

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 8

21.1.

FECHA	martes, 9 de julio de 2019
--------------	----------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Fusagasugá

UNIDAD REGIONAL	Sede Fusagasugá
TIPO DE DOCUMENTO	Pasantía
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Alarcon Vega	Antonio	1069751542

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 2 de 8

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS

TÍTULO DEL DOCUMENTO
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO, ÁREA FOLIAR, RENDIMIENTO DE FORRAJE Y DEGRADABILIDAD RUMINAL DE <i>Pennisetum purpureum</i> (Schum) EN DIFERENTES EDADES DE COSECHA EN YUCATÁN, MÉXICO

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero agrónomo

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
09/07/2019	24

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1.Degradabilidad ruminal	Ruminal degradability
2.Metano	Methane
3.Fibra detergente neutra	Neutral detergent fiber
4.Proteína cruda	Crude protein
5.Índice de área foliar	Leaf area index
6.Composición morfológica	Morphological composition

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 8

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

RESUMEN EJECUTIVO

El sector ganadero es uno de los principales responsables al nivel mundial de la producción de gas metano, el cual se genera principalmente en el rumen de las especies rumiantes por medio de un proceso de fermentación anaeróbica realizado por arqueobacterias metanógenas. De acuerdo con la literatura este proceso se ve influenciado por el contenido de carbohidratos estructurales en los pastos que se va acumulando en su proceso de maduración fisiológica, esto produce que se disminuya su degradabilidad ruminal y aumente la producción de metano. Se ha evidenciado que el sistema de producción ganadera puede llegar a generar hasta un 37% de las emisiones de metano al nivel mundial por la fermentación ruminal y el manejo de las heces (Beltrán Santoyo *et al*, 2016). Para ello se realizó un estudio el cual estuvo compuesto por un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) el cual tuvo tres tratamientos (T1, T2, T3), que fueron diferentes edades de cosecha del pasto *Pennisetum purpureum*, 40, 60 y 80 días después de rebrote, cada tratamiento estaba conformado por tres parcelas de 3 metros cuadrados distribuidas en tres bloques aleatoriamente, cada tratamiento se le evaluaron las variables : degradabilidad: ruminal de la materia seca de *P. purpureum*, la cual se realizó por medio de la incubación *in situ* durante 12, 24, 48, 72 y 96 horas, esto se realizó con el fin de poder inferir sobre la fermentación y producción de metano en el rumen; altura de la plántula, índice de área foliar (IAF), relación hoja-tallo y hoja-no hoja ; también se realizó análisis de fibra detergente neutra (FDN) y proteína cruda (PC), producción de materia seca por hectárea (kgMS/ha). Como covariables se tuvieron en cuenta: riego aplicado a los bloques, Temperatura, intercepción de intensidad de luz. El experimento tuvo una duración de 16 semanas las cuales 14 se utilizaron para la parte de experimentación una semana para el levantamiento de información y la última para análisis de datos y preparación de su previa exposición.

ABSTRAC

The livestock sector is one of the main responsible for the global production of methane gas, which is generated mainly in the rumen of ruminant species through an anaerobic fermentation process performed by methanogenic archaeobacteria. According to the literature, this process is influenced by the content of structural carbohydrates in the pastures that accumulate in the process of physiological maturation, this results in a decrease in ruminal degradability and an increase in methane production. It has been shown that the livestock production system can generate up to 37% of methane emissions worldwide due to ruminal fermentation and feces management (Beltrán Santoyo *et al*, 2016). To this end, a study was carried out, which was composed of a completely randomized block design (DBCA) which had three treatments (T1, T2, T3), which were different harvest ages of the *Pennisetum purpureum* grass, 40, 60 and 80 days after regrowth, each treatment



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 8

consisted of three parcels of 3 square meters distributed in three blocks randomly, each treatment was evaluated the variables: degradability: ruminal dry matter of *P. purpureum*, which was performed by means of the incubation in situ during 12, 24, 48, 72 and 96 hours, this was done in order to infer about the fermentation and production of methane in the rumen; seedling height, leaf area index (LAI), leaf-stem and leaf-no leaf ratio; Analysis of neutral detergent fiber (NDF) and crude protein (PC), dry matter production per hectare (kgMS / ha) was also carried out. As covariables were taken into account: irrigation applied to the blocks, temperature, interception and intensity of light. The experiment lasted 16 weeks, 14 of which were used for the experimentation part, one week for the information gathering and the last for data analysis and preparation of their previous exposure.

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 8

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 6 de 8

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI ___ NO ___x**.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 7 de 8

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Análisis del crecimiento, área foliar, rendimiento de forraje y degradabilidad ruminal de <i>Pennisetum purpureum</i> (Schum) en diferentes edades de cosecha en Yucatán, México	Texto



**MACROPROCESO DE APOYO
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

**CÓDIGO: AAAr113
VERSIÓN: 3
VIGENCIA: 2017-11-16
PAGINA: 8 de 8**

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Alarcon Vega Antonio	

21.1-51.20.

FORMATO DEL PROYECTO PRÁCTICA EMPRESARIAL

1. INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE, EL TUTOR Y EL ASESOR EXTERNO:

ESTUDIANTE

Nombres Antonio Apellidos Alarcón Vega

Programa Académico Ingeniería Agronómica Código estudiantil 160213205

Dirección Residencia _____ Ciudad _____

Teléfono fijo ó celular 3143433857 Email ton.07.v@gmail.com

Firma _____

DOCENTE TUTOR

Nombres Alba Gissela Apellidos Fajardo Ortíz

Título de Pregrado Ingeniera Agrónoma Título(s) de Postgrado Dr. Ciencias en Horticultura

Tiene Vinculación con la Universidad: Si No

Teléfono fijo ó celular 3182140029 E-mail agfajardo@ucundinamarca.edu.co

Firma _____

ASESOR EXTERNO

Nombres: _____ Juan Carlos _____ Apellidos: _____ Ku Vera _____

Título de Pregrado Médico Veterinario Zootecnista

Título de Postgrado: Master of Science; Doctor of Philosophy

Área de desempeño en la empresa: Profesor-Investigador; Departamento de Nutrición Animal; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Universidad Autónoma de Yucatán

Teléfono fijo ó celular: _52_999_9423200_ e-mail: ___kvera@correo.uady.mx_____

Firma _____

1. TITULO

Análisis del crecimiento, área foliar, rendimiento de forraje y degradabilidad ruminal de *Pennisetum purpureum* (Schum) en diferentes edades de cosecha en Yucatán, México

2. RESUMEN EJECUTIVO

El sector ganadero es uno de los principales responsables al nivel mundial de la producción de gas metano, el cual se genera principalmente en el rumen de las especies rumiantes por medio de un proceso de fermentación anaeróbica realizado por arqueobacterias metanógenas. De acuerdo con la literatura este proceso se ve influenciado por el contenido de carbohidratos estructurales en los pastos que se va acumulando en su proceso de maduración fisiológica, esto produce que se disminuya su degradabilidad ruminal y aumente la producción de metano. Se ha evidenciado que el sistema de producción ganadera puede llegar a generar hasta un 37% de las emisiones de metano al nivel mundial por la fermentación ruminal y el manejo de las heces (Beltrán Santoyo *et al*, 2016). Para ello se realizó un estudio el cual estuvo compuesto por un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) el cual tuvo tres tratamientos (T1, T2, T3), que fueron diferentes edades de cosecha del pasto *Pennisetum purpureum*, 40, 60 y 80 días después de rebrote, cada tratamiento estaba conformado por tres parcelas de 3 metros cuadrados distribuidas en tres bloques aleatoriamente, cada tratamiento se le evaluaron las variables : degradabilidad: ruminal de la materia seca de *P. purpureum*, la cual se realizó por medio de la incubación *in situ* durante 12, 24, 48, 72 y 96 horas, esto se realizó con el fin de poder inferir sobre la fermentación y producción de metano en el rumen; altura de la plántula, índice de área foliar (IAF), relación hoja-tallo y hoja-no hoja ; también se realizo análisis de fibra detergente neutra (FDN) y proteína cruda (PC), producción de materia seca por hectárea (kgMS/ha). Como covariables se tuvieron en cuenta: riego aplicado a los bloques, Temperatura, intercepción he intensidad de luz. El experimento tuvo una duración de 16 semanas las cuales 14 se utilizaron para la parte de experimentación una semana para el levantamiento de información y la última para análisis de datos y preparación de su previa exposición.

