et al.*, 2017) 3. (Reyes *et al.*, 2018) 4. (Sosa *et al.*, 2021).



**Figura 8A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Merlo *et al.*, 2017) 3. (Reyes *et al.*, 2018) 4. (Sosa *et al.*, 2021).

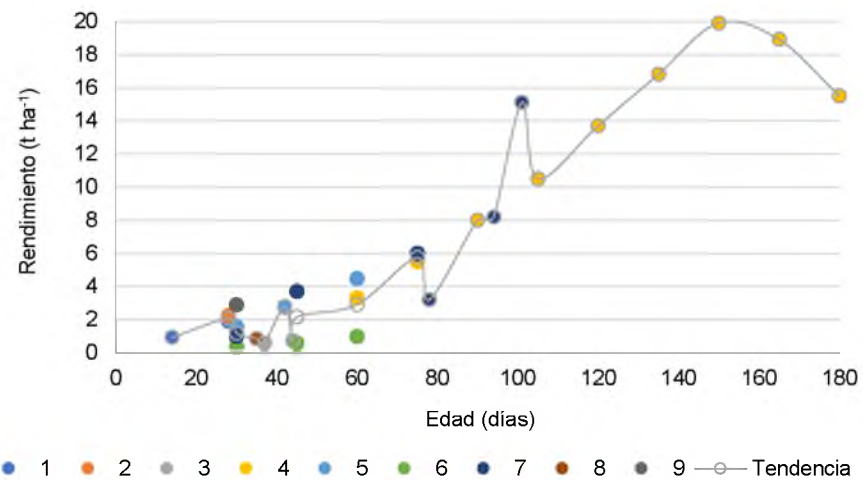


**Figura 9A.** Contenido de Ceniza del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Reyes *et al.*, 2018) 3. (Sosa *et al.*, 2021) 4. (Guaicha, 2015).

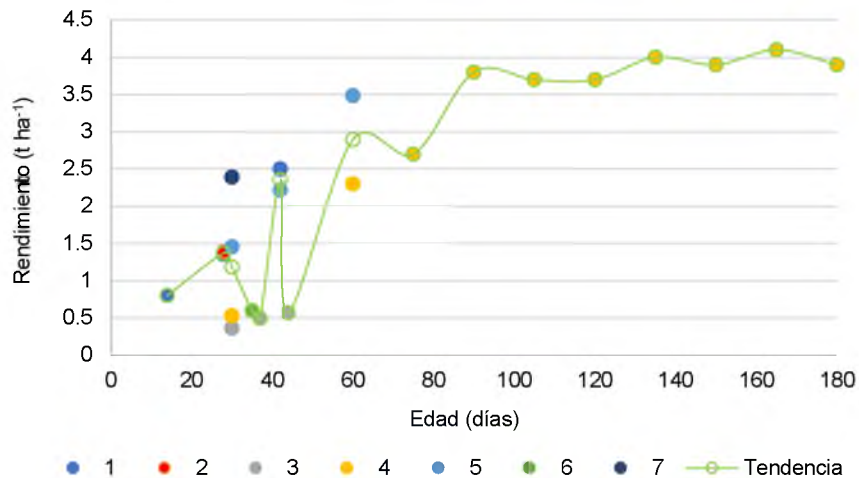
## 10.2. *Urochloa brizantha* cv. Toledo

### Composición morfológica



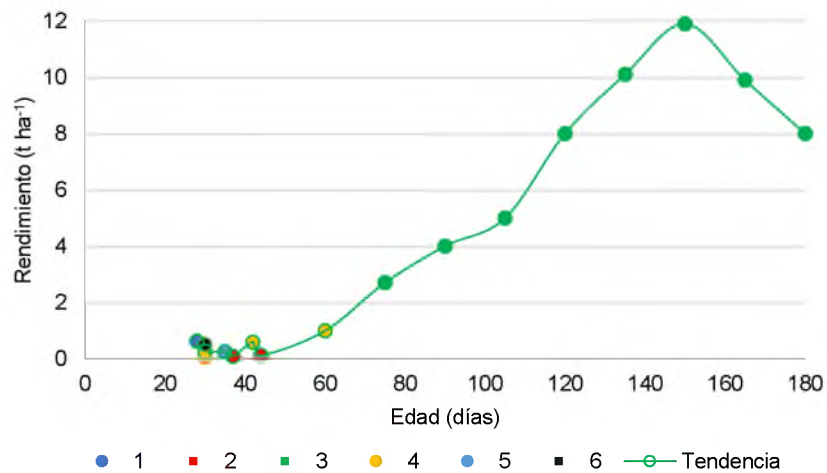
**Figura 10A.** Rendimiento del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

1. (Rincón *et al.*, 2008) 2. (Cab *et al.*, 2008) 3. (Joaquín, 2014) 4. (Calzada *et al.*, 2018) 5. (Garay *et al.*, 2022) 6. (Guaicha, 2015) 7. (Sosa y Carreño, 2021) 8. (González y Zarate, 2008) 9. (Espínola y Paniagua, 2010).



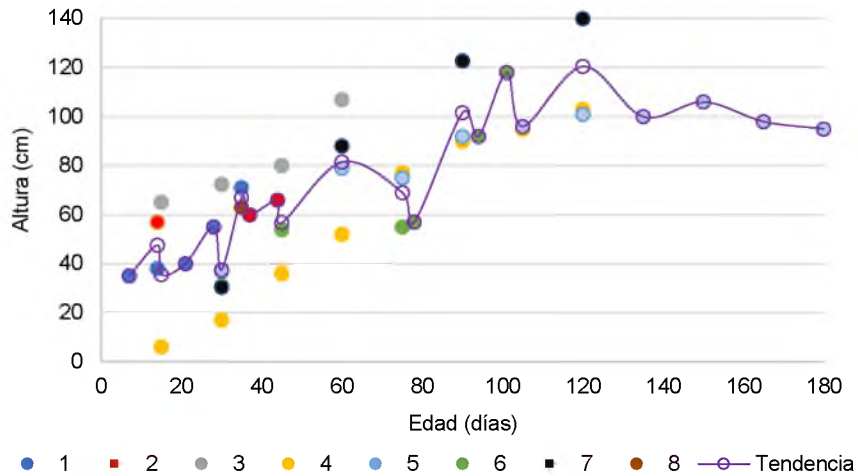
**Figura 11A.** Rendimiento de hoja verde del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

1. (Rincón *et al.*, 2008) 2. (Cab *et al.*, 2008) 3. (Joaquín, 2014) 4. (Calzada *et al.*, 2019) 5. (Garay *et al.*, 2022) 6. (González y Zarate, 2008) 7. (Espínola y Paniagua, 2010).



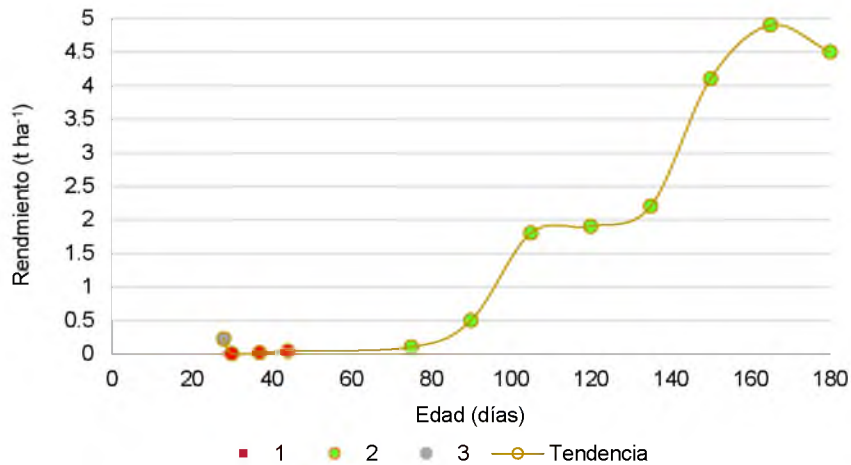
**Figura 12A.** Rendimiento de tallo del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

1. (Cab *et al.*, 2008) 2. (Joaquín, 2014) 3. (Calzada *et al.*, 2019) 4. (Garay *et al.*, 2022) 5. (González y Zarate, 2008) 6. (Espínola y Paniagua, 2010).



**Figura 13A.** Altura (cm) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

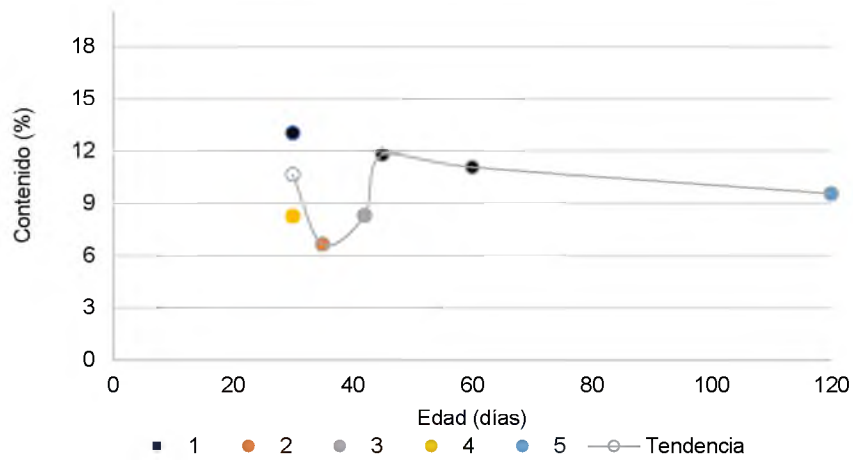
1. (Ortega *et al.*, 2015) 2. (Joaquín, 2014) 3. (Guaicha, 2015) 4. (Espínola y Paniagua, 2010) 5. (Calzada *et al.*, 2019) 6. (Sosa y Carreño, 2021) 7. (Ortega *et al.*, 2015) 8. (González y Zarate, 2008).



**Figura 14A.** Rendimiento del material muerto del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

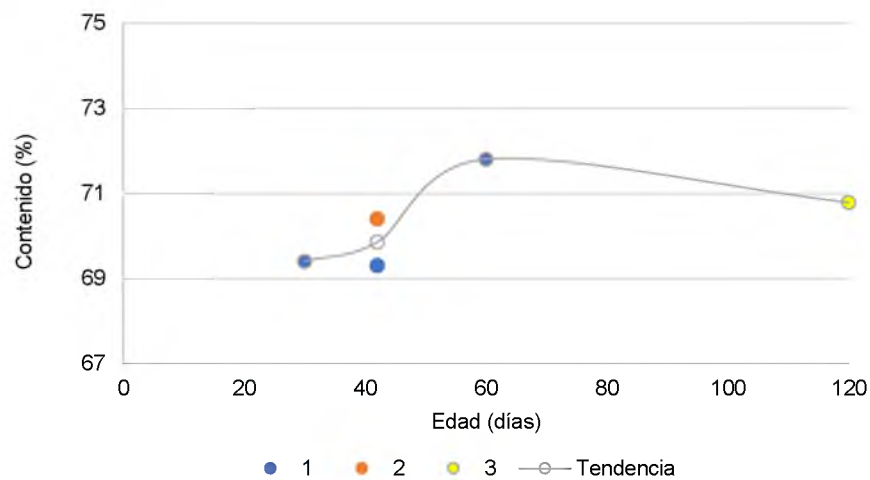
1. (Joaquín, 2014) 2. (Calzada *et al.*, 2019) 3. (Cab *et al.*, 2008).

## Composición química



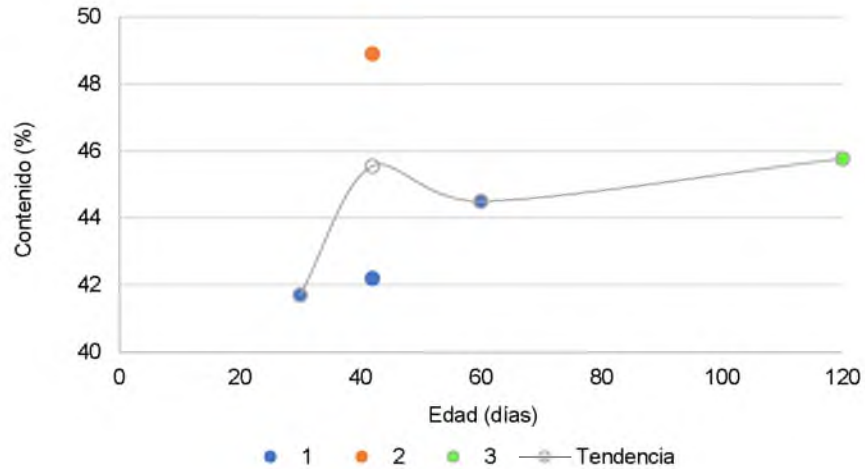
**Figura 15A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

1. (Guaicha, 2015) 2. (González y Zarate, 2008) 3. (Balseca *et al.*, 2015) 4. (Espínola y Paniagua, 2010) 5. (Ortega *et al.*, 2015).



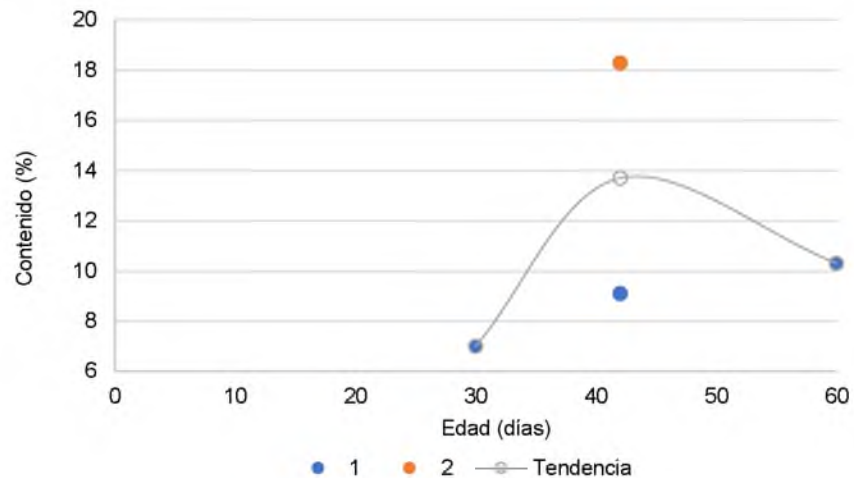
**Figura 16A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

1. (Garay *et al.*, 2022) 2. (Balseca *et al.*, 2015) 3. (Ortega *et al.*, 2015).



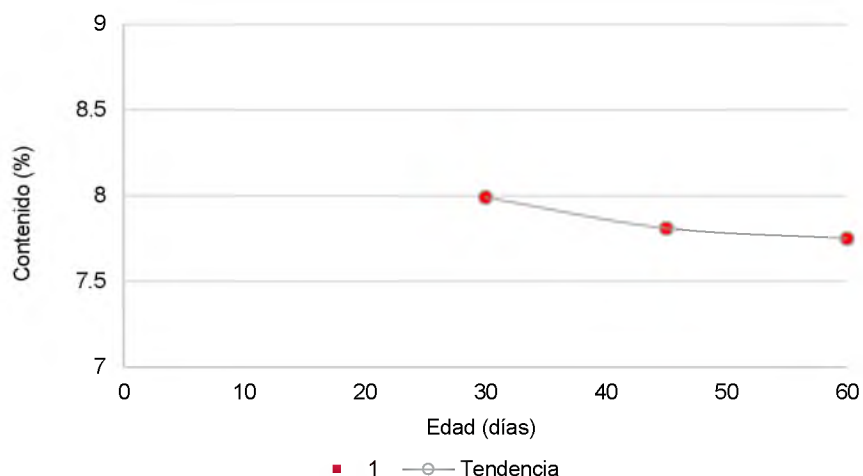
**Figura 17A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

1. (Garay *et al.*, 2022) 2. (Balseca *et al.*, 2015) 3. (Ortega *et al.*, 2015).



**Figura 18A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

1. (Garay *et al.*, 2022) 2. (Balseca *et al.*, 2015).

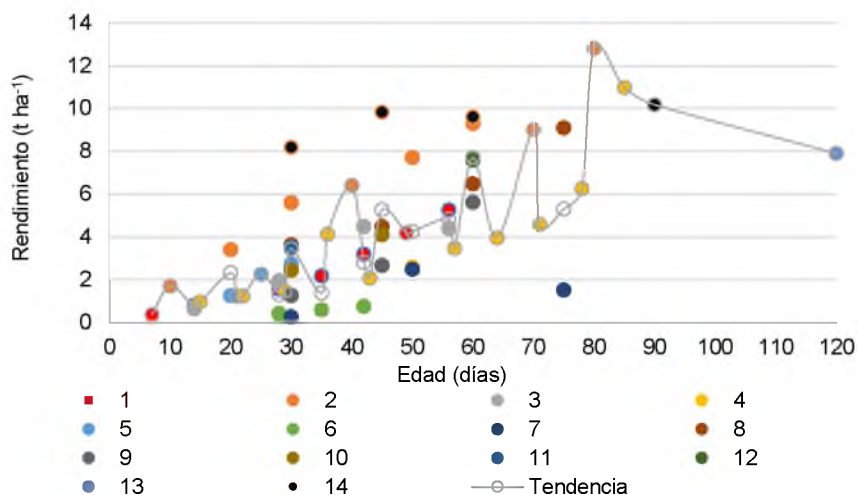


**Figura 19A.** Contenido de Ceniza del pasto *Urochloa brizantha* cv. Toledo, en función a la edad de rebrote.

1. (Guaicha, 2015).

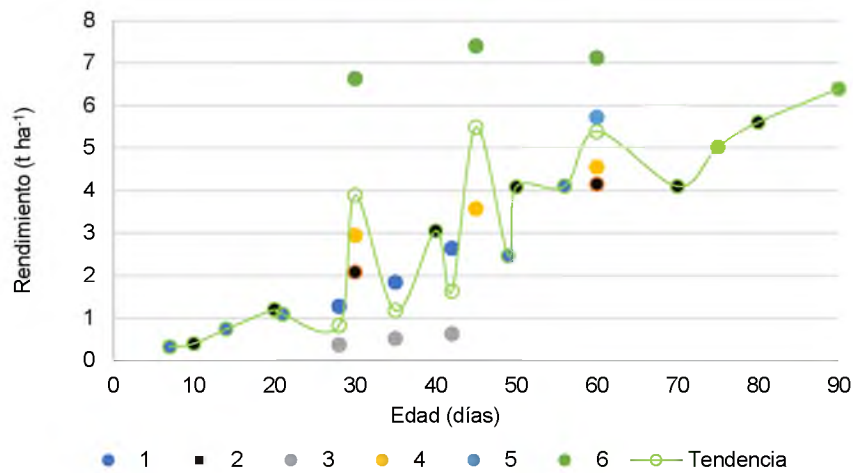
### 10.3. *Megathyrus maximus* cv. Mombaza

#### Composición morfológica



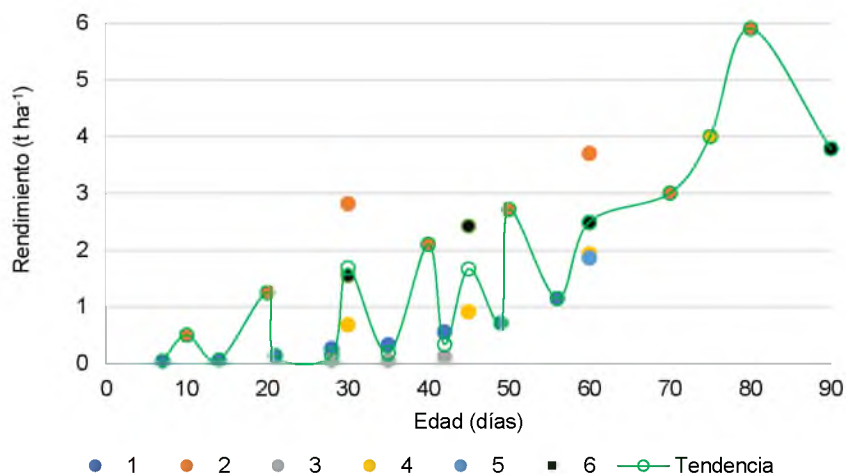
**Figura 20A.** Rendimiento del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Velasco *et al.*, 2018) 3. (Núñez *et al.*, 2022) 4. (Sánchez *et al.*, 2019) 5. (Macías *et al.*, 2019) 6. (Joaquín, 2014) 7. (Pilco, 2017) 8. (Verdecia *et al.*, 2009) 9. (Guaicha, 2015) 10. (Heredia *et al.*, 2022) 11. (Galindo *et al.*, 2019) 12. (Fortes *et al.*, 2014) 13. (Ortega *et al.*, 2015) 14. (Hare *et al.*, 2013).



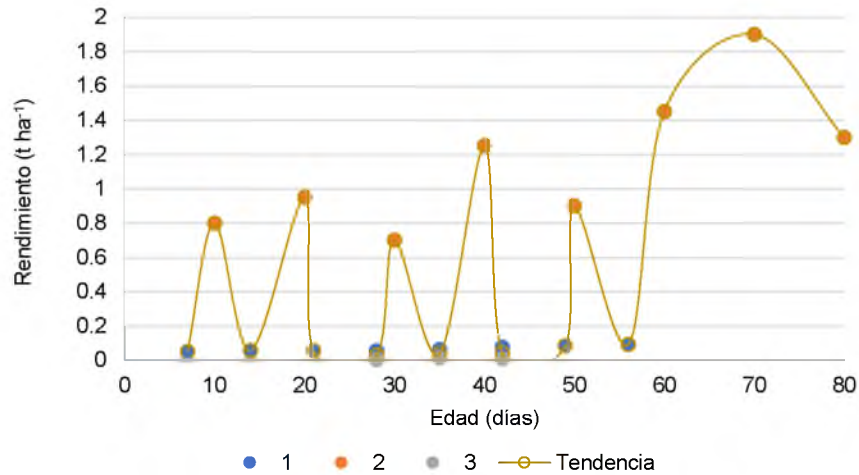
**Figura 21A.** Rendimiento de hoja verde del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Velasco *et al.*, 2018) 3. (Joaquín, 2014) 4. (Verdecia *et al.*, 2009) 5. (Fortes *et al.*, 2014) 6. (Hare *et al.*, 2013).



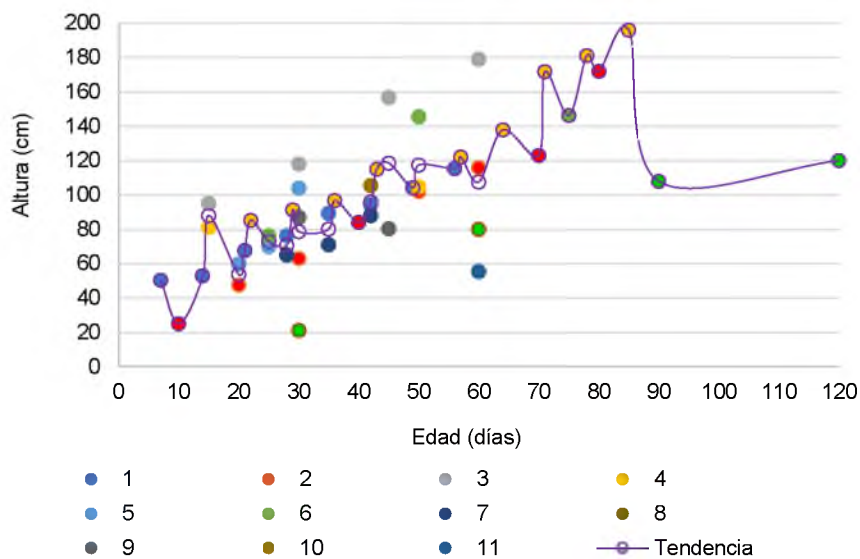
**Figura 22A.** Rendimiento de tallo del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Velasco *et al.*, 2018) 3. (Joaquín, 2014) 4. (Verdecia *et al.*, 2009) 5. (Fortes *et al.*, 2014) 6. (Hare *et al.*, 2013).



**Figura 23A.** Rendimiento del material muerto del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

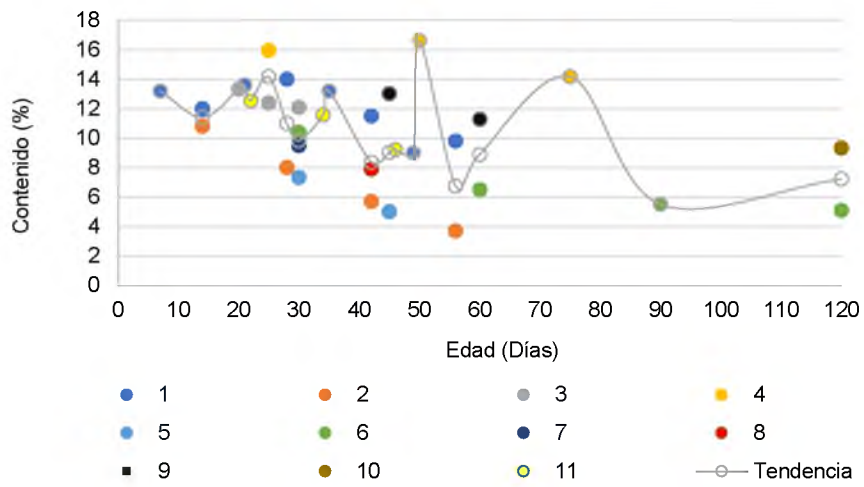
1. (Castro, 2014) 2. (Velasco *et al.*, 2018) 3. (Joaquín, 2014).



**Figura 24A.** Altura (cm) del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

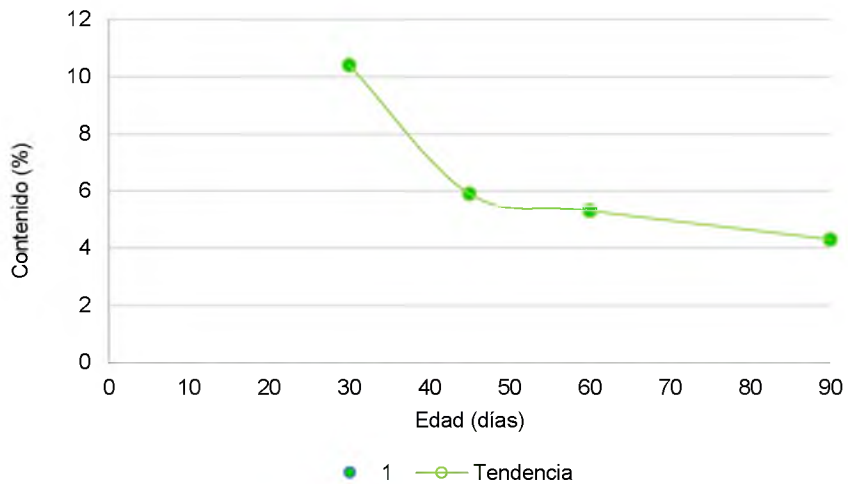
1. (Castro, 2014) 2. (Velasco *et al.*, 2018) 3. (Guaicha, 2015) 4. (Sánchez *et al.*, 2019) 5. (Macías *et al.*, 2019) 6. (Pilco, 2017) 7. (Joaquín, 2014) 8. (Ortega *et al.*, 2015) 9. (Heredia *et al.*, 2022) 10. (Castagnara *et al.*, 2011) 11. (Fortes *et al.*, 2014).

## Composición química



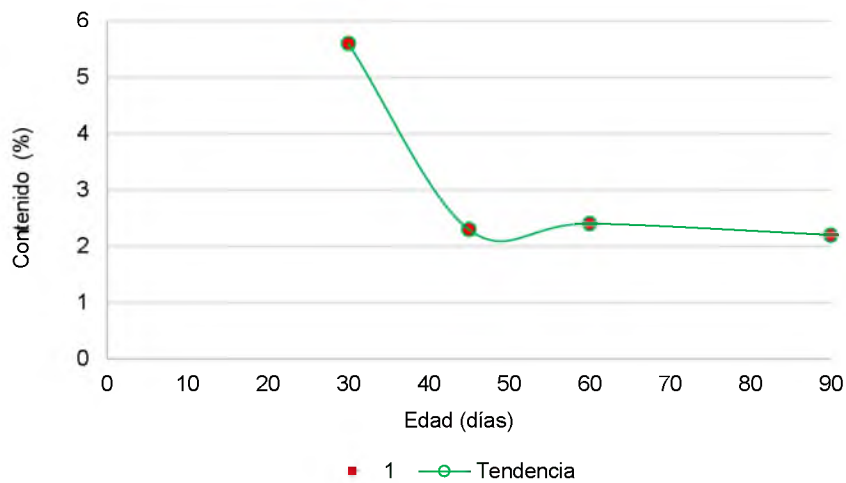
**Figura 25A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Núñez *et al.*, 2022) 3. (Macías *et al.*, 2019) 4. (Pilco, 2017)
5. (Heredia *et al.*, 2022) 6. (Ventura *et al.*, 2021) 7. (Galindo *et al.*, 2019) 8. (Castagnara *et al.*, 2011) 9. (Guaicha, 2015) 10. (Ortega *et al.*, 2015) 11. (Garcez *et al.*, 2020).



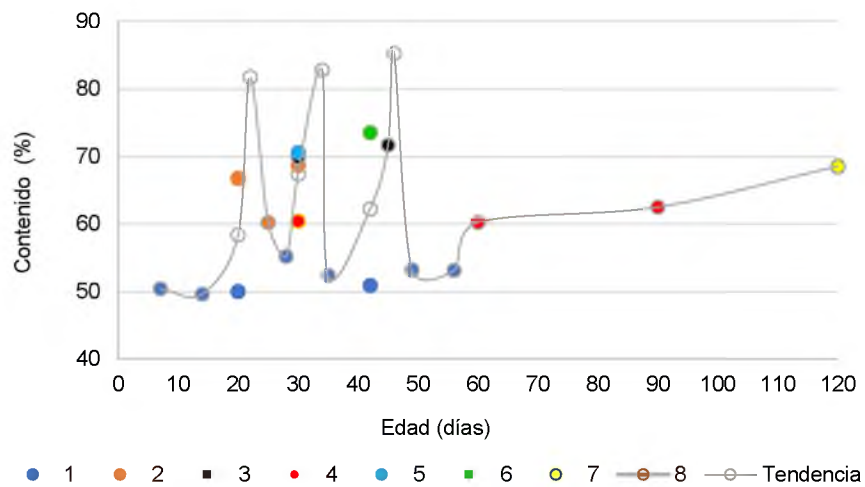
**Figura 26A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) en hoja verde del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



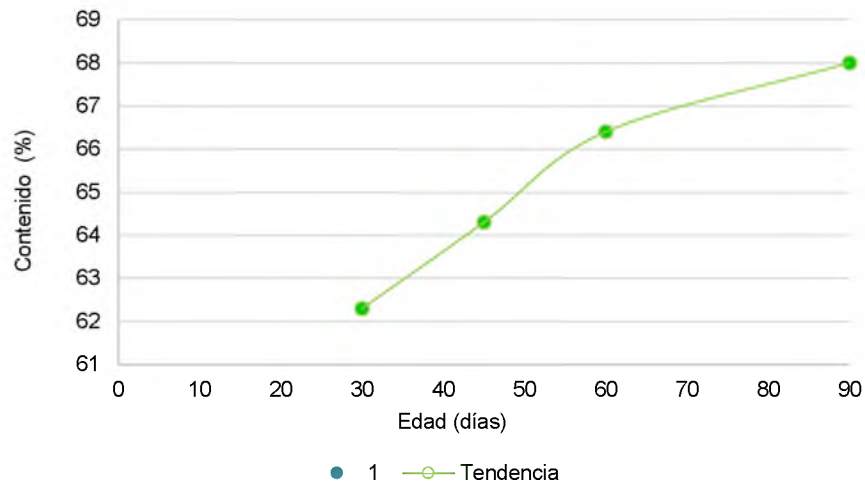
**Figura 27A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) en tallo del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



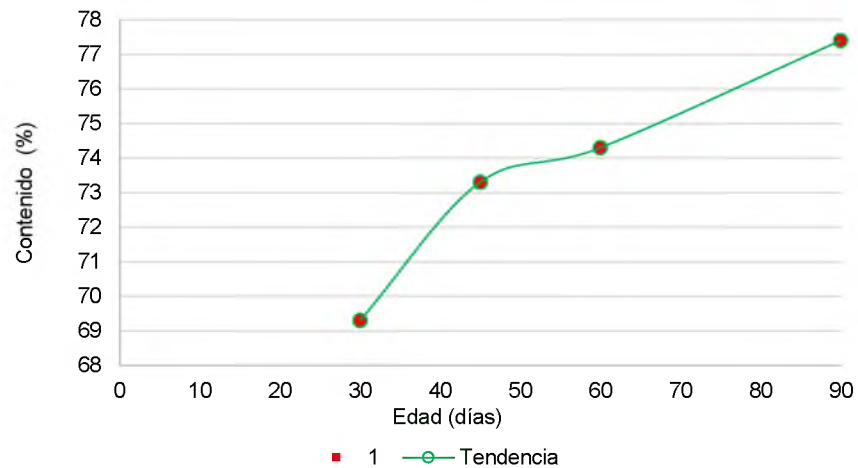
**Figura 28A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Macías *et al.*, 2019) 3. (Heredia *et al.*, 2022) 4. (Ventura *et al.*, 2021) 5. (Galindo *et al.*, 2019) 6. (Castagnara *et al.*, 2011) 7. (Ortega *et al.*, 2015) 8. (Garcez *et al.*, 2020).