3. INTRODUCCIÓN

El efecto de invernadero natural es el fenómeno que se produce diariamente cuando los gases que se encuentran en la atmósfera absorben y retienen la radiación emitida por el sol que se refleja en la tierra, este proceso ayuda a que la temperatura del planeta se mantenga en un promedio de 33 C°, si no existiera este fenómeno la temperatura de la tierra oscilaría cerca de 18C° bajo cero (Benavides Ballesteros y León Aristizabal , 2007). Uno de los gases más importantes en el efecto invernadero es el metano (CH₄), este gas es producido en la agricultura principalmente en la ganadería, ya que los rumiantes poseen un sistema digestivo complejo por el cual pueden alimentarse de material fibroso con altos contenidos de carbohidratos estructurales principalmente gramíneas ,todo esto con el fin de obtener la suficiente energía para convertirlo en productos como leche o carne , pero gracias a este proceso de digestión se produce una gran cantidad de metano el cual se genera por la fermentación anaeróbica que realizan las arqueobacterias (Carmona *et al*, 2005). Según (Rivera *et al* 2015) existe una correlación alta sobre la producción de gas metano y la composición química de los forrajes, ya que forrajes con mayor FDN muestran mayor dificultad de degradación y mayor producción de gas al final que forrajes que tengan niveles bajos de FDN. Esto se podría corroborar ya que en muchas investigaciones se ha encontrado que una de las estrategias que mejor tiene resultado en la mitigación de producción de metano es la manipulación de la dieta, esta estrategia tiene un gran impacto en las emisiones de metano, y su recomendación principal es la utilización de forrajes de alta calidad (Bonilla Cárdenas y Lemus Flores, 2011). Como lo menciona Chacón Hernández y Vargas Rodríguez, (2009), el tiempo de corte de si afecta la calidad y composición nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* como en el caso de la proteína, FDN y lignina entre otros, afectando principalmente su digestibilidad.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El metano se encuentra en el grupo de los gases con efecto invernadero, en el cual están gases como el dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) hidrfluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafloruro de azufre (SF₆). Estas moléculas se caracterizan por estar compuestas por dos o más átomos que están unidos y tienen suficiente espacio entre sí para poder vibrar cuando absorben calor; cuando esta molécula vibra genera radiación y será posiblemente absorbida por otra molécula de GEI. Este proceso es cual ayuda a mantener la temperatura en la tierra y se conoce como efecto invernadero (Bonilla Cárdenas y Lemus Flores, 2011). Con el paso del tiempo se evidenció que el cambio climático tuvo una aceleración, esto se produjo por un incremento de temperatura que se ha evidenciado a mediados del siglo 19, este fenómeno fue atribuido al hombre por el proceso de revolución industrial ya que este evento antrópico se caracterizó por la masiva producción de gases emitidos por la quema de combustibles a base de fósiles (Compagnucci , 2009). El incremento de temperatura ocasiona que se genere un desequilibrio en las épocas de invierno y verano provocando que estas temporadas no se den en los tiempos que generalmente se tienen que presentar, afectando directamente la agricultura al nivel mundial (Instituto Nacional de Investigación Sobre Políticas

Alimentarias , 2009). En el año 2015 se estimó que México produjo 535 millones de toneladas Co₂ equivalente (MTCO₂) de las cuales el 26.6% está constituido por el metano, y el 10.3% del metano total es producido específicamente por la ganadería, lo cual quiere decir que el sector ganadero produjo 70 MTCO₂e de las 535 producidas en el año 2015 (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018). Esta cifra es de gran importancia si se tiene en cuenta que una molécula de metano tiene un potencial de calentamiento global 25 veces mayor que la molécula de CO₂ (Beltrán Santoyo *et al*, 2016).

5. JUSTIFICACIÓN

El metano es un producto residual del proceso de fermentación anaeróbica para la asimilación de nutrientes del forraje, que resulta en una forma ineficaz energéticamente hablando; las producciones del metano ruminal pueden llegar a cifras considerables, se estima que en hatos lecheros de Oriente medio y África es de 40 kg/animal/año, mientras que en Norte América alcanza 121/kg /animal/año. Estas cantidades constituyen el 30% de la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI) al nivel mundial (Ramírez *et al*, 2014).

Optimizar la degradación alimenticia a nivel ruminal se convierte en asunto prioritario; el control sobre la producción de H₂ en el rumen disminuye en parte la producción de CH₄. La presentación de la dieta puede determinar la disminución de ambos productos (Ramírez *et al*, 2014). Esta presentación tiene mucha importancia ya que por lo general los forrajes poseen una gran proporción de su materia orgánica en forma de fibra, esto es con el fin de proveerles una integridad estructural. Esta variante determina mucho la facilidad con que los microorganismos especialmente las bacterias metanógenas del rumen pueden degradar el material que se les proporcione como alimento, esa fibra está compuesta principalmente por moléculas de (celulosa, hemicelulosa, lignina), esta composición produce resistencia a la reducción de tamaño (degradación de la fibra), variable que está directamente asociada con la cantidad de fibra presente en el forraje suministrado. (Barahona *et al*, 2005). Se ha encontrado que las dietas que tengan mayor contenido de almidones tienen menor producción de metano entérico que las dietas que tengan mayor cantidad de fibra gracias a que las dietas a base de almidones promueven la producción de propionato y esto hace que disminuya la relación metano/materia orgánica fermentada en el rumen (Carmona *et al* , 2005). Esto se debe tener en cuenta ya que según (Calzada-Marín *et al*, 2018), el pasto *Pennisetum purpureum* tiene un punto óptimo de corte al nivel agronómico a los 135 días después de siembra para la utilización como forraje.

6. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el crecimiento, área foliar, rendimiento y degradabilidad ruminal del pasto *Pennisetum purpureum* (Schum) en tres edades tiempos de cosecha.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Analizar el crecimiento, área foliar y rendimiento del pasto *pennisetum purpureum* en tres diferentes tiempos de Cosecha
2. Comparar la degradabilidad del pasto objeto de estudio en los diferentes tiempos de cosecha planteados

3. Analizar si el tiempo de corte afecta la composición química (proteína cruda, fibra detergente neutra) del pasto *Pennisetum purpureum*.
4. Determinar si existe una correlación entre el tiempo de cosecha del pasto *Pennisetum purpureum* y la composición morfológica.
5. Determinar la degradabilidad ruminal de la materia seca del pasto *P. purpureum*

7. MARCO REFERENCIAL

Género *Pennisetum*:

Son hierbas perennes de origen africano, caracterizadas por ser de alta talla, logrando alcanzar una altura promedio de 2-3 metros, dependiendo las condiciones agroecológicas a las que se exponga. Estos pastos son de crecimiento rápido que suelen ser muy nutritivas en sus estadios vegetativos, pero cuando alcanzan una altura de un metro suele disminuir sus contenidos de nutrientes y en su tallo aumenta el contenido de celulosa. Se suele recomendar su producción asexual ya que su semilla tiene poca viabilidad y cuando germinan no tienen un gran vigor, esto conlleva a que su producción mejore hasta el segundo año. Por lo general se aconseja sembrar más o menos 25000 esquejes por hectárea para obtener una buena producción, y dependiendo del suelo que se disponga se aconseja hacer una buena fertilización a base de materia orgánica y elementos como el nitrógeno y el fósforo (Harvard Duclos , 1969).

***Pennisetum purpureum* (Pasto Taiwán):**

Es una planta de la familia de las gramíneas que se caracteriza por tener un crecimiento erecto y forma macollo, puede llegar a tener una altura de 3 metros. Sus hojas suelen ser largas con una medida promedio de 70 centímetros, tienen textura y bordes rugosos, la inflorescencia que posee es en forma de panícula cilíndrica, larga y pubescente. Se ha evidenciado que en zonas de altura su corte se puede realizar a los 120 días, pero en zonas bajas su producción se acelera y se puede hacer el corte a los 45 días, su rendimiento tiende a ser bueno pero el contenido de proteína oscila entre 7 a 10% (JICA, 2016). Se ha encontrado que la máxima producción de *Pennisetum purpureum* se presenta cuando es expuesto a temperaturas que oscilan entre 30-35°C y su crecimiento se inhibe con temperaturas menores a 10°C, en cuanto a sus necesidades hídricas, tiene un amplio rango, que va desde 750 mm a 2500 mm (Calzada Marín *et al*, 2018). Se estima que su producción promedio por hectárea es de 180 toneladas de forraje, si se mantiene un buen manejo agronómico, fertilizándolo con una buena fuente de nitrógeno, el forraje que produce tiende a ser muy basto, pero tiene una buena palatabilidad para el ganado bovino (Harvard Duclos , 1969). Se ha estimado que las pasturas de *Pennisetum purpureum* alcanzan representar hasta el 28% de las pasturas que se encuentran en México llegando a tener más de 55.7 millones de hectáreas (Calzada Marín *et al*, 2018)

Digestibilidad aparente y degradabilidad ruminal:

La degradabilidad es la cantidad de alimento que desaparece en el rumen del animal, esto es debido a los procesos digestivos que hacen los microorganismos presentes en el, estos procesos son muy dependientes de las características del alimento suministrado. La

digestibilidad es la proporción del alimento ingerido que no aparece en las heces del animal, existen dos diferentes tipos de digestibilidad que son la digestibilidad aparente y la digestibilidad real, estas dos se diferencian ya que la digestibilidad aparente, no considera la cantidad de componentes que no son del alimento como (jugos digestivos, descamación celular) (Ministerio de agricultura pesca y alimentación de España, 2019).

Las gramíneas como forraje:

La industria de la ganadería depende prácticamente de las plantas gramíneas, ya que la mayoría de los animales domesticados son consumidores de ellas. Esto se debe a que poseen sustancias esenciales como azúcares, proteínas, vitaminas y minerales. Cada gramínea presenta diferentes concentraciones de cada uno de estos compuestos y en consecuencia presentan diferente palatabilidad dependiendo del ganado (Sanchez Ken, 2015).

En México se han podido establecer un buen número de plantas forrajeras introducidas, ya que existe condiciones favorables para su desarrollo, unas de estas plantas son: *Blhrichloa ischaemun* var. songo rica, *Cenchrus ciliaris*, *Cynodon dactylon*, *Panicum maxima*, *Rhynchielytrun repens*, también se encuentran de los géneros: *Agropyron*, *Bromus*, *Dichantium*, *Eragrostis*, *Hyparrhenia*, *Paspalum*, *Panicum* (Sanchez Ken, 2015).

Generalidades metabólicas a nivel ruminal:

La ganadería se estima que produce entre el 15 al 20 % de la emisión de metano en el mundo. Esto es debido al proceso digestivo que se produce anaeróbicamente en el rumen de los bovinos, el cual participan bacterias que ayudan a degradar la celulosa y la transforman en glucosa, que después se fermenta y produce ácido acético y se reduce para el final producir dióxido de carbono y metano. Este metano por lo general se libera a la atmósfera en forma de eructos, los cuales se inician a las cuatro semanas de vida del animal, específicamente cuando los alimentos sólidos comienzan a ser retenidos en el rumen, lo cual aumenta su fermentación y posterior aumento de producción de gases, mientras este órgano se va desarrollando. Se estima que en la producción tecnificada un animal produce anualmente entre 60 – 126 kg de metano y en pastoreo tienen una producción de 32-83 kilogramos de metano, esto se debe a la mala calidad nutricional de las gramíneas con la cual el ganado es alimentado (Carmona, Bolívar, & Giraldo, 2005)

8. RECURSOS FÍSICOS, TALENTO HUMANO Y METODOLOGIA

Ubicación y Características agroclimatológicas:

El experimento se realizará en la ciudad de Mérida que está ubicada en el estado de Yucatán México, a una altura de 10 MSNM, gracias a su posición Mérida posee un clima semiseco, teniendo una temperatura media anual de 26 °C y precipitación media anual de 991.5 mm (PIDEM, 2019).

Infraestructura y Equipos:

- Lugar de experimentación:
El experimento se realizó en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, en Mérida, Yucatán, México.
- Degradabilidad ruminal:
La degradabilidad ruminal se realizó en el establo con un bovino que está canulado en el rumen y fue asignado para ello, y el pesaje de las muestras se tomaron en el laboratorio del campus con una balanza digital.
- Medición de materia seca y altura de las plantas:

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Las plantas fueron medidas en las parcelas asignadas para el experimento y el material se secó en una estufa de secado con aire forzado a 50°C, ubicada en el establo del campus.

Personal: Para llevar a cabo la evaluación se contó con un personal capacitado el cual ejecuta y dirige el desarrollo de las labores necesarias durante el proyecto como cosechas y análisis de laboratorio.

Metodología:

La metodología y tratamientos que se utilizaron para la realización del ensayo son:

Para la realización de este experimento se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) el cual estuvo constituido por tres tratamientos y tres bloques, en cada bloque existirá una réplica de cada tratamiento, el factor a bloquear es la disponibilidad de riego ya que no se puede modificar la posición del aspersor ni la cantidad de agua que suministra cada aspersor.

Tratamiento	Especificación	Material
T1	Cosecha a los 40 días de rebrote	<i>Pennisetum purpureum</i>
T2	Cosecha a los 60 días de rebrote	<i>Pennisetum purpureum</i>
T3	Cosecha a los 80 días de rebrote	<i>Pennisetum purpureum</i>

Cuadro 1. Descripción de tratamientos utilizados, en el experimento.

Metodología para las variables y covariables que se evaluaron en el experimento:

Variables:

- **Altura de la planta:**
Se tomo 5 tallos aleatoriamente por replica de cada tratamiento antes de cada corte, para un total de 15 tallos por tratamiento y se midió su altura desde la parte basal del tallo hasta donde se dobla la hoja bandera.
- **Relación hoja-tallo, hoja-no hoja y composición morfológica:**
Se utilizó 2 m² de cada replica, consecutivamente se cosecharon y se procedió a la separación del material vegetal (hojas, tallo y material necrótico), se pesó en fresco, se llevó a una estufa de secado de aire forzado hasta alcanzar su peso constante, luego por medio de una balanza digital se obtuvo su peso seco, el cual posteriormente sirvió para hallar la relación (hoja-tallo), relación (hoja- no hoja) y composición morfológica de cada tratamiento.

- Degradabilidad:**
Se realizó una incubación ruminal *in situ* de 96, 72, 48, 24 y 12 horas. Cada hora establecida tuvo 3 bolsas, para un total de 15 bolsas por tratamiento, con esto se pudo hallar el porcentaje de degradación que tiene cada tratamiento durante las horas evaluadas.
- Producción de materia seca por hectárea:**
Se utilizó el peso total de materia fresca y seca obtenido en la composición morfológica, teniendo en cuenta el área muestreada y se estimó la producción a una hectárea y la producción por año para cada tratamiento.
- Determinación de fibra detergente neutra (FDN) y proteína cruda (PC)**
Se envió una muestra de 100 gramos de pasto molido de cada tratamiento al laboratorio para realizar sus respectivas pruebas de fibra detergente neutra (FDN) y proteína cruda (PC).
- Área foliar y índice de área foliar**
Se tomó una muestra de 50x50 centímetros de área para cada réplica, en la cual se midió el área foliar por medio de la metodología establecida por (Rincón Guerrero *et al*, 2012) en la cual se utilizan fotografías de los folios de las plantas para ser analizadas con el programa "Imagej", posteriormente se halló el índice de área foliar (IAF) con los datos obtenidos de área foliar y área del suelo muestreado.

Covariables:

- Intensidad de luz y radiación interceptada:**
Se realizaron dos mediciones de intensidad de luz para cada réplica de cada tratamiento por medio de un luxómetro marca "Extech" las cuales serán clasificadas en: intensidad de luz externa (medición directa a la exposición del sol) e intensidad de luz interna (medición en la parte basal de la planta seleccionada). Para la radiación interceptada se utilizó una regla de 100 centímetros la cual se puso paralelo al suelo en la parte basal de la planta seleccionada aleatoriamente y se midió la cantidad de centímetros lineales que la luz tocó, teniendo en cuenta que 100 centímetros es el 100%.
- Aforo de riego aplicado por aspersión:**
Se hizo una estimación de la cantidad de riego aplicado por medio de un aforo el cual se basó en colocar siete recipientes aleatoriamente en cada bloque, con un diámetro de once centímetros y se tomó la cantidad de agua que cae en los recipientes, por 5 minutos, esta cantidad se midió por medio de una probeta de 50 mililitros, después se sumó cada área de los recipientes y se estimó la cantidad de riego que se aplicó para el área de cada bloque.
- Medición de variables ambientales (temperatura y precipitación):**

Se medio diariamente durante el experimento la temperatura máxima, mínima y la precipitación que se presente en la zona de estudio por medio de una estación meteorológica marca “Davis” modelo (vantage pro 2).

9. RESULTADOS

1) Altura:

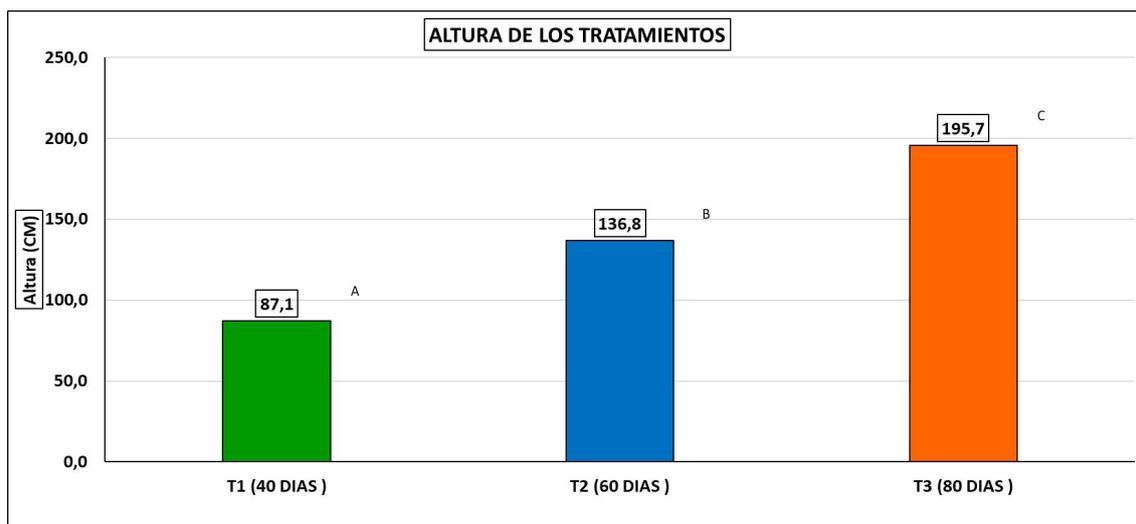


Figura 1. Altura de *P. purpureum* a tres edades de corte. medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	90407,82	4	22601,96	28,67	<0,0001
Bloque	1847,01	2	923,51	1,17	0,3203
Tratamiento	88560,81	2	44280,41	56,17	<0,0001
Error	31534,49	40	788,36		
Total	121942,31	44			

Fecha de corte	Altura (cm)	E.E
40 días	87,13 a	7,25
60 días	136,77 b	7,25
80 días	195,67 c	7,25

Bloque	Altura (cm)	E.E
1	138,57 a	7,25
2	132,73 a	7,25
3	148,27	7,25

Cuadro 2. Análisis de varianza de la altura de *P. purpureum* en los tratamientos y bloques antes de su respectivo corte, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

2) Producción:

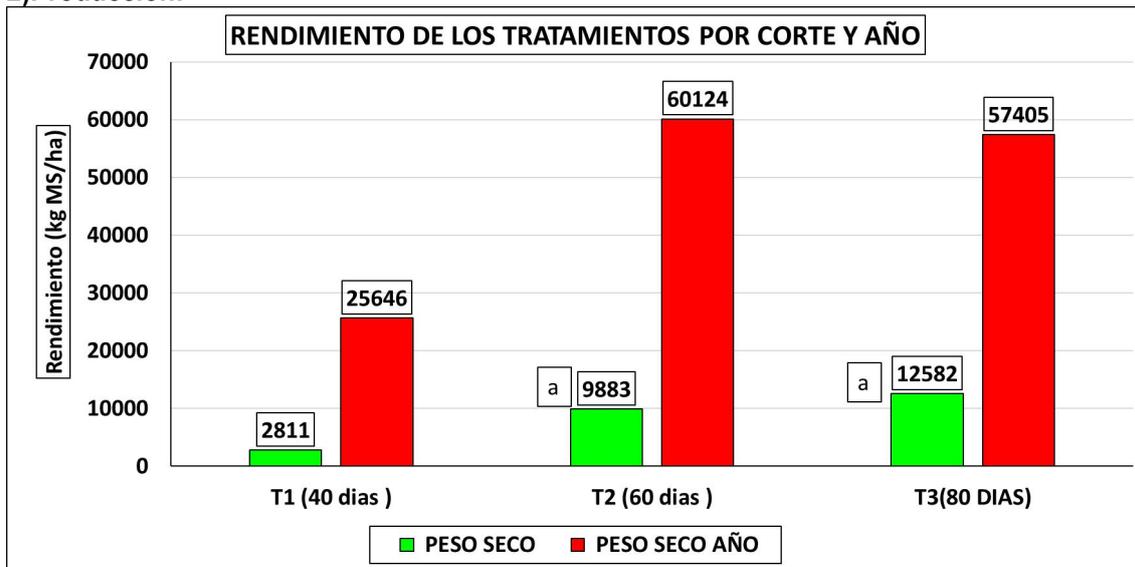


Figura 2. Rendimiento de forraje de *P. purpureum* bajo riego a diferentes edades de cosecha en la época seca y durante el año, en el sureste de México, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	177411655,52	4	44352913,88	3,24	0,1408
Bloque	24621670,14	2	12310835,07	0,90	0,4760
Tratamiento	152789985,39	2	76394992,69	5,57	
Error	54814018,17	4	13703504,54		
Total	232225673,70	8			