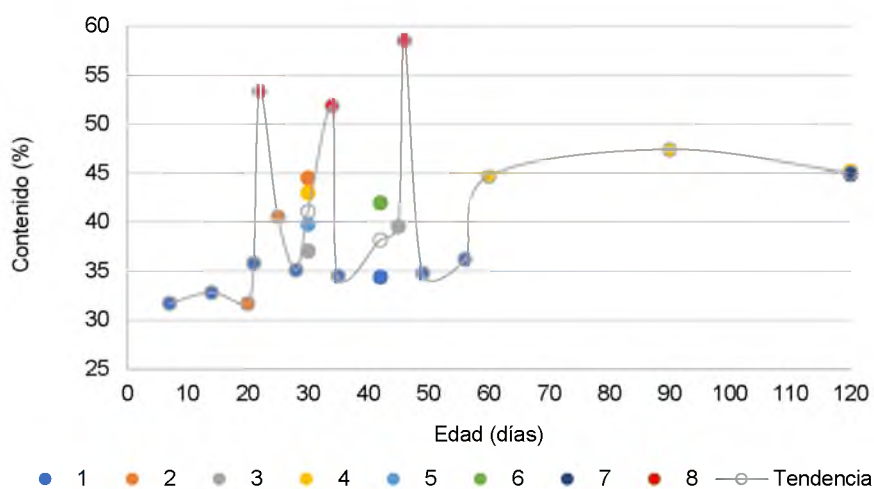
**Figura 29A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en hoja verde del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



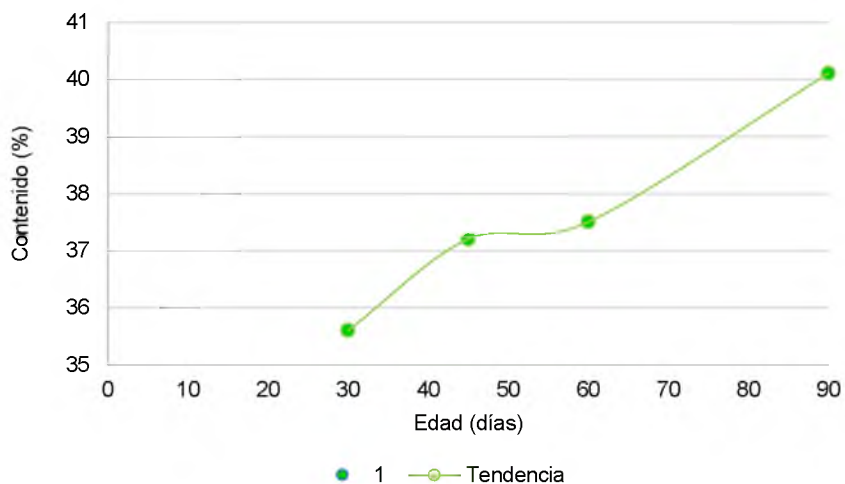
**Figura 30A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en tallo del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



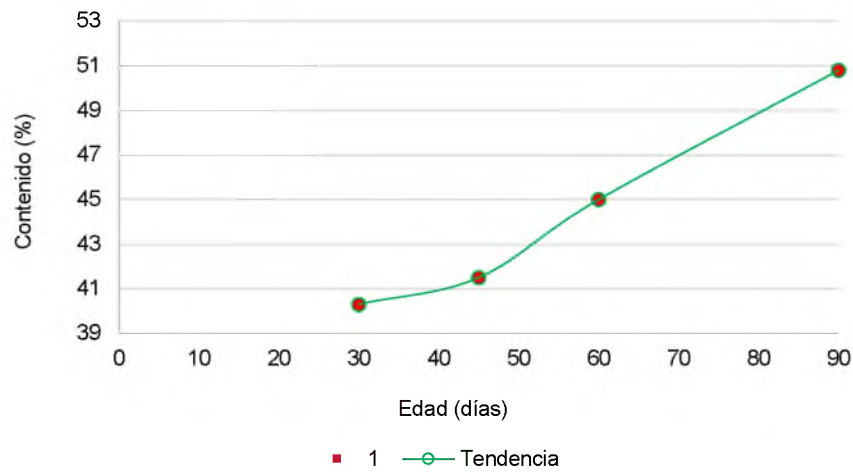
**Figura 31A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto *Megathysus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Macías *et al.*, 2019) 3. (Heredia *et al.*, 2022) 4. (Ventura *et al.*, 2021) 5. (Galindo *et al.*, 2019) 6. (Castagnara *et al.*, 2011) 7. (Ortega *et al.*, 2015) 8. (Garcez *et al.*, 2020).



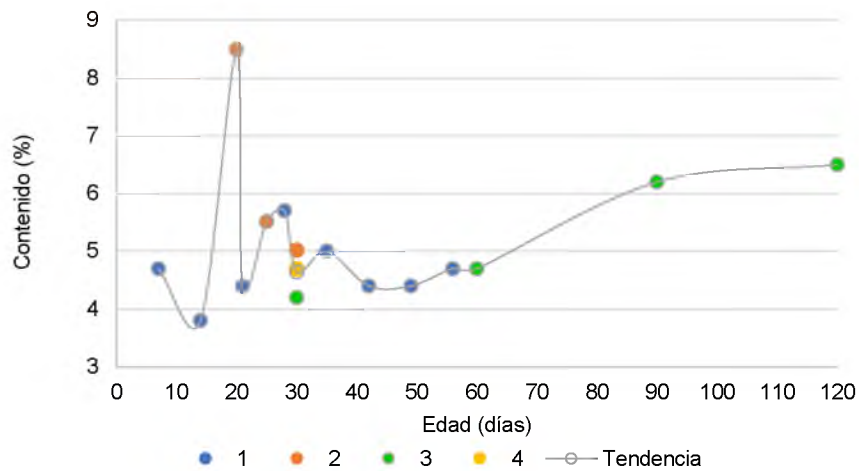
**Figura 32A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en hoja verde del pasto *Megathysus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



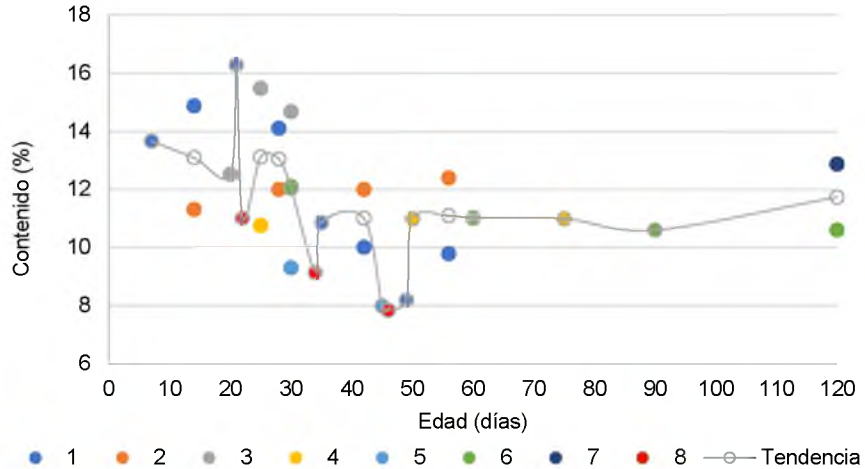
**Figura 33A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en tallo del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



**Figura 34A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Macías *et al.*, 2019) 3. (Ventura *et al.*, 2021) 4. (Galindo *et al.*, 2019).

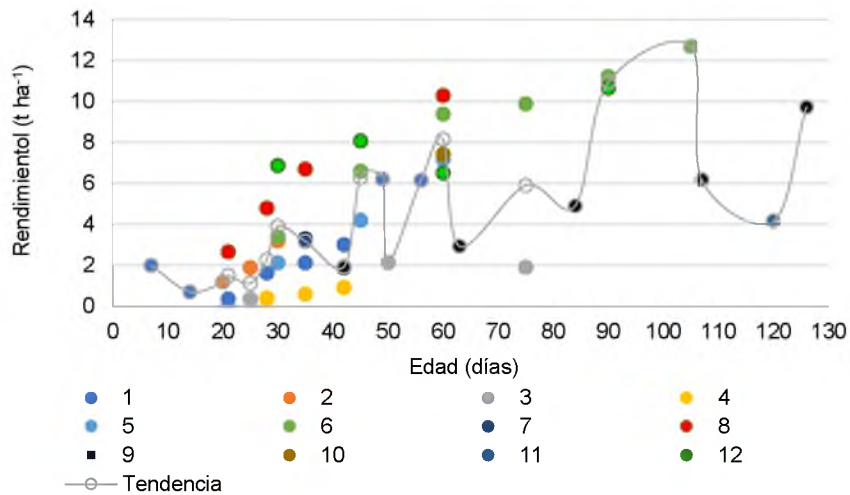


**Figura 35A.** Contenido de Ceniza del pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombaza, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Núñez *et al.*, 2022) 3. (Macías *et al.*, 2019) 4. (Pilco, 2017)
5. (Guaicha, 2015) 6. (Ventura *et al.*, 2021) 7. (Ortega *et al.*, 2015) 8. (Garcez *et al.*, 2020).

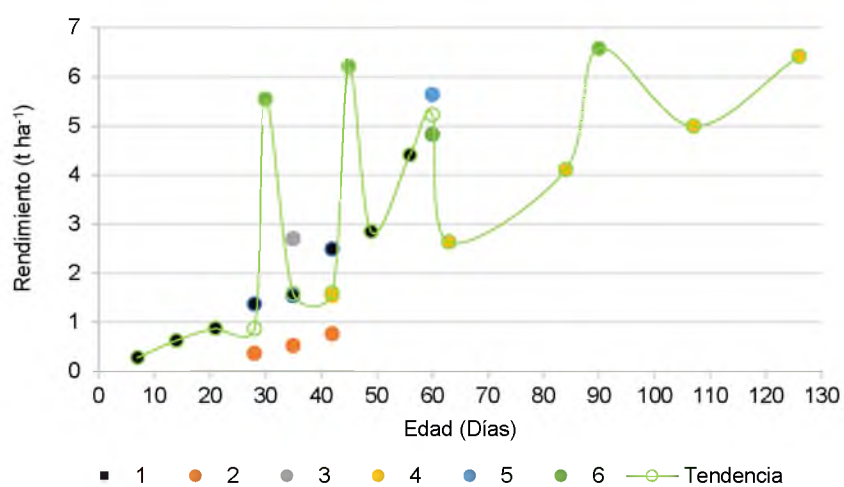
#### 10.4. *Megathyrus maximus* cv. Tanzania

##### Composición morfológica



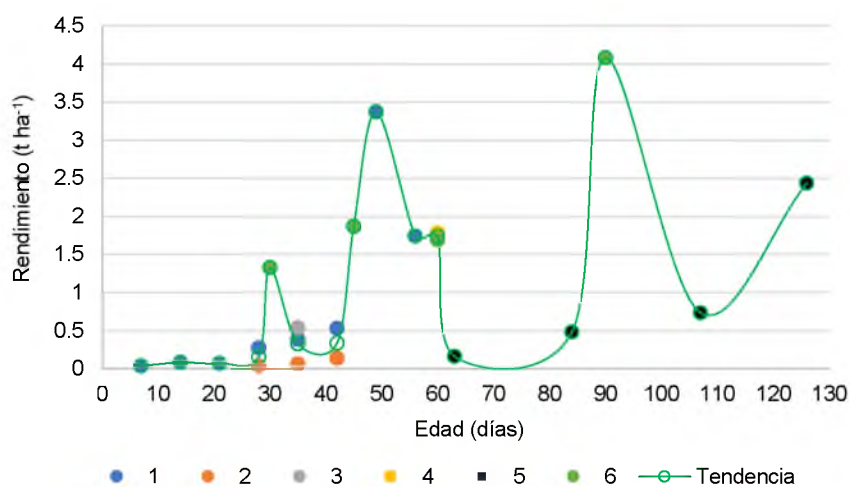
**Figura 36A.** Rendimiento del pasto *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Cornejo *et al.*, 2019) 3. (Pilco, 2017) 4. (Joaquín, 2014)
5. (Guaicha, 2015) 6. (Verdecia *et al.*, 2008) 7. (Gerdes *et al.*, 2000) 8. (Juárez *et al.*, 2001)
9. (Castro *et al.*, 2010) 10. (Fortes *et al.*, 2014) 11. (Ortega *et al.*, 2015)
12. (Hare *et al.*, 2013).



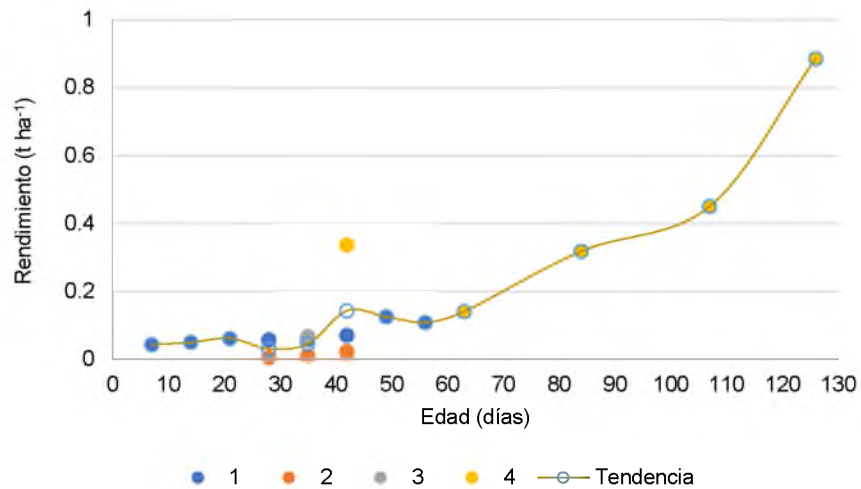
**Figura 37A.** Rendimiento de hoja verde del pasto *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Joaquín, 2014) 3. (Gerdes *et al.*, 2000) 4. (Castro *et al.*, 2010) 5. (Fortes *et al.*, 2014) 6. (Hare *et al.*, 2013).



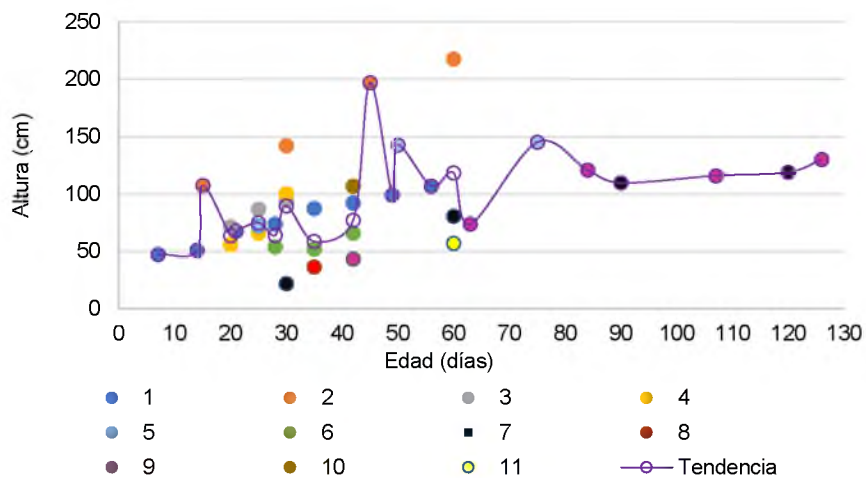
**Figura 38A.** Rendimiento de tallo del pasto *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Joaquín, 2014) 3. (Gerdes *et al.*, 2000) 4. (Fortes *et al.*, 2014) 5. (Castro *et al.*, 2010) 6. (Hare *et al.*, 2013).