Fecha de corte	Rendimiento (kg/ha)	E.E
40 días	2810,50 a	2137,25
60 días	9863,03 a	2137,25
80 días	12582 a	2137,25

Bloque	Rendimiento (kg/ha)	E.E
1	9359,03 a	7,25
2	6101,07 a	7,25
3	981,73 a	7,25

Cuadro 4. Análisis de varianza del rendimiento de *P. purpureum* en los tratamientos y bloques antes de su respectivo corte, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

3) relación hoja: tallo y hoja: no hoja

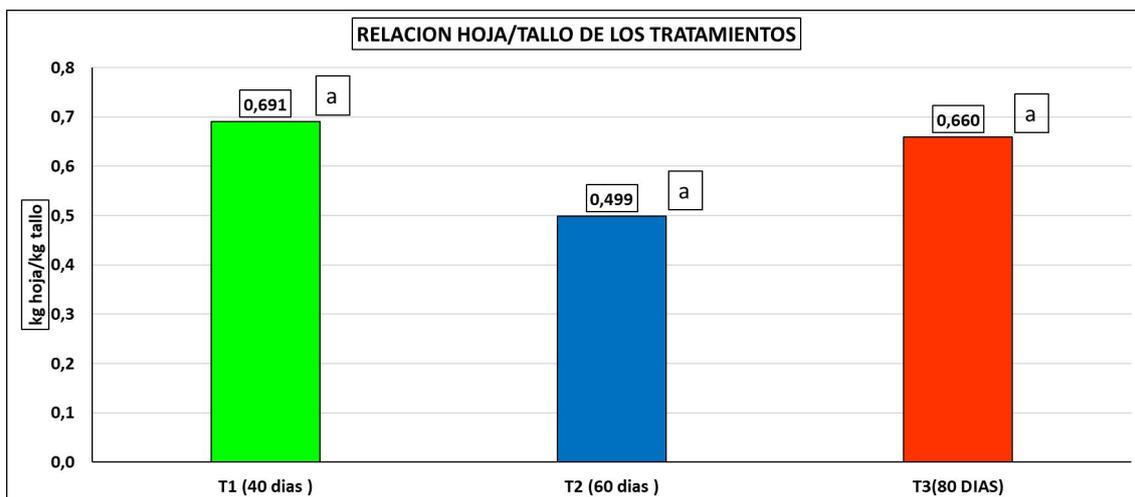


Figura 3. Relación hoja: tallo de *P. purpureum* en diferentes tiempos de cosecha en la época seca en el sureste de México, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0,17	4	0,04	1,72	0,3064
Bloque	0,11	2	0,05	2,15	0,2322
Tratamiento	0,06	2	0,03	1,29	0,3703
Error	0,10	4	0,02		
Total	0,27	8			

Fecha de corte	Relación hoja: tallo	E.E
40 días	0,50 a	0,09 a
60 días	0,66 a	0,09 a
80 días	0,69 a	0,09 a

Bloque	Relación hoja: tallo	E.E
1	0,70 a	0,09 a
2	0,69 a	0,09 a
3	0,69 a	0,09 a

Cuadro 5. Análisis de varianza de la relación hoja:tallo de *P. purpureum* en los tratamientos y bloques antes de su respectivo corte, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

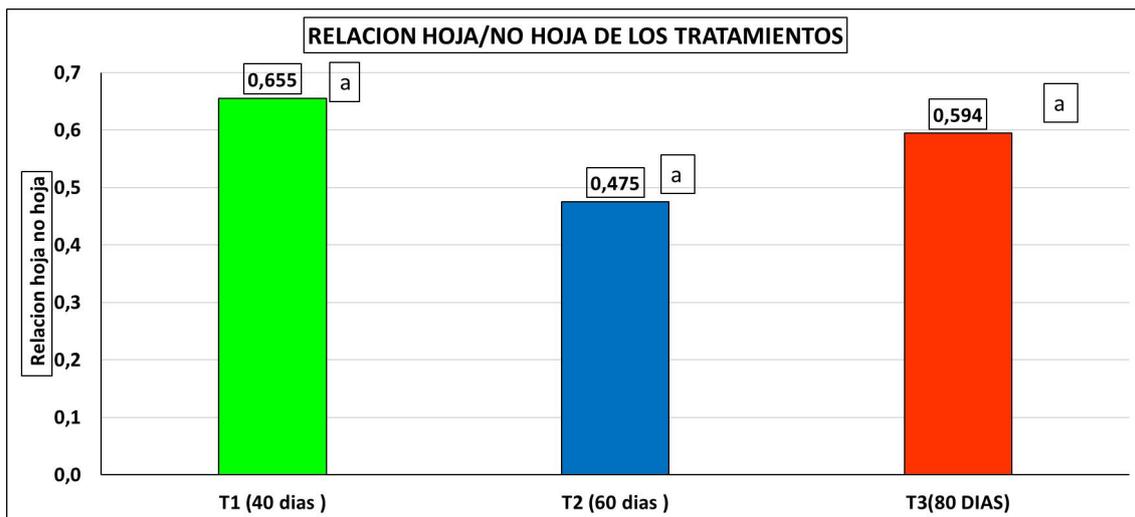


Figura 4. Relación hoja: no hoja de *P. purpureum* en diferentes tiempos de cosecha (T1:40 días ;T2:60días; T3:80 días) en la época seca en el sureste de México, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	0,13	4	0,03	1,40	0,03769
Bloque	0,08	3	0,04	1,68	0,2954
Tratamiento	0,05	3	0,03	1,11	0,4124
Error	0,09	4	0,02		
Total	0,22	8			

Fecha de corte	Relación hoja: no hoja	E.E
40 días	0,48 a	0,09 a
60 días	0,59 a	0,09 a
80 días	0,66 a	0,09 a

Bloque	Relación hoja: no hoja	E.E
1	0,64 a	0,09 a
2	0,64 a	0,09 a
3	0,45 a	0,09 a

Cuadro 6. Análisis de varianza de la relación hoja: no hoja de *P. purpureum* en los tratamientos y bloques antes de su respectivo corte, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

4) Composición morfológica

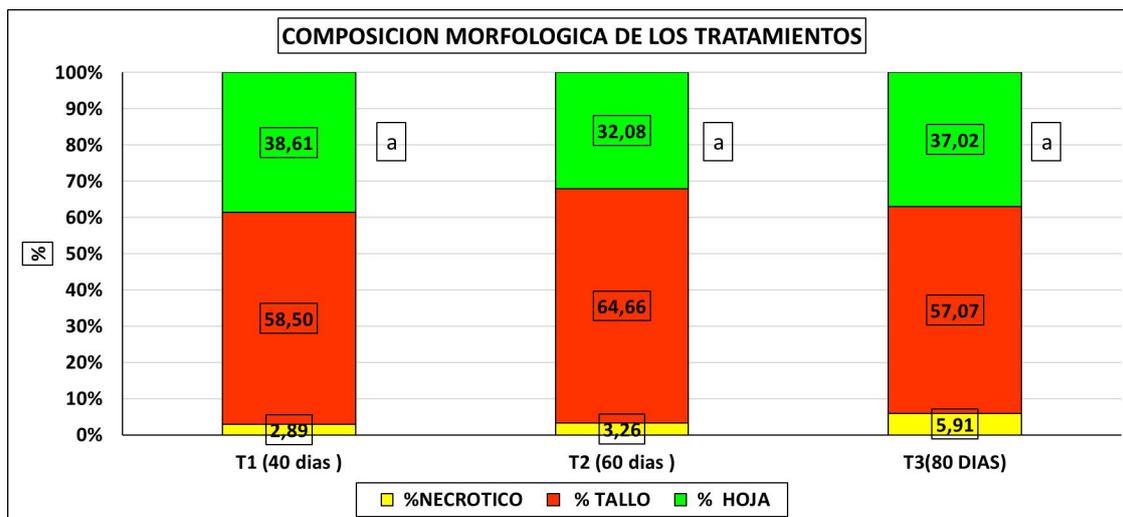


Figura 5. Composición morfológica de *P. purpureum* en diferentes tiempos de cosecha (T1:40 días; T2:60días; T3:80 días), medias con literales distintas son significativamente ($P<0.05$) diferentes (Tukey).

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	191,31	4	47,83	1,22	0,4250
Bloque	121,75	2	60,88	1,56	0,3162
Tratamiento	69,56	2	34,78	0,89	0,4791
Error	156,42	4	39,11		
Total	347,73	8			

Fecha de corte	Porcentaje de hoja	E.E
40 días	32,08 a	3,61 a
60 días	37,02 a	3,61 a
80 días	38,61 a	3,61 a

Bloque	porcentaje de hoja	E.E
1	38,13 a	3,61 a
2	38,86 a	3,61 a
3	30,72 a	3,61 a

Cuadro 7. Análisis de varianza del porcentaje de hoja y tallo de *P. purpureum* en los tratamientos y bloques a tres diferentes edades de corte, medias con literales distintas son significativamente ($P<0.05$) diferentes (Tukey).