**Figura 39A.** Rendimiento del material muerto del pasto *Megathysus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

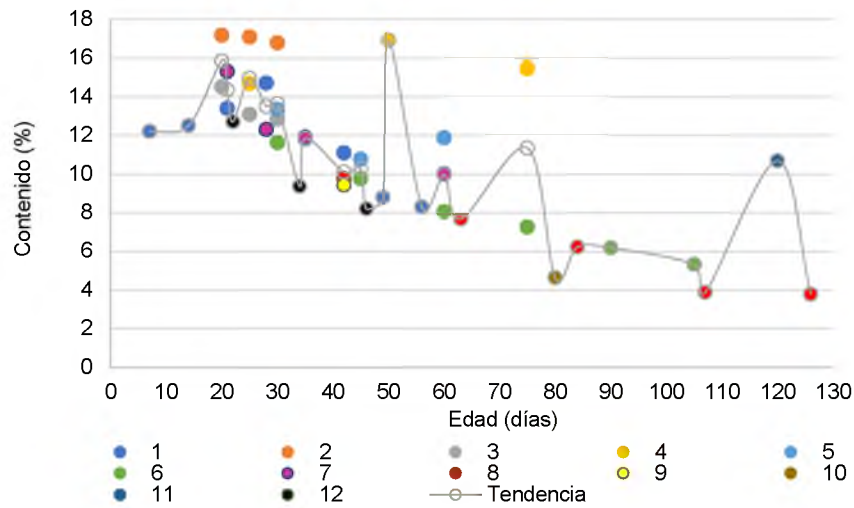
1. (Castro, 2014) 2. (Joaquín, 2014) 3.(Gerdes *et al.*, 2000) 4. (Castro *et al.*, 2010).



**Figura 40A.** Altura (cm) del pasto *Megathysus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

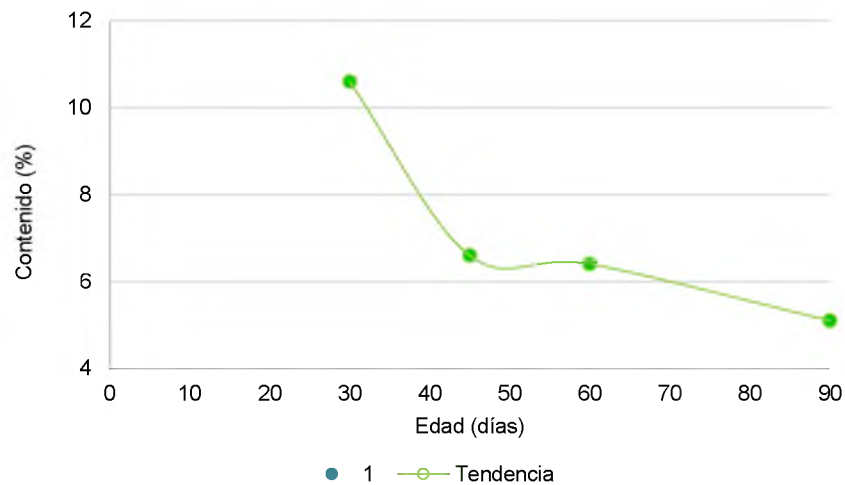
1. (Castro, 2014) 2. (Guaicha, 2015) 3. (Andrade *et al.*, 2020) 4. (Cornejo *et al.*, 2019) 5. (Pilco, 2017) 6. (Joaquín, 2014) 7. (Ortega *et al.*, 2015) 8.(Gerdes *et al.*, 2000) 9. (Castro *et al.*, 2010) 10. (Castagnara *et al.*, 2011) 11. (Fortes *et al.*, 2014).

## Composición química



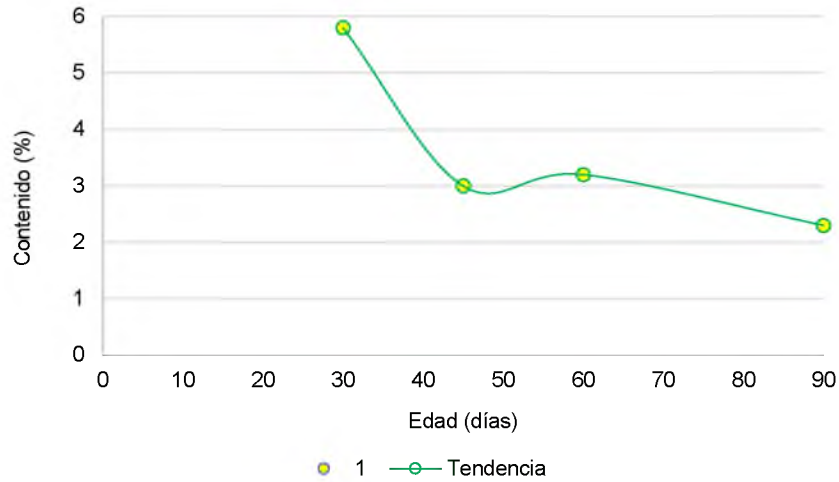
**Figura 41A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Andrade *et al.*, 2020) 3. (Cornejo *et al.*, 2019) 4. (Pilco, 2017) 5. (Guaicha, 2015) 6. (Verdecia *et al.*, 2008) 7. (Juárez *et al.*, 2001) 8. (Castro *et al.*, 2010) 9. (Castagnara *et al.*, 2011) 10. (Juárez *et al.*, 2009) 11. (Ortega *et al.*, 2015) 12. (Garcez *et al.*, 2020).



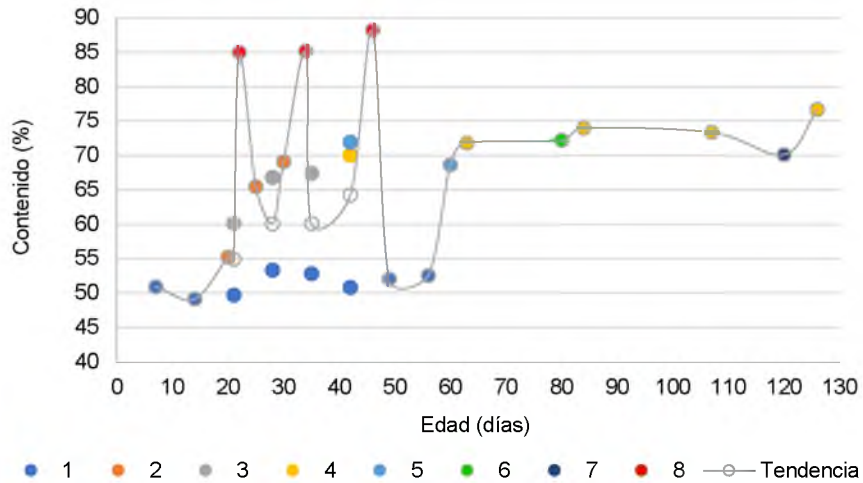
**Figura 42A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) en hoja verde del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



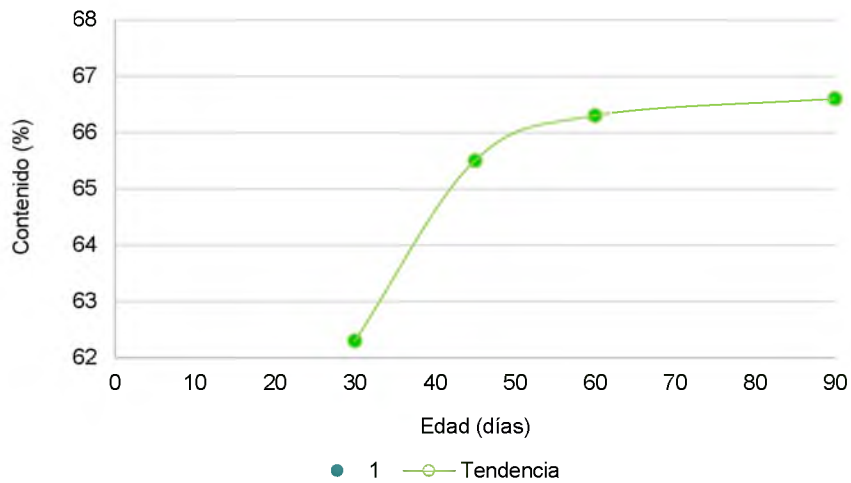
**Figura 43A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) en tallo del pasto *Megathysus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



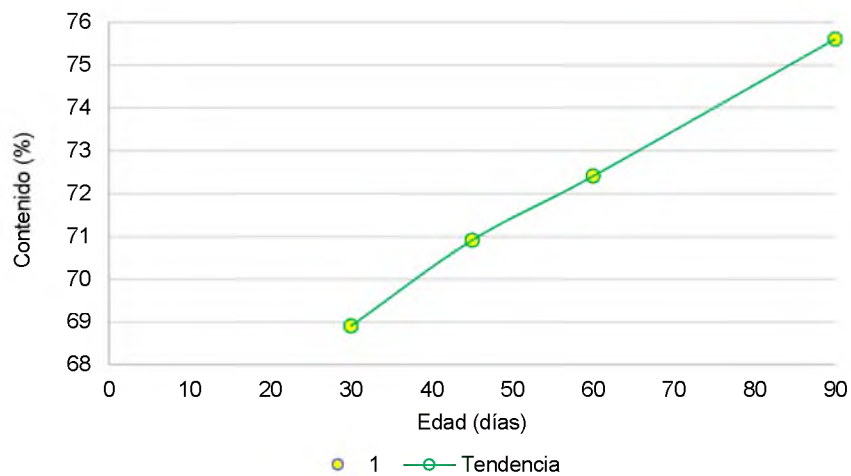
**Figura 44A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto *Megathysus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Cornejo *et al.*, 2019) 3. (Juárez *et al.*, 2001) 4. (Castro *et al.*, 2010) 5. (Castagnara *et al.*, 2011) 6. (Juárez *et al.*, 2009) 7. (Ortega *et al.*, 2015) 8. (Garcez *et al.*, 2020).



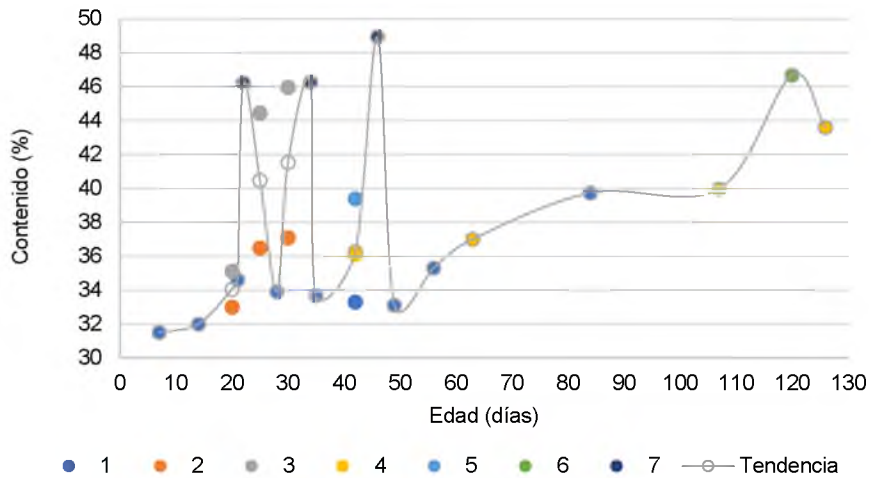
**Figura 45A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en hoja verde del pasto *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



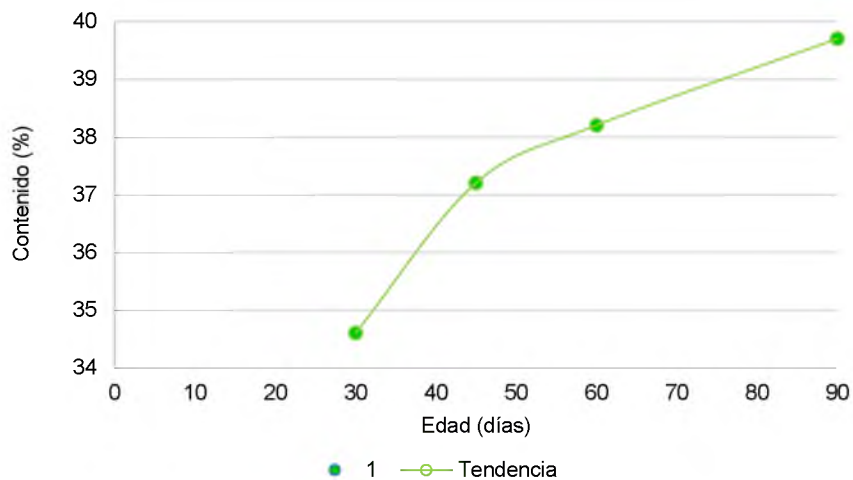
**Figura 46A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en tallo del pasto *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



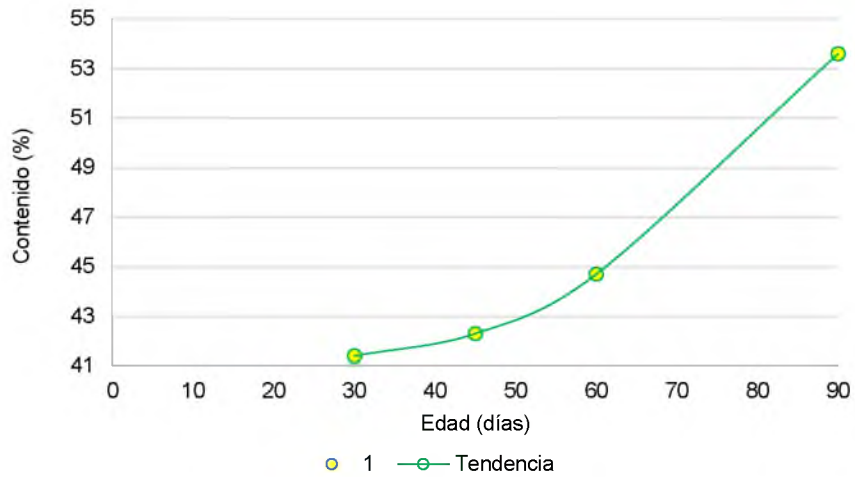
**Figura 47A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto *Megathysus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Andrade *et al.*, 2020) 3. (Cornejo *et al.*, 2019) 4. (Castro *et al.*, 2010) 5. (Castagnara *et al.*, 2011) 6. (Ortega *et al.*, 2015) 7. (Garcez *et al.*, 2020).