5) Índice de área foliar (IAF) y peso seco del área foliar:

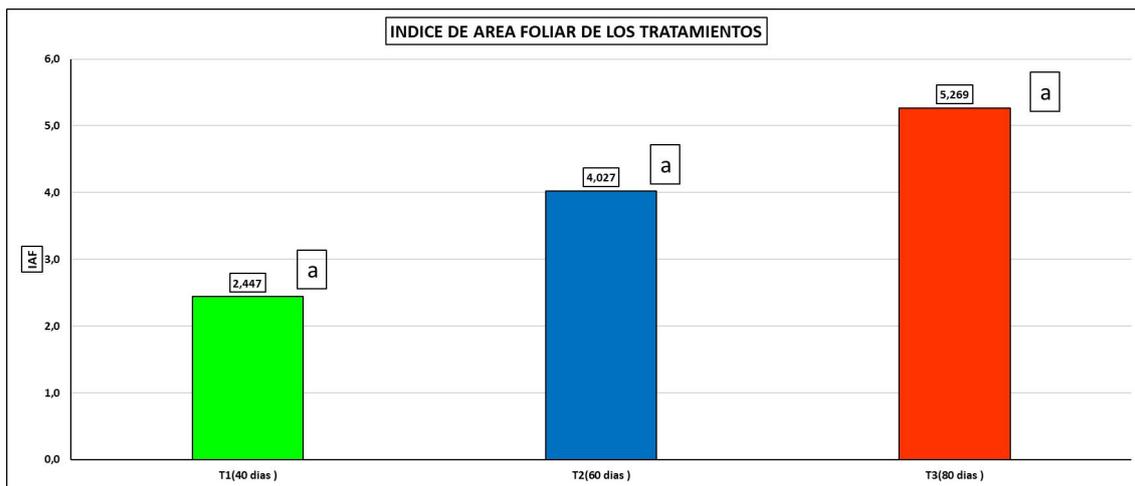


Figura 6. Índice de área foliar (IAF) de *P. purpureum* en diferentes tiempos de cosecha (T1:40 días; T2:60días; T3:80 días), medias con literales distintas son significativamente ($P<0.05$) diferentes (Tukey).

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	14,78	4	3,69	1,10	0,4643
Bloque	2,77	2	1,38	0,41	0,6875
Tratamiento	12,01	2	6,00	1,79	0,2788
Error	13,43	4	3,36		
Total	28,21	8			

Fecha de corte	Índice de área foliar (IAF)	E.E
40 días	2,45 a	1,06 a
60 días	4,03 a	1,06 a
80 días	5,27 a	1,06 a

Bloque	Índice de área foliar (IAF)	E.E
1	4,30 a	1,06 a
2	4,31 a	1,06 a
3	3,13 a	1,06 a

Cuadro 8. Análisis de varianza del índice de área foliar (IAF) de *P. purpureum* en los tratamientos y bloques a tres diferentes edades de corte, medias con literales distintas son significativamente ($P<0.05$) diferentes (Tukey).

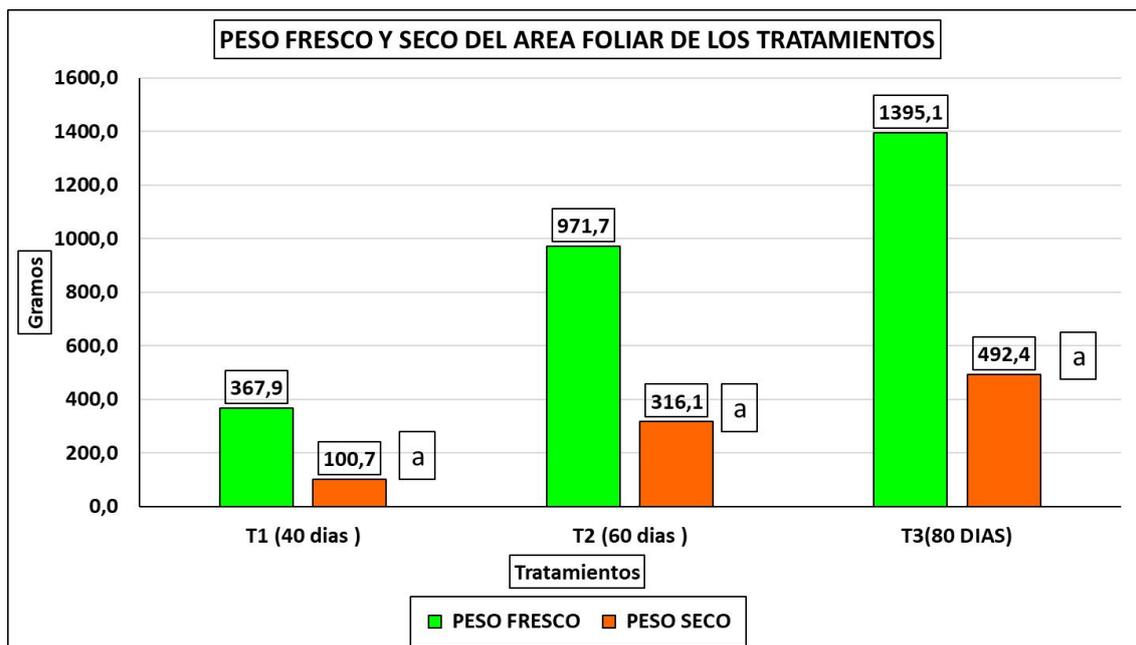


Figura 7. Peso fresco y seco en gramos del área foliar recolectada en un metro cuadrado de *P. purpureum* en diferentes tiempos de cosecha (T1:40 días ;T2:60 días ; T3:80 días), medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	245826,45	4	61456,61	2,49	0,1994
Bloque	14875,63	2	7437,81	0,30	0,7554
Tratamiento	230950,83	2	115475,41	4,68	0,0897
Error	98776,75	4	24694,19		
Total	344603,20	8			

Fecha de corte	Peso seco de área foliar /m ²	E.E
40 días	100,67 a	90,73 a
60 días	316 a	90,73 a
80 días	5,269 a	90,73 a

Bloque	Peso seco de área foliar/m ²	E.E
1	278,13 a	90,73 a
2	360,40 a	90,73 a
3	270,67 a	90,73 a

Cuadro 9. Análisis de varianza del peso seco del área de *P. purpureum* en los tratamientos y bloques a tres diferentes edades de corte, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

7) Degradabilidad *in situ* de la materia seca del pasto *P.purpureum*.

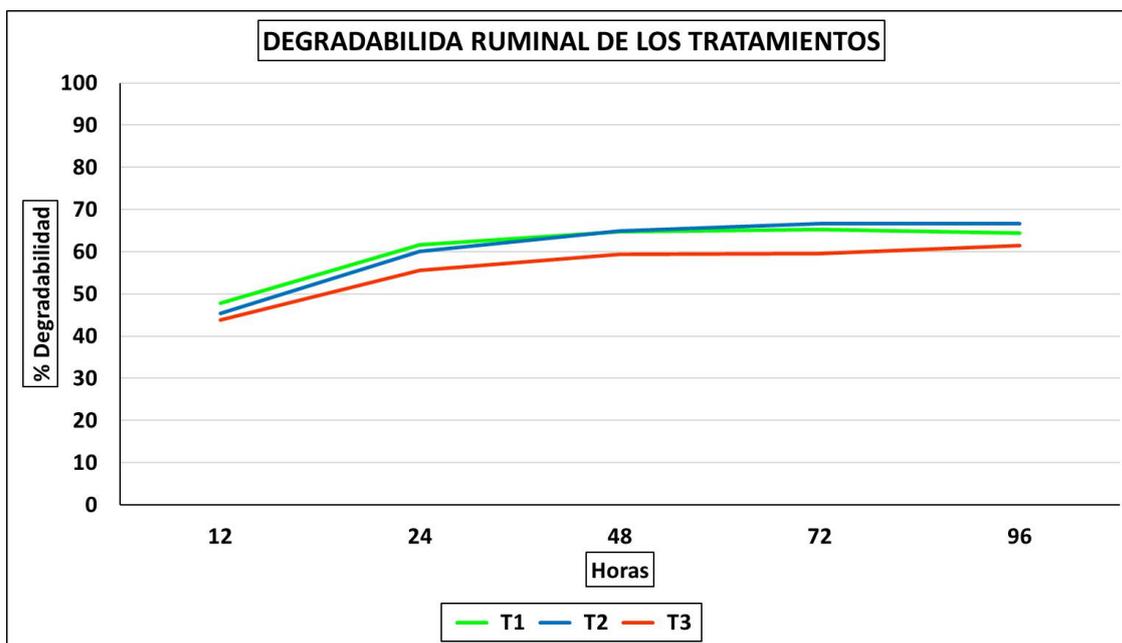


Figura 8. Porcentaje de degradabilidad *in situ* de *P. purpureum* en diferentes edades de cosecha (T1:40 días ;T2:60días ; T3:80 días).

F.V	SC	GL	CM	F	P-VALOR
Modelo	59,76	2	29,88	8,47	0,017
Tratamiento	59,76	2	29,88	8,47	0,017
Error	21,17	6	3,53		
Total	80,92	8			

Fecha de corte	% Degradabilidad	E.E
40 días	64,80 b	1,08
60 días	64,84 b	1,08
80 días	59,35 a	1,08

Cuadro 10. Análisis de varianza de la degradabilidad a 48 horas de la materia seca de *P. purpureum* en los tratamientos a tres diferentes edades de corte, medias con literales distintas son significativamente ($P < 0.05$) diferentes (Tukey).

8) Composición química de la materia seca del pasto *P.purpureum*.