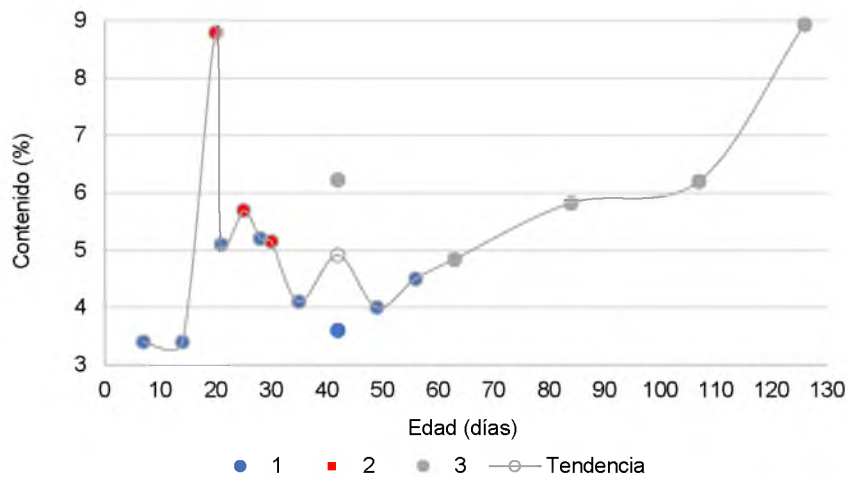
**Figura 48A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en hoja verde del pasto *Megathysus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



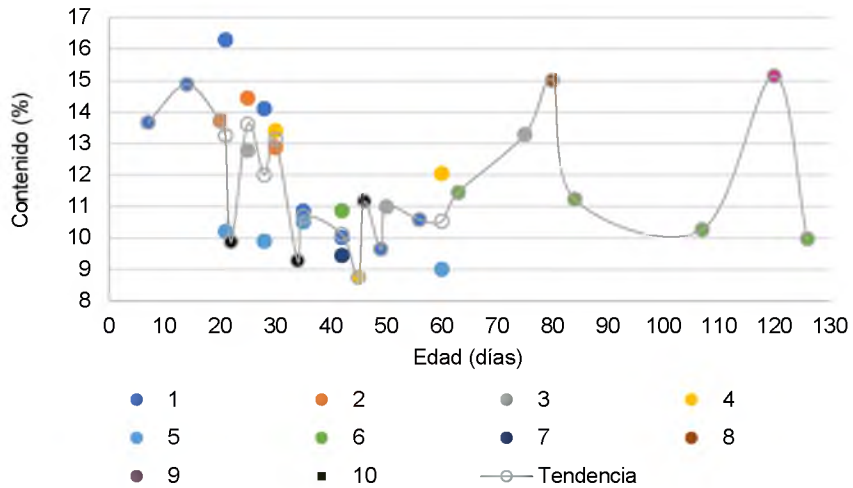
**Figura 49A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en tallo del pasto *Megathysus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Hare *et al.*, 2013).



**Figura 50A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto *Megathysus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Cornejo *et al.*, 2019) 3. (Castro *et al.*, 2010).

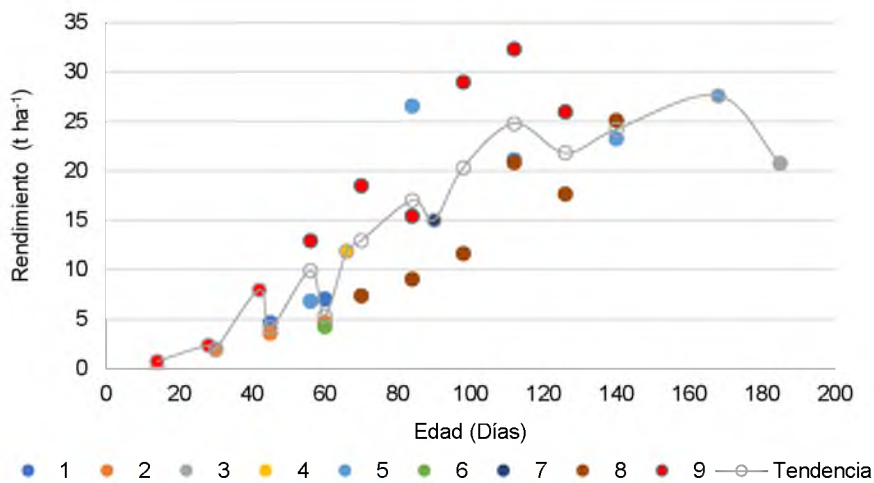


**Figura 51A.** Contenido de Ceniza del pasto *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, en función a la edad de rebrote.

1. (Castro, 2014) 2. (Cornejo *et al.*, 2019) 3. (Pilco, 2017) 4. (Guaicha, 2015) 5. (Juárez *et al.*, 2001) 6.(Castro *et al.*, 2010) 7. (Castagnara *et al.*, 2011) 8. (Juárez *et al.*, 2009) 9. (Ortega *et al.*, 2015) 10. (Garcez *et al.*, 2020).

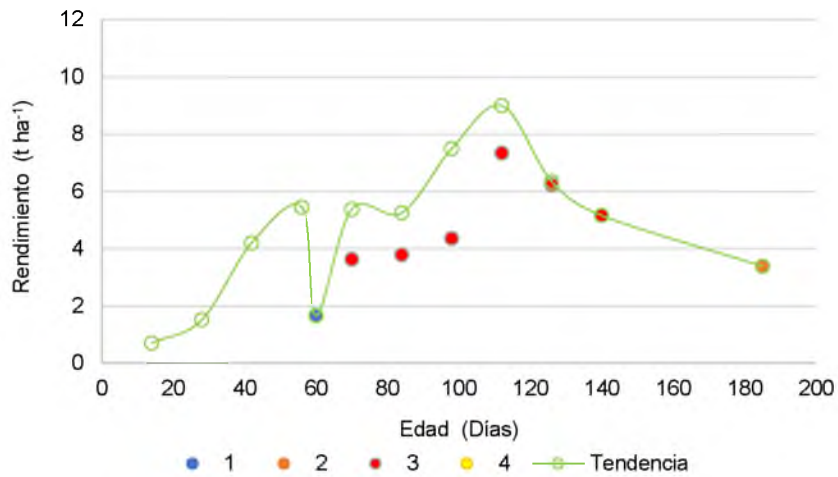
### 10.5. *Cenchrus purpureus* cv. King Grass

#### Composición morfológica



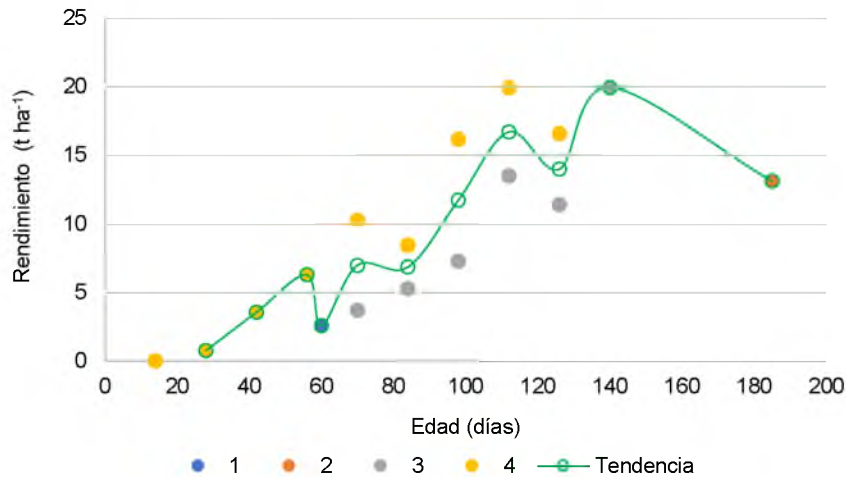
**Figura 52A.** Rendimiento del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1. (Guaicha, 2015) 2. (Lounglawan *et al.*, 2014) 3. (Rueda *et al.*, 2016) 4. (Prudencio *et al.*, 2020) 5. (Vidal *et al.*, 2017) 6. (Martínez y González, 2017) 7. (Reyes *et al.*, 2018) 8. (Araya y Boschini, 2005) 9. (Rueda, 2015).



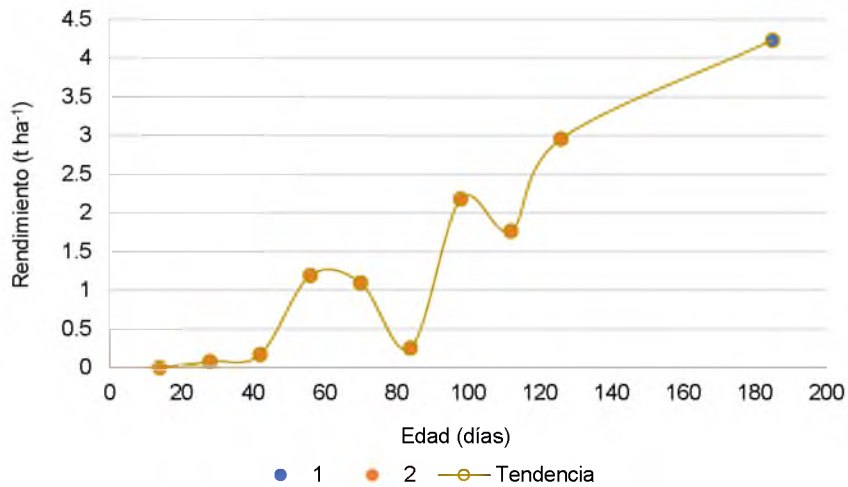
**Figura 53A.** Rendimiento de la hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1. (Martínez y González, 2017)
2. (Rueda *et al.*, 2016)
3. (Araya y Boschini, 2005)
4. (Rueda, 2015).



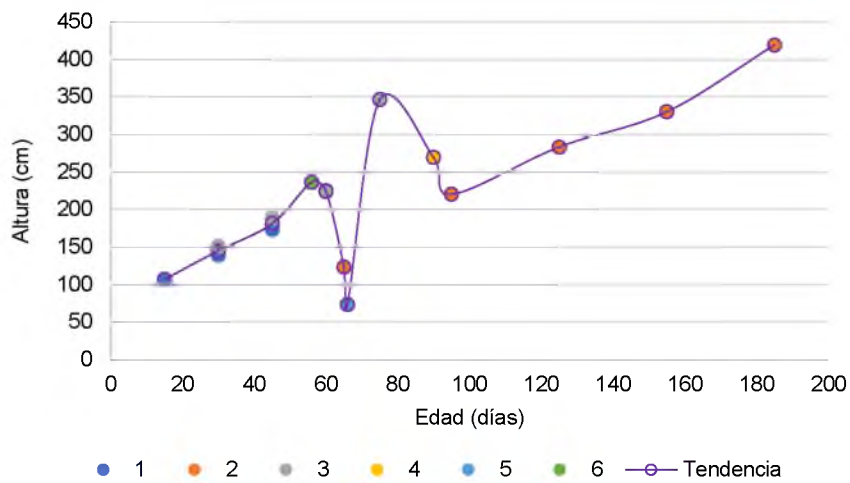
**Figura 54A.** Rendimiento de tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1. (Martínez y González, 2017)
2. (Rueda *et al.*, 2016)
3. (Araya y Boschini, 2005)
4. (Rueda, 2015).



**Figura 55A.** Rendimiento del material muerto del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

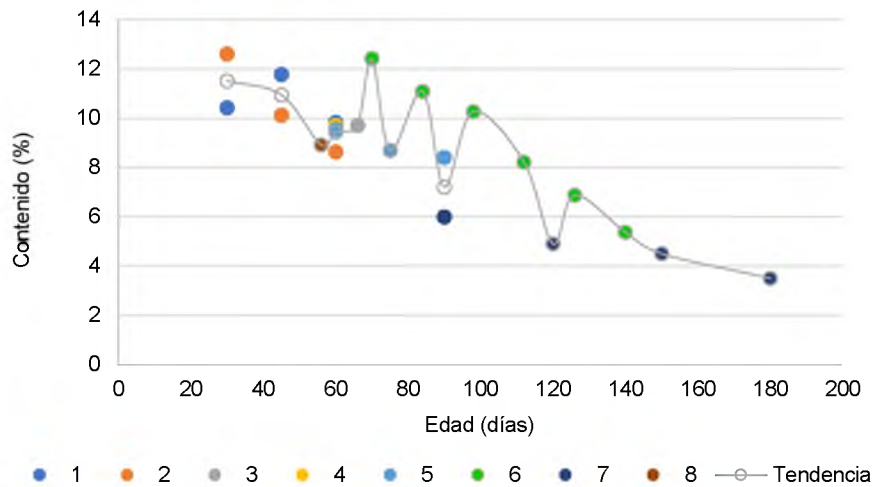
1. (Rueda *et al.*, 2016) 2. (Rueda, 2015).



**Figura 56A.** Altura (cm) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

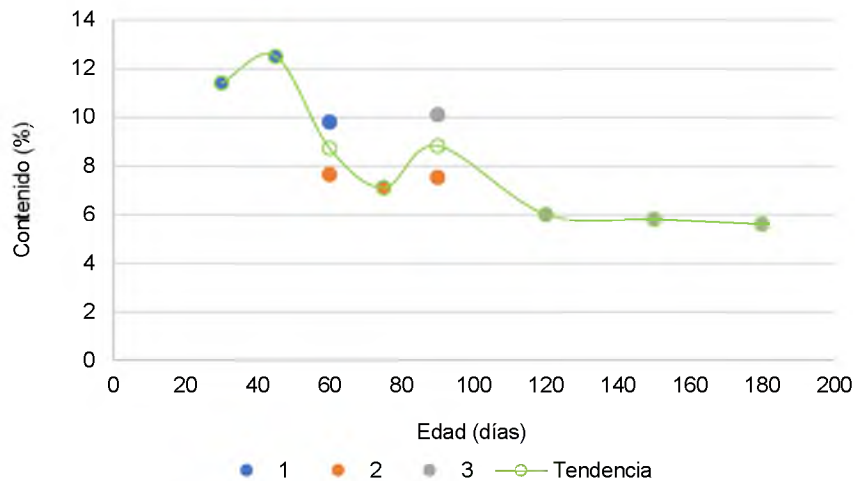
1. (Guaicha, 2015) 2. (Rueda *et al.*, 2016) 3. (Mánsilla y Chica, 2011) 4. (Reyes *et al.*, 2018). 5. (Prudencio *et al.*, 2020) 6. (Vivas *et al.*, 2019).

## Composición química



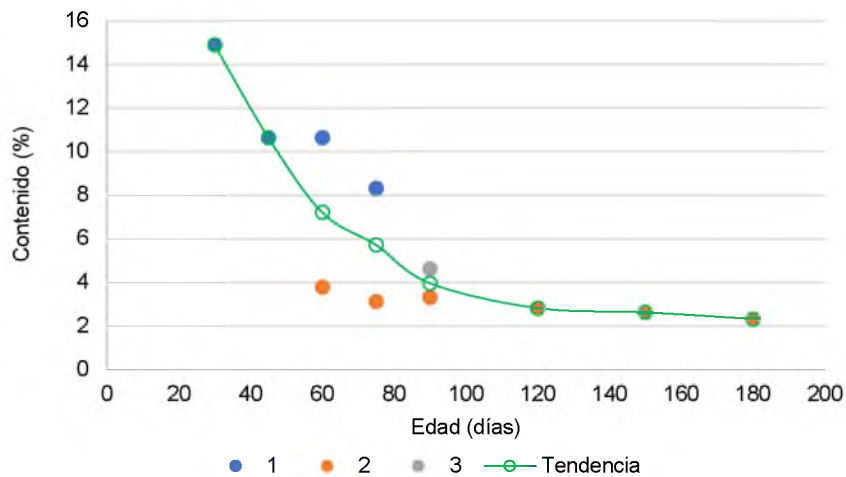
**Figura 57A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1. (Guaicha, 2015) 2. (Lounglawan *et al.*, 2014) 3.(Prudencio *et al.*, 2020)  
4. (Martínez y González, 2017) 5. (Chacón y Vargas, 2009) 6. (Araya y Boschini, 2005) 7. (Ordaz *et al.*, 2018) 8. (Vivas *et al.*, 2019).



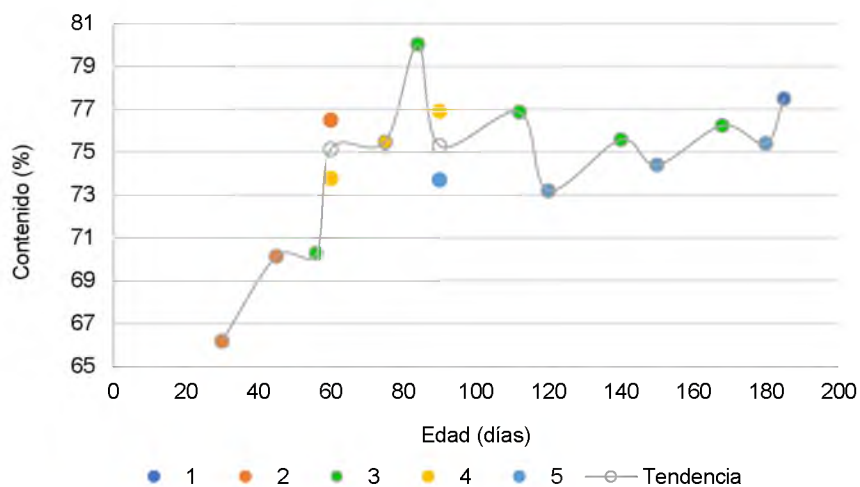
**Figura 58A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) en la hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1. (Mánsilla y Chica, 2011) 2. (Chacón y Vargas, 2009) 3. (Ordaz *et al.*, 2018).



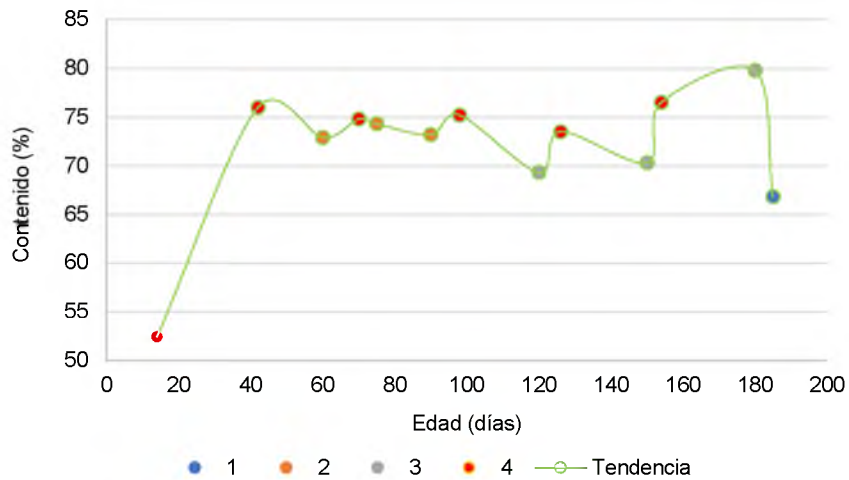
**Figura 59A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1. (Mánsilla y Chica, 2011) 2.(Chacón y Vargas, 2009) 3. (Ordaz *et al.*, 2018).



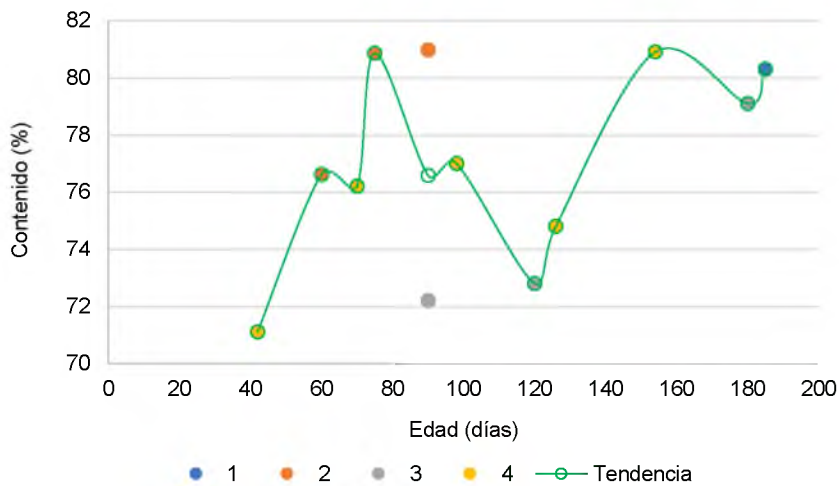
**Figura 60A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1. (Rueda *et al.*, 2016) 2. (Lounglawan *et al.*, 2014) 3.(Vidal *et al.*, 2017) 4. (Chacón y Vargas, 2009) 5. (Ordaz *et al.*, 2018).



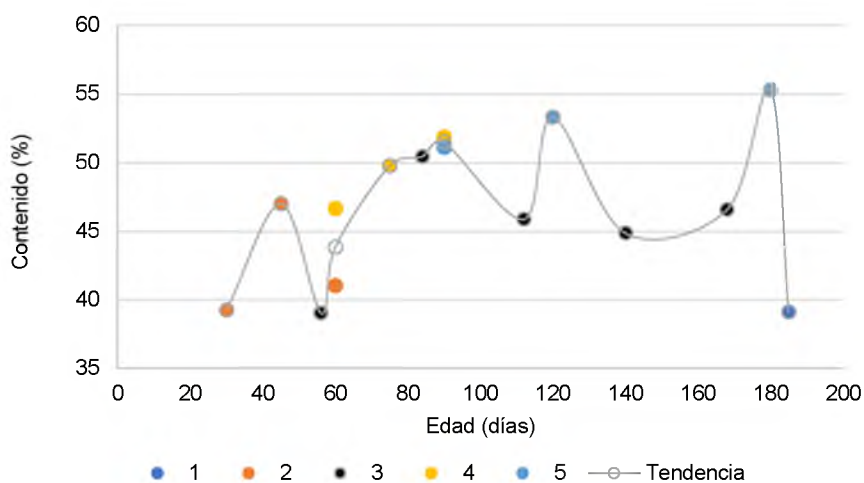
**Figura 61A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Chacón y Vargas, 2009) 3.(Ordaz *et al.*, 2018) 4.(Rueda, 2015).



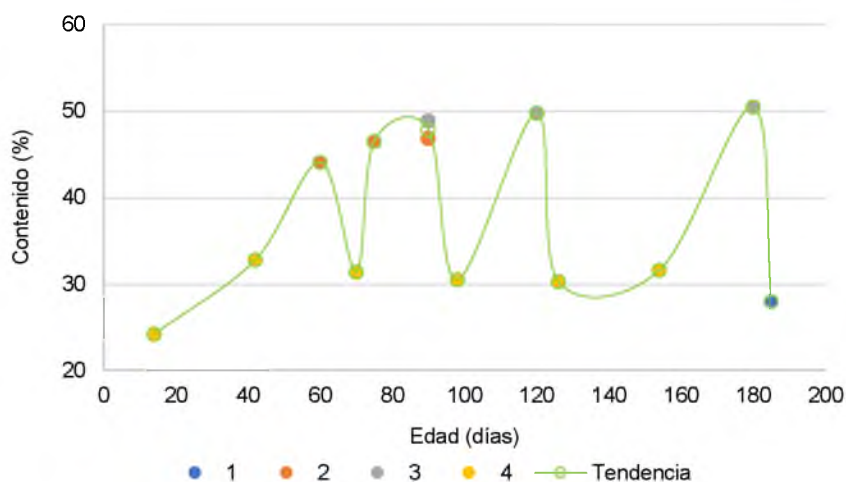
**Figura 62A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Chacón y Vargas, 2009) 3.(Ordaz *et al.*, 2018) 4.(Rueda, 2015).



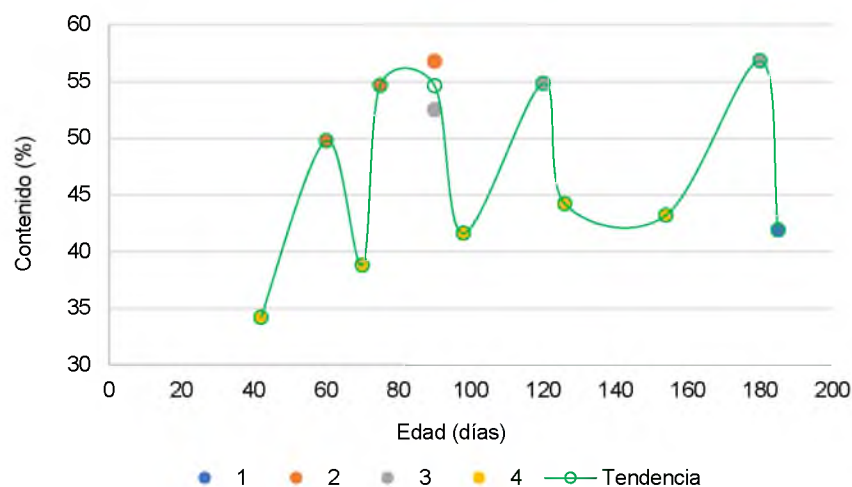
**Figura 63A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Lounglawan *et al.*, 2014) 3.(Vidal *et al.*, 2017) 4.(Chacón y Vargas, 2009) 5.(Ordaz *et al.*, 2018).



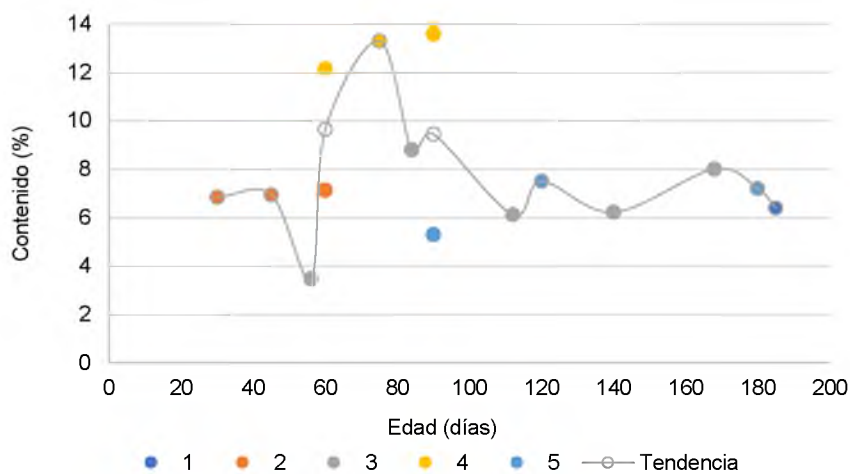
**Figura 64A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Chacón y Vargas, 2009) 3.(Ordaz *et al.*, 2018) 4.(Rueda, 2015).



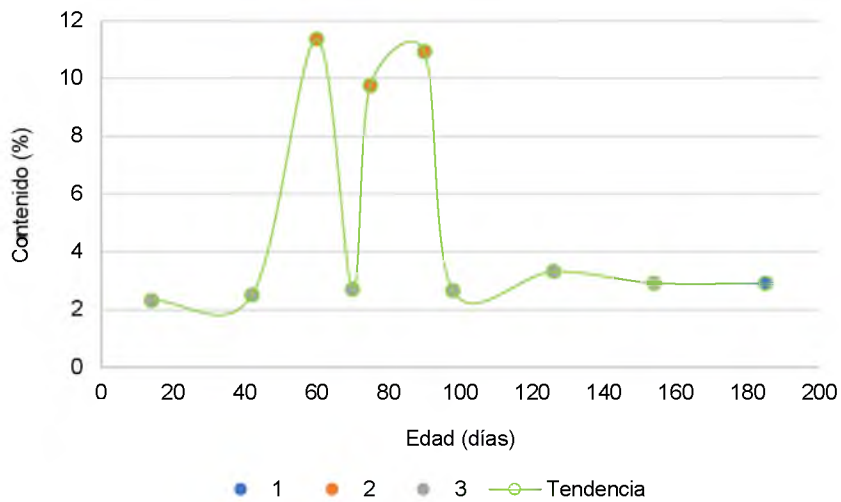
**Figura 65A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Chacón y Vargas, 2009) 3.(Ordaz *et al.*, 2018) 4.(Rueda,2015).



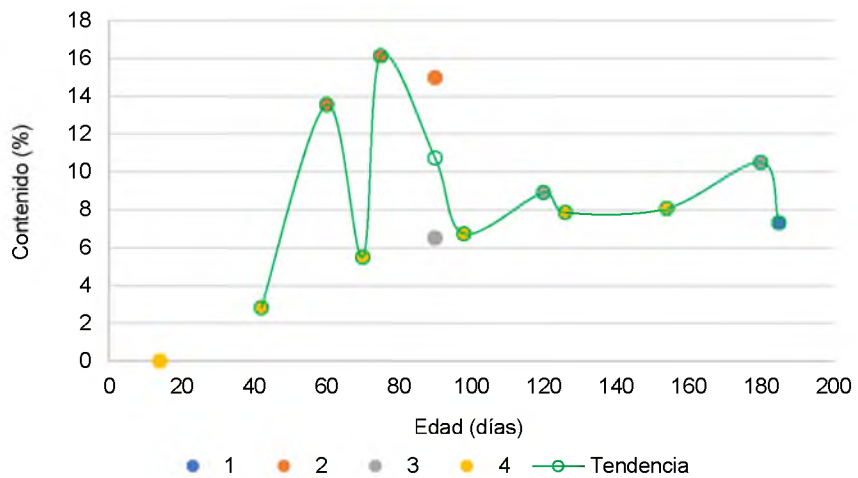
**Figura 66A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Lounglawan *et al.*, 2014) 3.(Vidal *et al.*, 2017) 4.(Chacón y Vargas, 2009) 5.(Ordaz *et al.*, 2018)



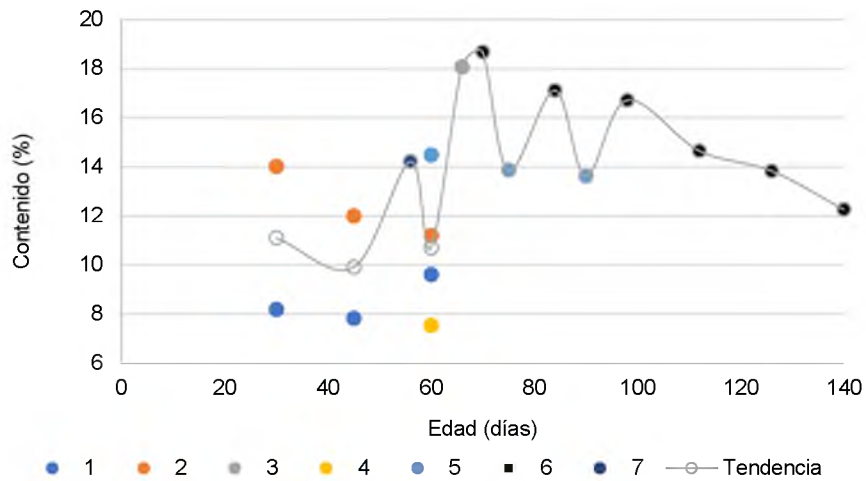
**Figura 67A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Chacón y Vargas, 2009) 3.(Rueda, 2015).



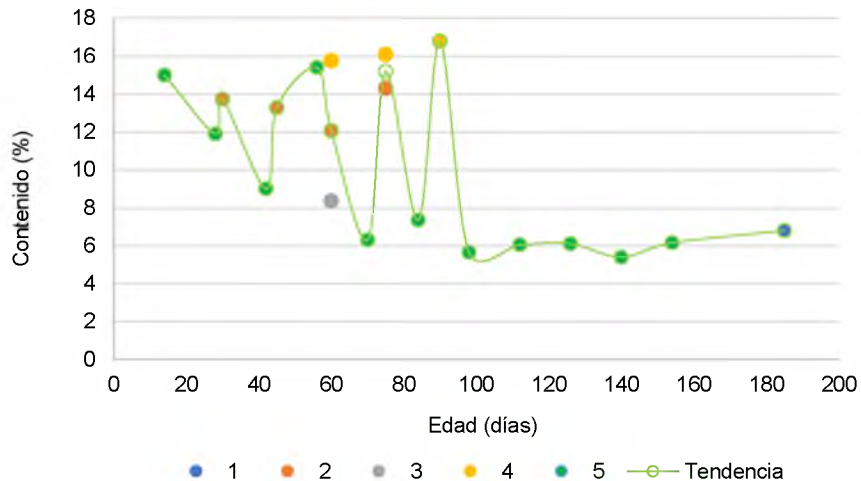
**Figura 68A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Chacón y Vargas, 2009) 3.(Ordaz *et al.*, 2018) 4.(Rueda, 2015).



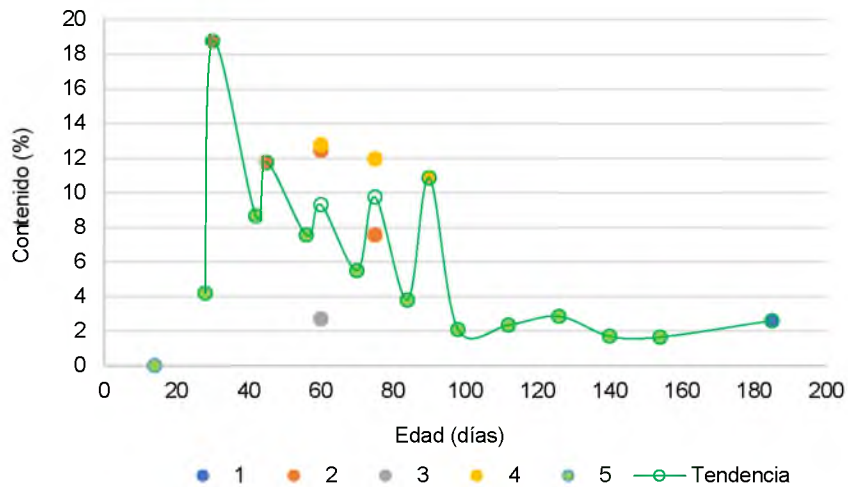
**Figura 69A.** Contenido de Ceniza del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Guaicha, 2015) 2.(Lounglawan *et al.*, 2014) 3.(Prudencio *et al.*, 2020) 4.(Martínez y González, 2017) 5.(Chacón y Vargas, 2009) 6.(Araya y Boschini, 2005) 7.(Vivas *et al.*, 2019).