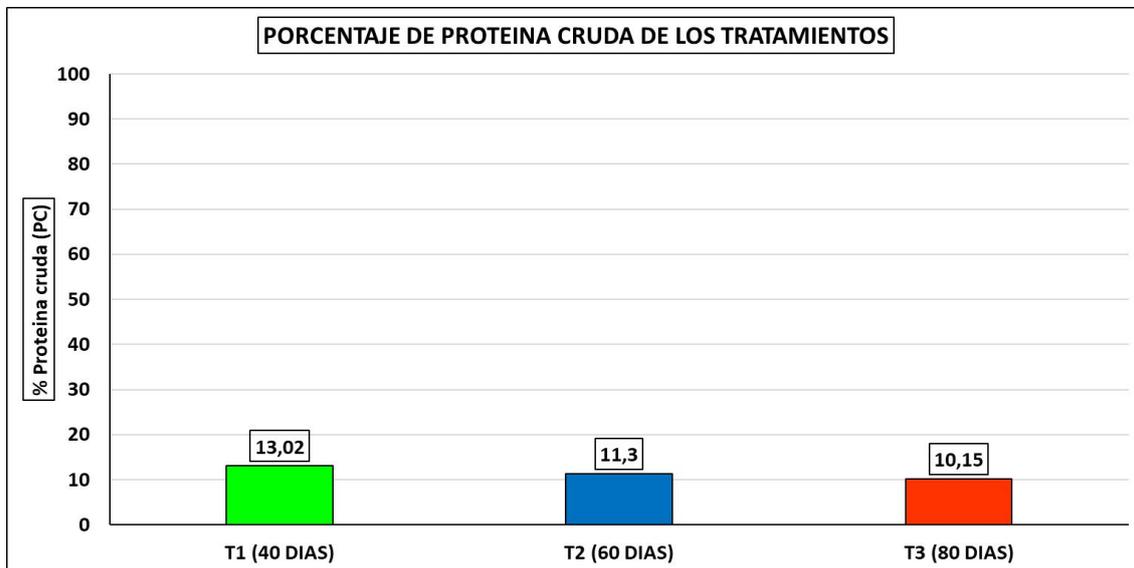


Figura 9. Porcentaje de proteína cruda (PC) de *P. purpureum* en diferentes tiempos de cosecha (T1:40 días; T2:60días; T3:80 días).

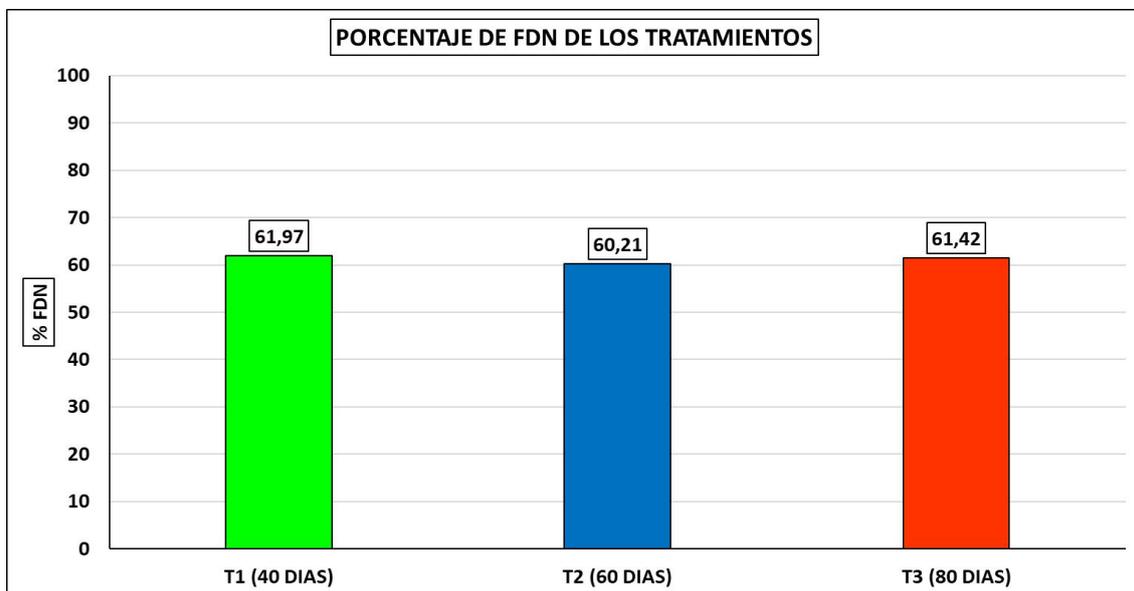


Figura 10. Porcentaje de fibra detergente neutra (FDN) de *P. purpureum* en diferentes edades de cosecha (T1:40 días; T2:60 días; T3:80 días).

6) Riego:

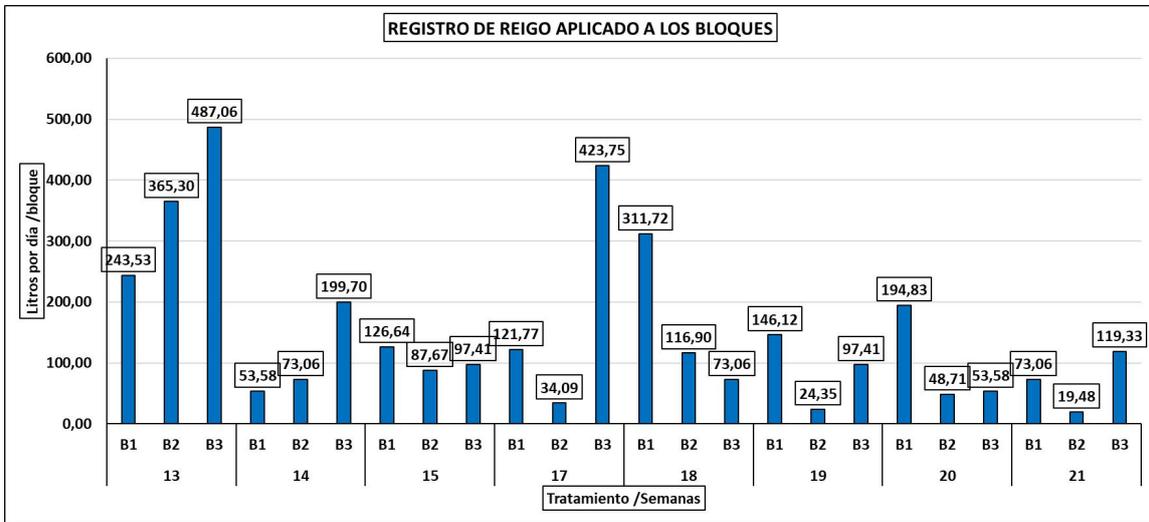


Figura 11. Riego aplicado en forma de aspersión (Litros/bloque) en tres metros cuadrados, durante el periodo experimental, (B1: bloque 1; B2: bloque2; B3: bloque 3).

7) variables climáticas (temperatura, precipitaciones y humedad relativa):

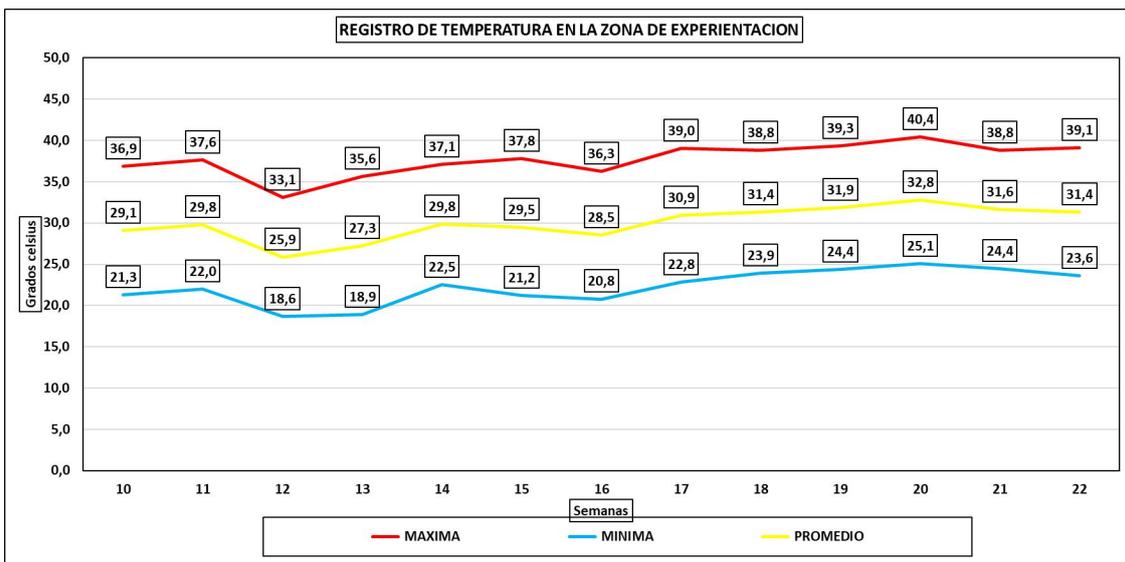


Figura 12. Temperatura registrada durante el periodo experimental.