**Figura 70A.** Contenido de Ceniza en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Mánsilla y Chica, 2011) 3.(Herrera *et al.*, 2008) 4.(Chacón y Vargas, 2009) 5. (Rueda, 2015).

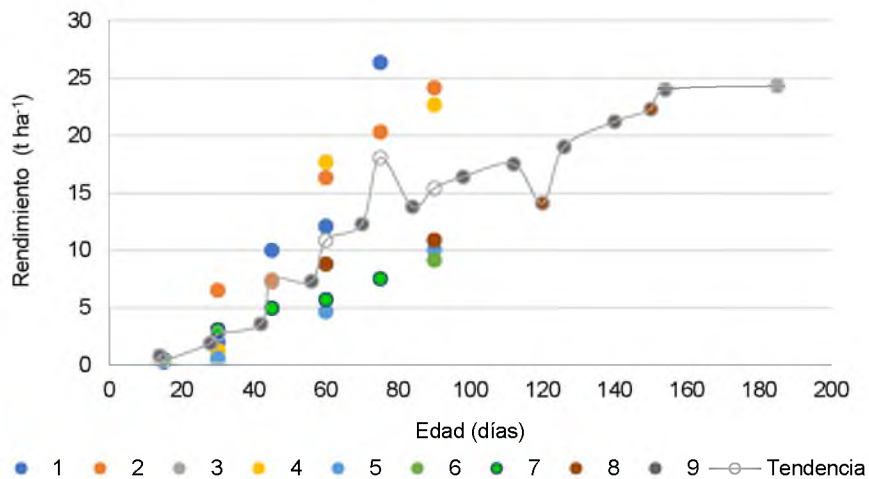


**Figura 71A.** Contenido de Ceniza en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. King Grass, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Mánsilla y Chica, 2011) 3.(Herrera *et al.*, 2008) 4.(Chacón y Vargas, 2009) 5. (Rueda, 2015).

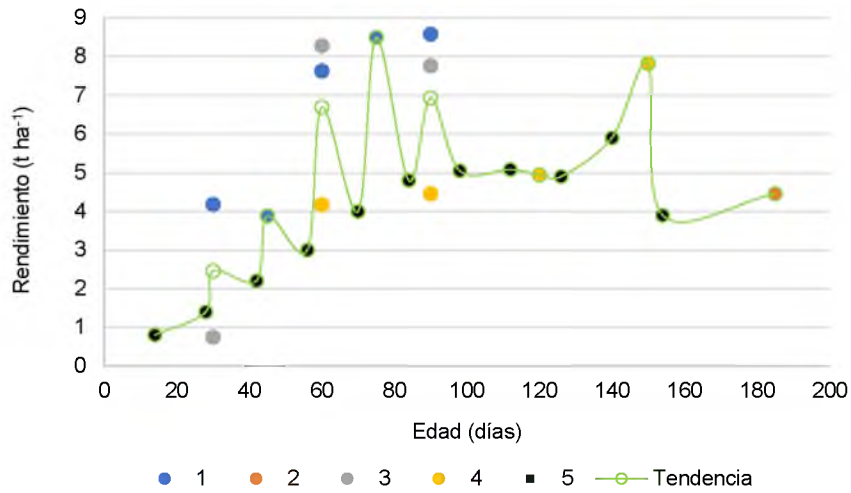
### 10.6. *Cenchrus purpureus* cv. CT115

#### Composición morfológica



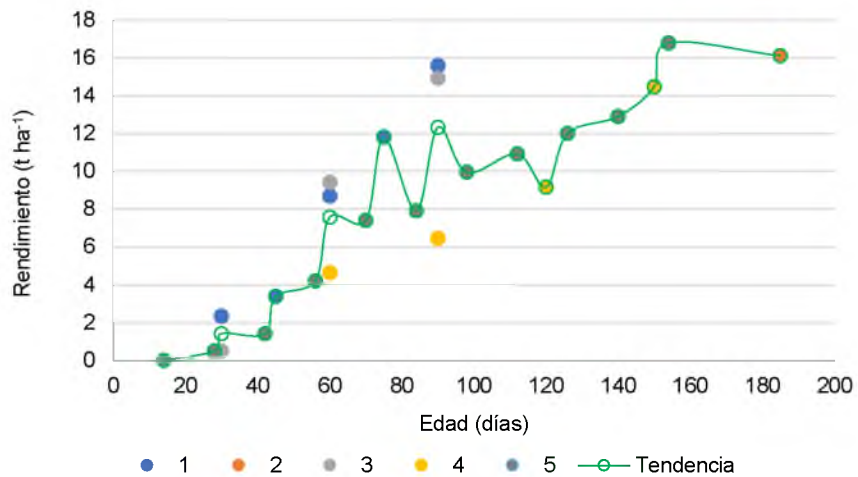
**Figura 72A.** Rendimiento del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1. (Andino y Pérez, 2012) 2.(De Dios, 2012) 3.(Rueda *et al.*, 2016) 4.(Silva, 2010) 5.(Jaramillo y Seberino, 2015) 6.(Reyes *et al.*, 2018) 7.(Rojas y Bermúdez, 2011) 8.(Villanueva *et al.*, 2016) 9.(Rueda *et al.*, 2020).



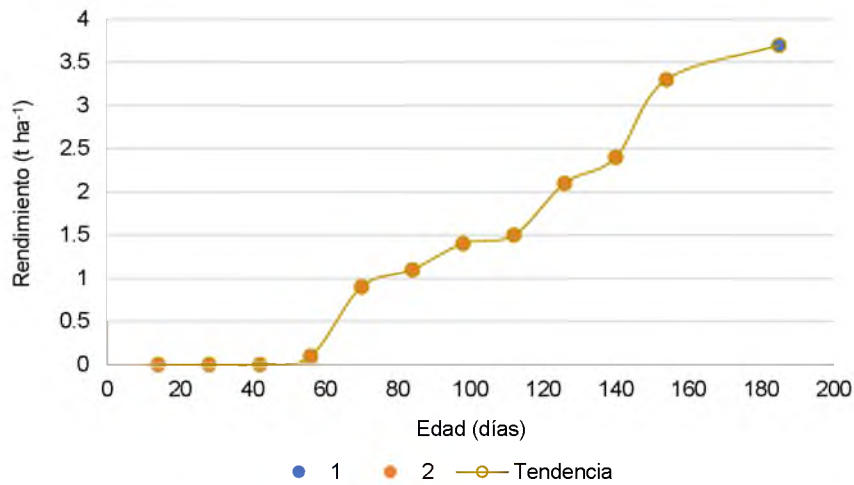
**Figura 73A.** Rendimiento de hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(De Dios, 2012) 2.(Rueda *et al.*, 2016) 3.(Silva, 2010) 4. (Villanueva *et al.*, 2016) 5.(Rueda *et al.*, 2020).



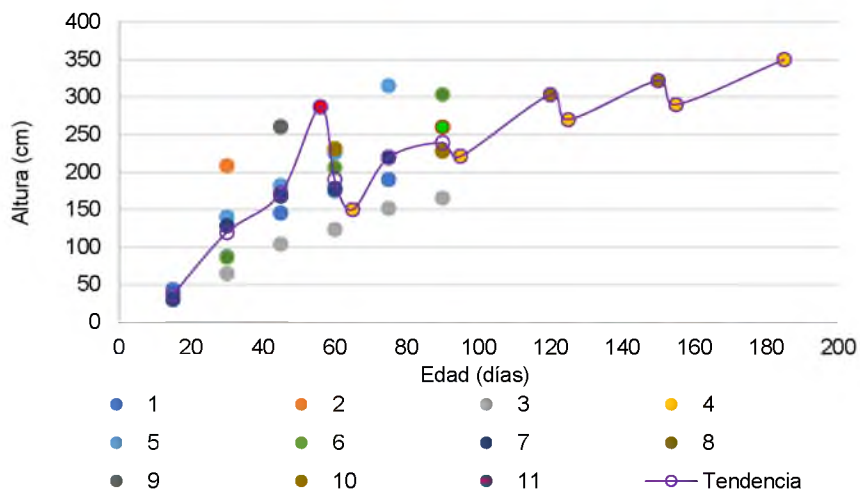
**Figura 74A.** Rendimiento de tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(De Dios, 2012) 2.(Rueda *et al.*, 2016) 3.(Silva, 2010) 4. (Villanueva *et al.*, 2016) 5. (Rueda *et al.*, 2020).



**Figura 75A.** Rendimiento del material muerto del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

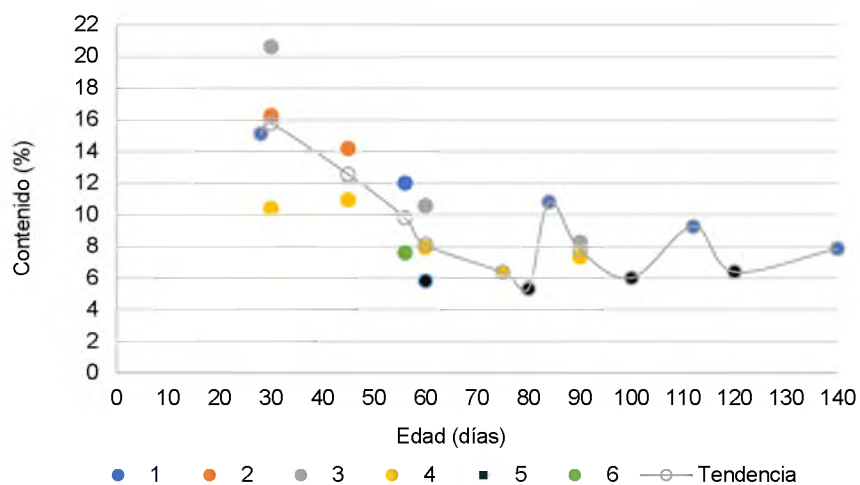
1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Rueda *et al.*, 2020).



**Figura 76A.** Altura (cm) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

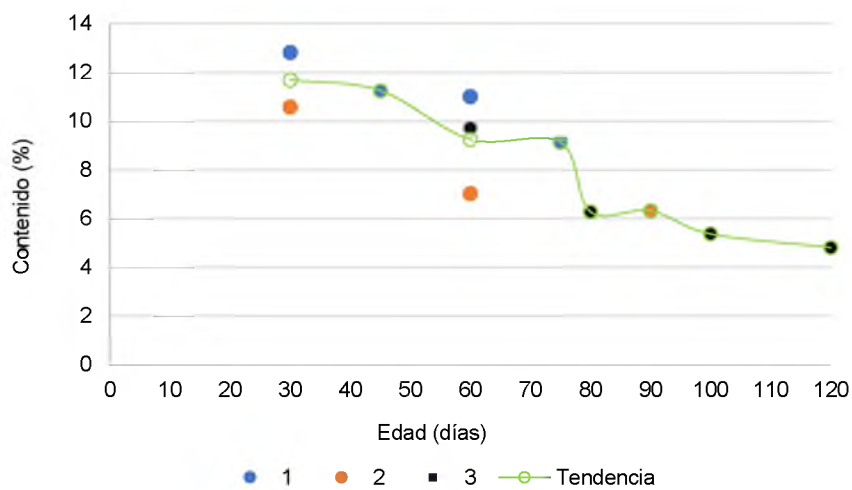
1.(Andino y Pérez, 2012) 2.(Herrera *et al.*, 2008) 3.(De Dios, 2012) 4.(Rueda *et al.*, 2016) 5.(Mánsilla y Chica, 2011) 6.(Jaramillo y Seberino, 2015) 7.(Rojas y Bermúdez, 2011) 8.(Reyes *et al.*, 2018) 9.(Cruz, 2017) 10. (Villanueva *et al.*, 2016) 11.(Vivas *et al.*, 2019).

## Composición química



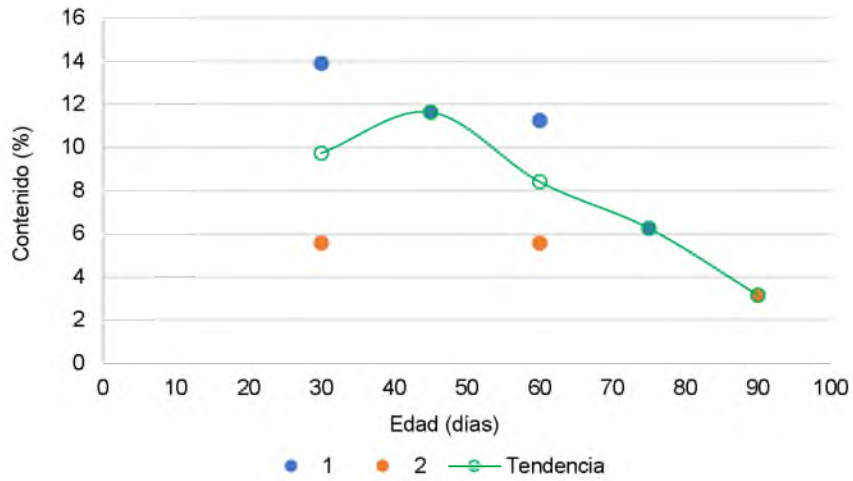
**Figura 77A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Valenciaga *et al.*, 2009) 2.(Cruz, 2017) 3.(Jaramillo y Seberino, 2015) 4.(De Dios, 2012) 5.(Ledea *et al.*, 2021) 6.(Vivas *et al.*, 2019).



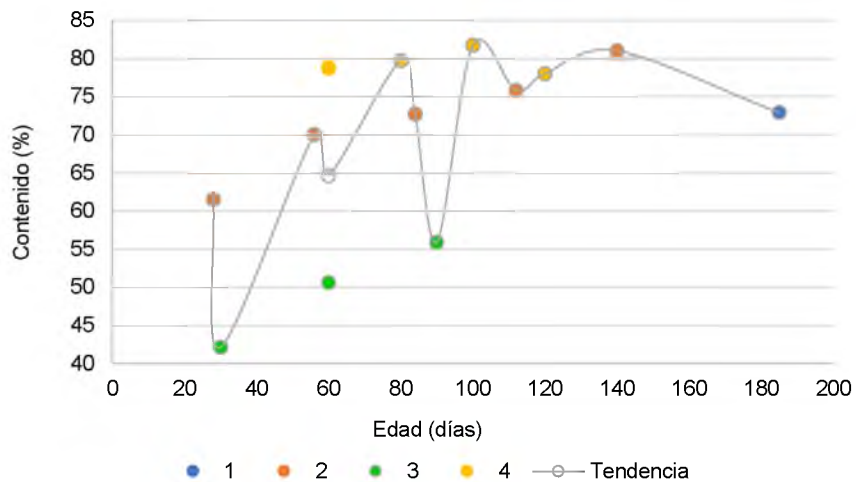
**Figura 78A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Mánsilla y Chica, 2011) 2.(Silva, 2010) 3.(Ledea *et al.*, 2021).



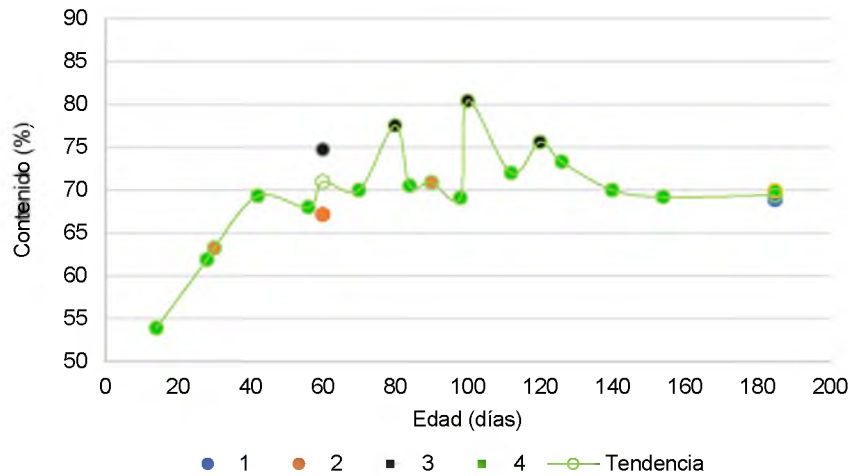
**Figura 79A.** Contenido de Proteína Cruda (PC) en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Mánsilla y Chica, 2011) 2.(Silva, 2010).



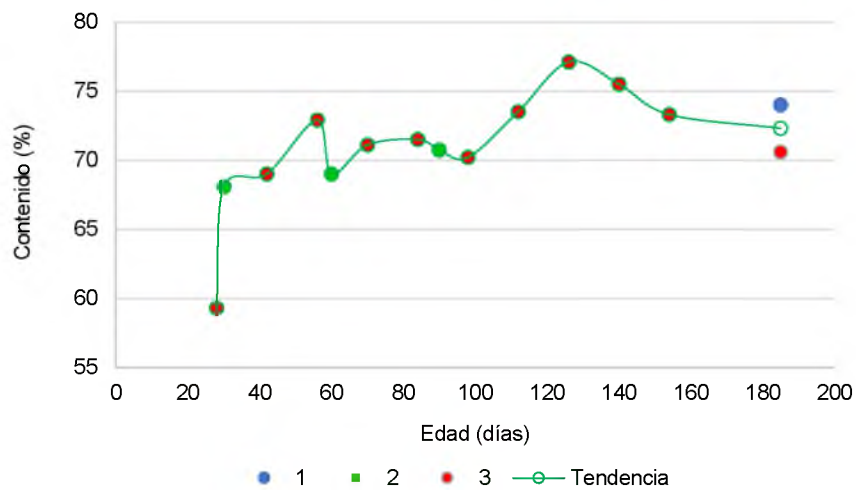
**Figura 80A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1. (Rueda *et al.*, 2016) 2.(Valenciaga *et al.*, 2009) 3.(Jaramillo y Seberino, 2015) 4.(Ledea *et al.*, 2021).



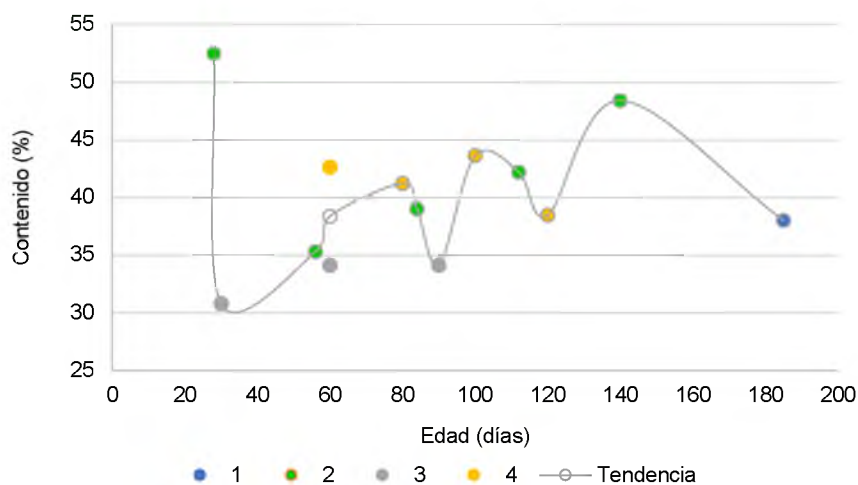
**Figura 81A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Silva, 2010) 3.(Ledea *et al.*, 2021) 4.(Rueda *et al.*, 2020).



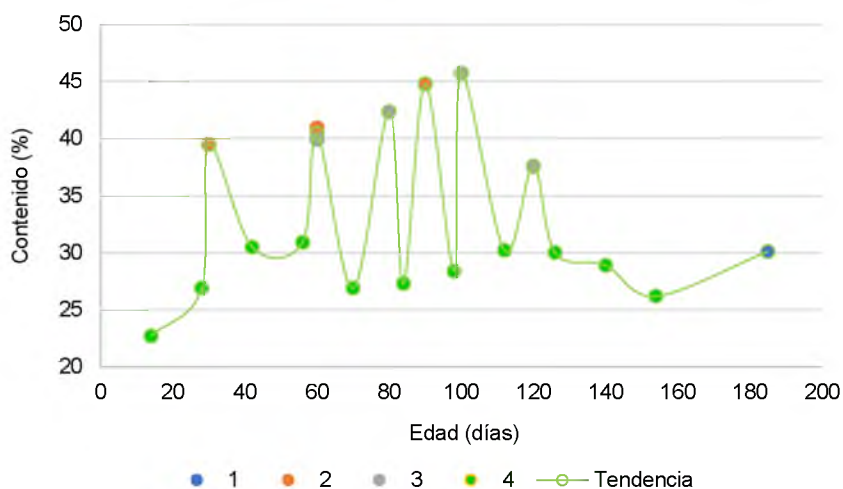
**Figura 82A.** Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Silva, 2010) 3.(Rueda *et al.*, 2020).



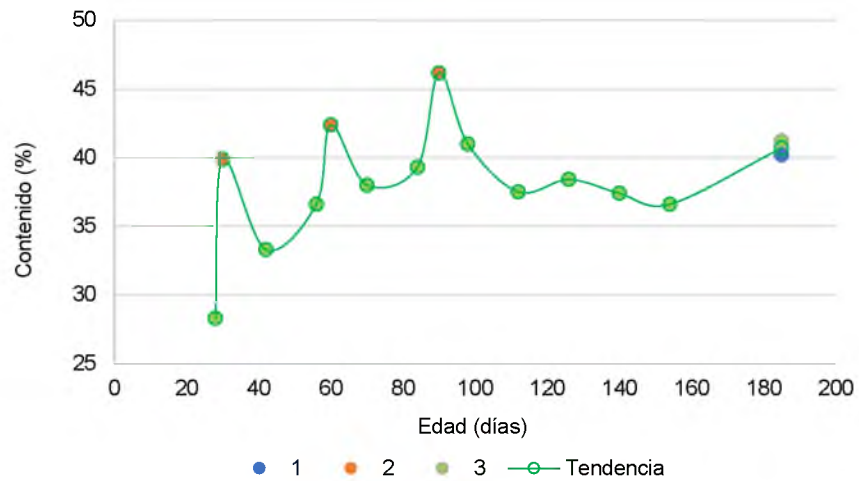
**Figura 83A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Valenciaga *et al.*, 2009) 3.(Jaramillo y Seberino, 2015) 4.(Ledea *et al.*, 2021).



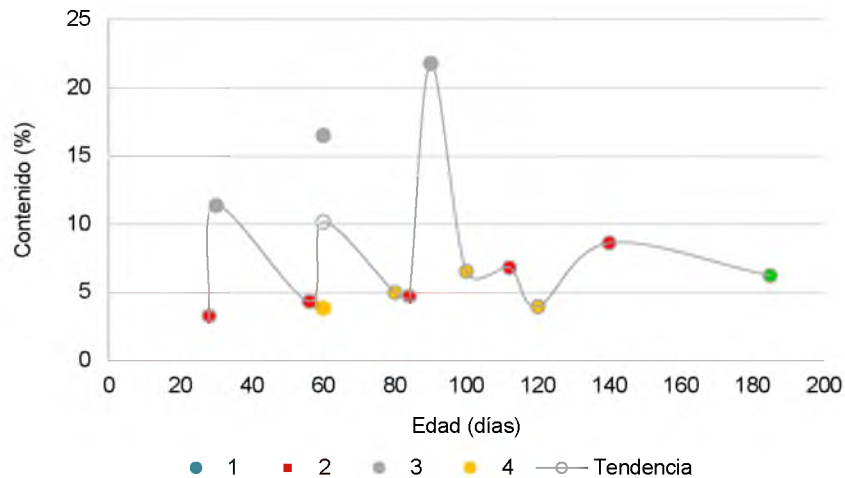
**Figura 84A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Silva, 2010) 3.(Ledea *et al.*, 2021) 4.(Rueda *et al.*, 2020).



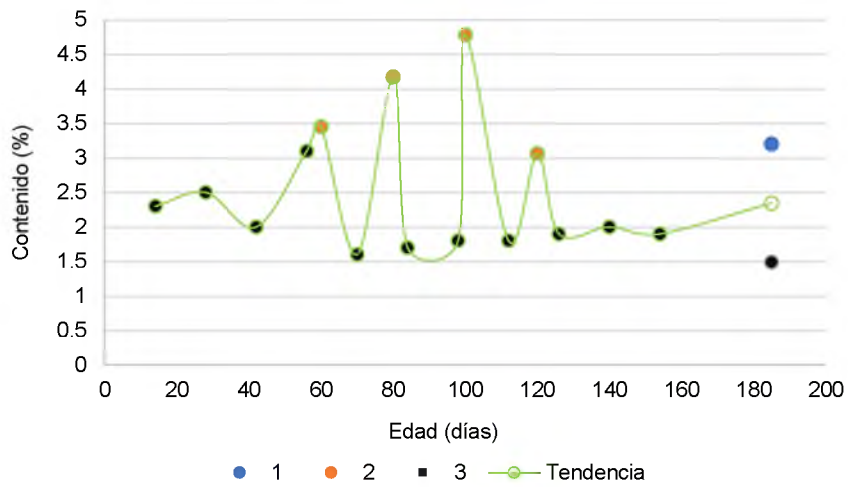
**Figura 85A.** Contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Silva, 2010) 3.(Rueda *et al.*, 2020).



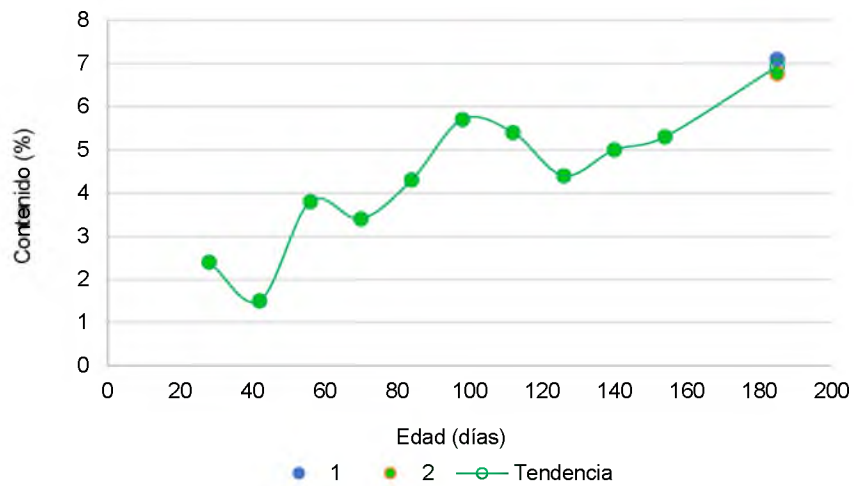
**Figura 86A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Valenciaga *et al.*, 2009) 3.(Jaramillo y Seberino, 2015) 4.(Ledea *et al.*, 2021).



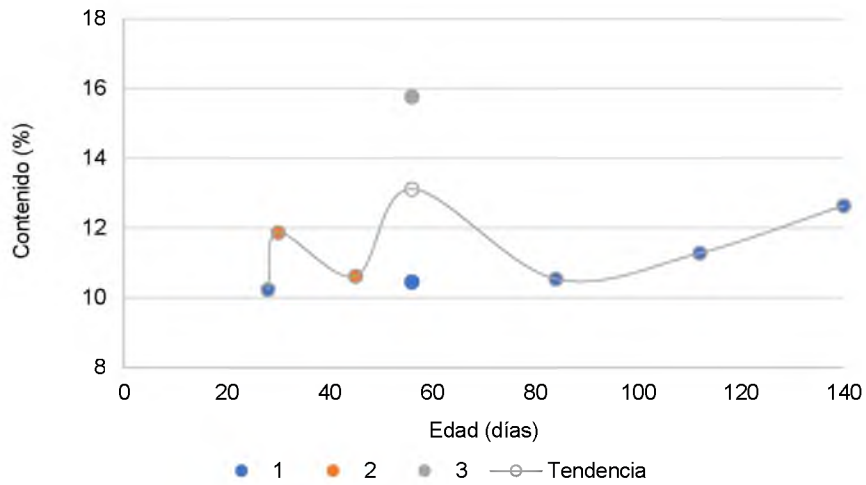
**Figura 87A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Ledea *et al.*, 2021) 3.(Rueda *et al.*, 2020).



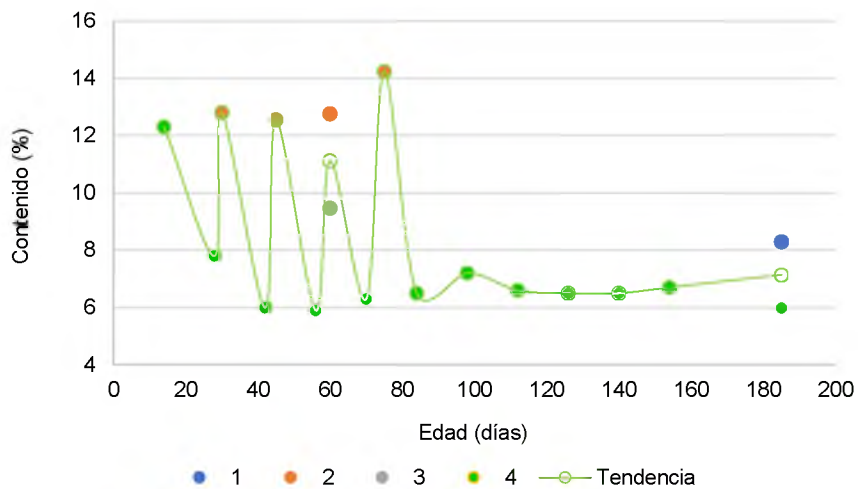
**Figura 88A.** Contenido de Lignina Detergente Ácido (LDA) en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Rueda *et al.*, 2020).



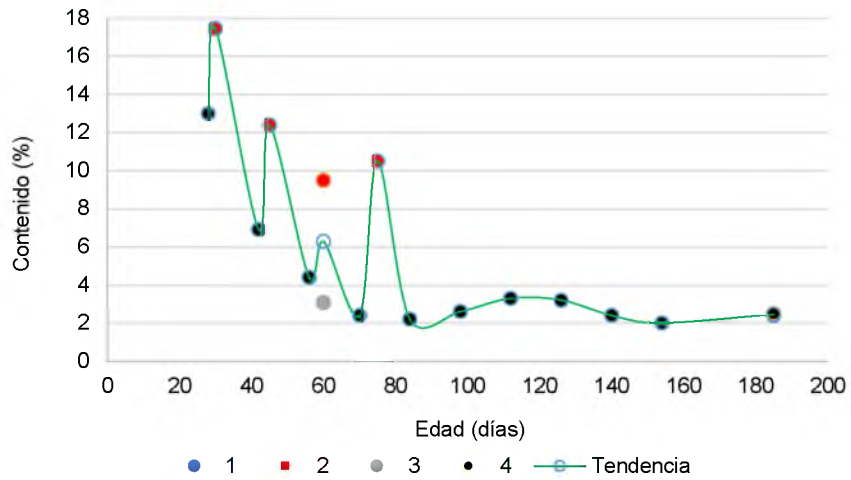
**Figura 89A.** Contenido de Ceniza del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Valenciaga *et al.*, 2009) 2.(Cruz, 2017) 3.(Vivas *et al.*, 2019).



**Figura 90A.** Contenido de Ceniza en hoja verde del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Mánsilla y Chica, 2011) 3.(Herrera *et al.*, 2008) 4.(Rueda *et al.*, 2020).



**Figura 91A.** Contenido de Ceniza en tallo del pasto *Cenchrus purpureus* cv. CT115, en función a la edad de rebrote.

1.(Rueda *et al.*, 2016) 2.(Mánsilla y Chica, 2011) 3.(Herrera *et al.*, 2008) 4.(Rueda *et al.*, 2020).