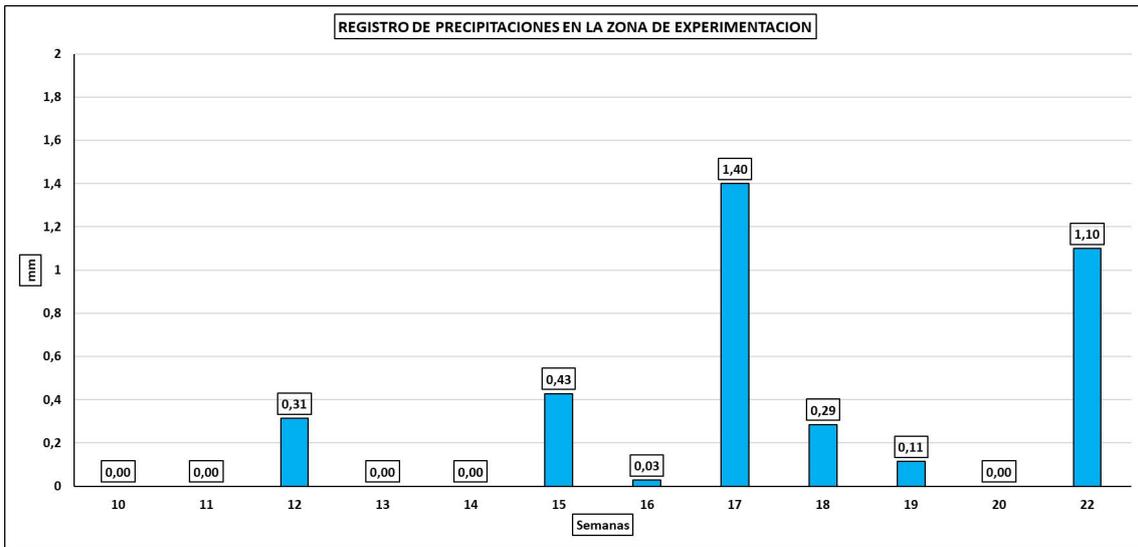


Figura 13. Precipitaciones registradas durante el periodo experimental.

8) intercepción e intensidad de la luz:

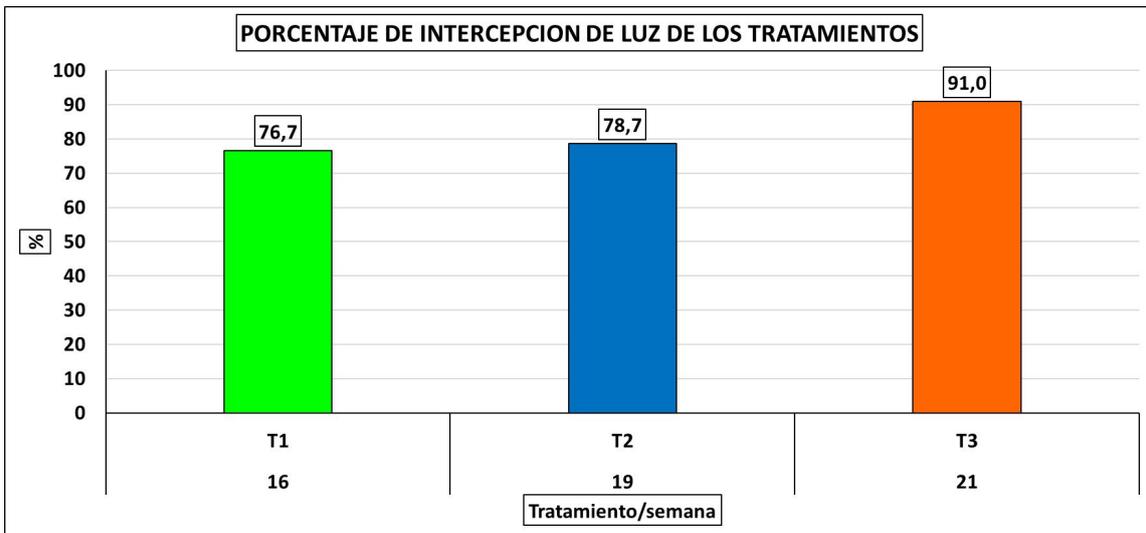


Figura 14. intercepción solar de *P. purpureum* en diferentes edades de cosecha (T1:40 días; T2:60días; T3:80 días).

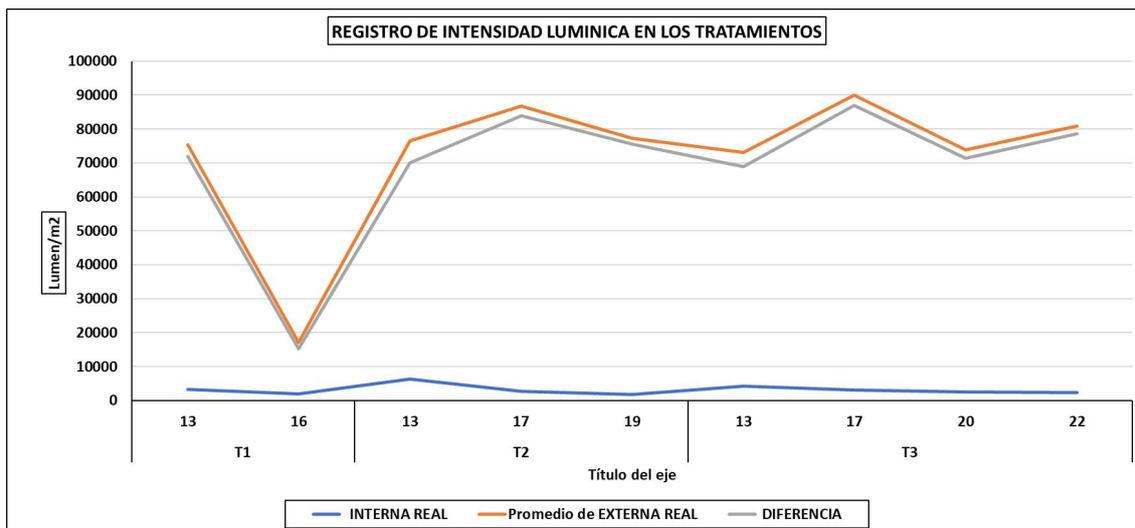


Figura 15. intensidad lumínica expresado en (lumen /metro cuadrado) de *P. purpureum* dentro y fuera del área foliar durante el tiempo de experimentación.

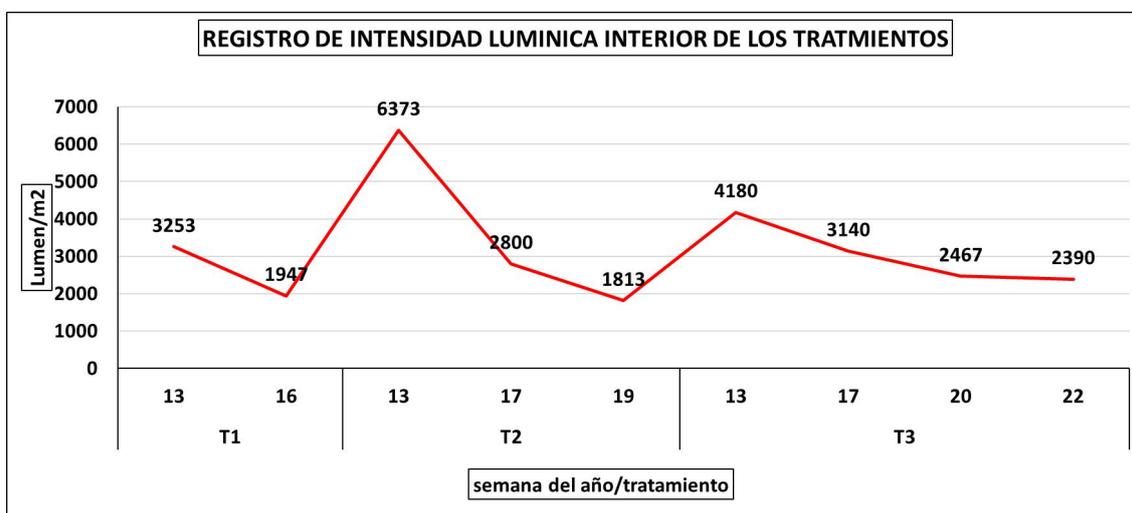


Figura 16. intensidad lumínica expresado en (lumen /metro cuadrado) de *P. purpureum* dentro del área foliar durante el tiempo de experimentación en diferentes edades de corte.

11. DISCUSION

Se obtuvo que la altura tuvo un comportamiento normal fisiológicamente, en la cual con el paso de los días va aumentando, esto se reflejó en las medias de cada tratamiento, las cuales fueron (87.1cm, 136.8cm y 195.7cm), estos datos obtenidos se acoplan a los datos que reportaron Rodríguez Lourdes, *et al* (2011) los cuales evaluaron la altura de *P. purpureum* a 42, 56 y 84 días de edad en periodo lluvioso. Esto se pudo corroborar con el análisis de varianza que determino que si poseen diferencias significativas estadísticamente. Se observó por medio de la prueba de Tukey que los bloques no tuvieron diferencias significativas en la altura. El rendimiento obtenido fue de 25.6 ton/ha/año con una frecuencia de corte 40 días, 60.1 ton/ha/año con una frecuencia de corte de 60 días y 57.4 ton/ha/año con una frecuencia de corte

de 80 días, se logró un mayor rendimiento que lo reportado por Espinoza *et al* (2001) el cual evaluó *P. purpureum* con una frecuencia de corte de 60 días con diferentes fertilizaciones y obtuvo un rendimiento de 21.76 ton/ha/año y por lo reportado por Martínez & González, (2017) los cuales evaluaron diferentes variedades de *Pennisetum* en la provincia de Mayabeque en Cuba y lograron obtener rendimientos de 30 – 40 tMS/ha/año. El porcentaje de proteína cruda (PC) se redujo conforme a que la edad aumento, comenzado desde 13.02 %a los 40 días de rebrote hasta llegar a 10.15% a los 80 días de rebrote, esto concuerda con lo reportado por Valles de la Mora, Castillo Gallegos, & Bernal Barragán (2016) que encontraron que *P. purpureum* tiene un promedio de 11% de PC, lo cual difiere por lo reportado por Chacón Hernández & Vargas Rodríguez (2009), el cual encuentra que desde los 60 hasta los 90 días de rebrote el contenido de PC esta entre 9.56% a 8.42 %. Bajos las circunstancias particulares en que se realizó el experimento, cruzando por las épocas de secas y lluvias que van de los meses de marzo a junio se observó que el porcentaje de FDN no se modificó conforme la edad aumento en el material evaluado, manteniéndose en un 61%. Esto sugiere que probablemente no habría efecto sobre la producción de metano entérico, pero el porcentaje de FDN obtenido concuerda con lo reportado por Valles de la Mora, Castillo Gallegos, & Bernal Barragán (2016), los cuales encontraron que el porcentaje de FDN para el genero *penisetum* va desde 68.2% a 69.8 %, pero tambien existen reportes que el porcentaje de FDN puede llegar hasta 76% despues de 90 dias de rebrote (Chacón Hernández & Vargas Rodríguez, 2009) . El mayor porcentaje de degradabilidad se presentó a las 96 horas de incubación *in situ*, el cual tuvo un promedio en los tratamientos de 64% de degradabilidad. Los tratamientos que obtuvieron mejores porcentajes de degradabilidad fueron T1(40 días) y T2 (60 días), lo cual se ajusta a lo reportado por Valles de la Mora, Castillo Gallegos, & Bernal Barragán (2016) que encontraron que la mejor degradabilidad para pastos del genero *Pennisetum* es de los 60 a los 90 dias de rebrote. El rendimiento de los tratamientos mostro gráficamente una tendencia lineal de la cual aumentaba la producción de kilogramos de materia seca con el paso del tiempo, pero estadísticamente los tratamientos no tuvieron diferencias significativas, esto se debe posiblemente a que no se contaba con la cantidad de réplicas necesarias. La producción de especies de forraje de porte alto, se ve comúnmente afectada en la zona de experimentación, ya que la península de Yucatán se caracteriza por tener predominancia de leptosoles, que son suelos con una pequeña profundidad y gran cantidad de contenido de piedra en ellos, se estima que el 80% de la península posee estos suelos (Gobierno de Mexico , 2019), esto puede generar que el contenido de nutrientes se escaso en los suelos y las raíces no tengan un buen desarrollo.

12. CONCLUSIONES

- El rendimiento de kg/ha de materia seca, área foliar y crecimiento del pasto *P. purpureum* se vio influenciado por la edad.
- El porcentaje de intercepción de luz y la intensidad lumínica en la parte basal del tallo es un buen indicador del aumento del área foliar durante el desarrollo fenológico del pasto *P. purpureum*.

- El porcentaje de materia seca del *P. purpureum* encontrado en el experimento es de alrededor del 30%, esto puede ayudar para la estimación de producción que se necesite en un sistema pecuario
- El mejor rendimiento de *P. purpureum* en el año, se logró con una frecuencia de corte de 60 días, dependiendo de las circunstancias bióticas y abióticas a las que se exponga y sin fertilización.
- A pesar de que no se encontró diferencias estadísticas en el IAF posiblemente por el número de replicas y las condiciones a las que se expuso el experimento, se puede observar en **la figura 6** que tiene un crecimiento lineal con el paso de la edad.
- La degradabilidad ruminal de la materia seca del pasto *P. purpureum* a los 80 días de rebrote (59%) fue menor que la registrada a los 40 y 60 días (64%).
- No se observó una diferencia en la composición morfológica del pasto *P. purpureum*, durante las tres edades de cosecha evaluadas.
- El contenido de proteína cruda en el pasto *P. purpureum* decrece a medida que la edad aumenta y el contenido de la fibra detergente neutra se mantiene hasta los 80 días de rebrote.
- La ausencia de diferencia en la concentración de FDN, sugiere que posiblemente la producción de metano entérico no sea afectada por los diferentes tiempos de cosecha evaluados en el experimento.
- El número de réplicas y el área utilizada es muy importante a la hora de la elaboración de este tipo de experimentos, ya que puede afectar los resultados, aumentando el error experimental.
- Se debe tener en cuenta las características y estructura del suelo, como también la condición de la pastura ya que esta puede no ser homogénea, lo que conlleva a aumentar la variabilidad en los datos.

13 BIBLIOGRAFÍA

- Beltrán Santoyo , M. Á., Álvarez Fuentes, G., Pinos Rodríguez, J. M., & Contreras-Servín, C. (15 de 05 de 2016). *emisión de metano en los sistemas de producción de leche bovina en el valle de san luis potosi, méxico*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n3/1405-3195-agro-50-03-297-en.pdf>
- secretaría de medio ambiente y recursos naturales mexico. (2009). *Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones*. Obtenido de https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/cambio_climatico_09-web.pdf
- Valles de la Mora, B., Castillo Gallegos, E., & Bernal Barragán, H. (2016). Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 141-158.
- Alarcón Hincapié, J. C. (2017). *El cambio climático como factor transformador del territorio*. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/58092/1/79558538.2017.pdf>
- Araiza Rosales, Delgado Licon, Carrete Carreón, Medrano Roldán, Solís Soto, Murillo Ortiz, & Haubi Segura. (2013). *Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza*. Obtenido de <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/7.pdf>
- Barahona Rosales, R., & Sánchez Pinzón, S. (2005). Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *revista corpoica*, 69-81. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624715>

- Benavides Ballesteros, H. O., & León Aristizabal, G. E. (2007). *información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Obtenido de IDEAM:
www.ideam.gov.co/.../Gases...Efecto+Invernadero...Cambio+Climatico.../7fabbbd2-9...
- Bonilla Cárdenasa, J. A., & Lemus Flores, C. (18 de 01 de 2011). *Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático*. Revisión. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v3n2/v3n2a6.pdf>
- Calzada Marín, J. M., Ortega Jiménez, E., Enríquez Quiroz, J. F., Hernández Garay, A., Vaquera Huerta, H., & Escalante Estrada, J. A. (2018). análisis de crecimiento del pasto taiwan (*Pennisetum purpureum schum*) en clima cálido subhúmedo. *AP Agroproductividad*, 69-75.
- Carmona, J. C., Bolívar, D. M., & Giraldo, L. A. (08 de 02 de 2005). *El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n1/v18n1a06.pdf>
- Chacón Hernández, P. A., & Vargas Rodríguez, C. F. (16 de 11 de 2009). *Digestibilidad y calidad del Pennisetum purpureum cv. King grass a tres edades de rebrote*. Obtenido de www.mag.go.cr/rev_meso/v20n2_399.pdf
- Chacón Hernández, P. A., & Vargas Rodríguez, C. F. (16 de 11 de 2009). *Digestibilidad y calidad del Pennisetum purpureum cv. King grass a tres edades de rebrote*. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/4956/4766>
- Compagnucci, R. (13 de 03 de 2009). *Contribuciones Científicas GÆA - 23*. Obtenido de historia del cambio climático o calentamiento global: gaea.org.ar/GAEA33_Editorial.pdf
- Espinoza, F., Argenti, P., Gil, J. L., León, L., & Perdomo, E. (2001). Evaluación del pasto king grass (*Pennisetum purpureum cv. king grass*) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Tropical*, 59-71.
- Fredy Ramírez, J., Posada Ochoa, S., & Noguera, R. (24 de 10 de 2014). *Ruminal methanogenesis and mitigation strategies*. Obtenido de www.scielo.org.co/pdf/cmzv/v9n2/v9n2a14.pdf
- Gobierno de Mexico. (04 de 06 de 2019). Obtenido de Suelos : http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/02Parte1_El_Estado/Capitulo1/05Suelo.pdf
- Gobierno de Mexico. (s.f.). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatan*. Recuperado el 04 de 06 de 2019, de http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/02Parte1_El_Estado/Capitulo1/05Suelo.pdf
- Havard Duclos, B. (1969). *Las plantas forrajeras tropicales*. Madrid: BLUME.
- IFPRI. (2009). *Cambio climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Obtenido de www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/.../costo%20adaptacion.pdf
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (18 de 04 de 2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
- Instituto Nacional de Investigación Sobre Políticas Alimentarias. (2009). *FAO*. Obtenido de Cambio climático, el impacto a la agricultura y los costos de adaptación : www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/.../costo%20adaptacion.pdf
- JICA. (2016). *Manual del protagonista- pastos y forrajes*. Obtenido de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf

- 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. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 477- 487.
- Ministerio de agricultura pesca y alimentación de España. (21 de 06 de 2019). *Glosario de nutrición animal*. Obtenido de <https://www.mapa.gob.es/app/nutricionanimal/glosarioNutricionAnimal.aspx?lng=es>
- PIDEM. (17 de 03 de 2019). *Análisis estratégico de la ZMM*. Obtenido de http://comey.yucatan.gob.mx/marco_files/II.5_Perfil_Geoambiental.pdf
- Rincón Guerrero, N., Olarte Quintero, M. A., & Pérez Naranjo, J. C. (2012). Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con una Cámara Web, un Teléfono Celular o una Cámara Semiprofesional. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 6399-6405.
- Rivera, J. E., Molina, I. C., Donney`s, G., Villegas, G., Chará , J., & Barahona, R. (04 de 2015). *Dinámica de fermentación y producción de metano en dietas de sistemas silvopastoriles intensivos con L. leucocephala y sistemas convencionales orientados a la producción de leche*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/274314837_Dinamica_de_fermentacion_y_produccion_de_metano_en_dietas_de_sistemas_silvopastoriles_intensivos_con_L_leucocephala_y_sistemas_convencionales_orientados_a_la_produccion_de_leche?_esc=publicationCoverPdf&
- Rodríguez Lourdes, Torres Verena, Martínez, R. O., Jay, O., Noda, A. C., & Herrera, M. (2011). Modelos para estimar la dinámica de crecimiento de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 349-354.
- Rotger Cerda , A. (s.f.). *Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energética-proteína en terneras en cebo intensivo*. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/5667/arc1de1.pdf>
- Sanchez Ken, G. (05 de 09 de 2015). *Las Gramíneas: características generales e importancia*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/281493559_Las_Gramineas_caracteristicas_generales_e_importancia