



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO TAIWAN (*Pennisetum purpureum* Schum) EN CLIMA CÁLIDO SUBHÚMEDO

GROWTH ANALYSIS OF TAIWAN GRASS (*Pennisetum purpureum* Schum)
IN SUB-HUMID WARM CLIMATE

Calzada-Marín, J.M.¹, Ortega-Jiménez, E.^{2*}, Enríquez-Quiroz, J.F.³, Hernández-Garay, A.^{1†},
Vaquera-Huerta, H.¹, Escalante-Estrada, J.A.¹

¹Colegio de Postgraduados. Km. 36.5, Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México.

CP 56230. México. ²Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Carretera Federal Xalapa-

Veracruz Km 88.5, CP: 91700, Veracruz, México. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,

Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental la Posta. Paso del Toro, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: eortegaj@colpos.mx

RESUMEN

El objetivo de este experimento fue realizar un análisis de crecimiento del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*) desde la siembra hasta el momento óptimo para su cosecha. La composición morfológica de la planta (CMP), tasa de crecimiento (TC), altura, radiación interceptada (RI), relación hoja/tallo (H:T), hoja/no hoja (H:NH) y la acumulación de biomasa aérea, se evaluaron a intervalos de 15 d, en un periodo de 180 d, a excepción de los dos primeros muestreos que fue a los 30 d. Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS, bajo un diseño experimental de bloques al azar, con medidas repetidas en el tiempo, con tres repeticiones. La CMP vario de manera significativa ($P<0.01$) entre las diferentes edades de la planta. La máxima producción de biomasa aérea y TC se alcanzó en 135 d después de la siembra, con $37,529 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y $247 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, respectivamente. En este momento se registró el 92% de RI y altura de 2.49 m. La relación H:T y H:NH disminuyó con el incremento de la edad de las plantas. La biomasa de hojas y tallos aumentó con la edad de las plantas. La máxima TC coincidió con la mayor biomasa acumulada de tallos y hojas siendo este el momento en el que se sugiere realizar el primer corte.

Palabras clave: Forrajes, materia seca, momento óptimo de cosecha.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to perform a growth analysis of Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*) from sowing until the optimal moment for its harvest. The morphological composition of the plant (MCP), growth rate (GR), height, intercepted radiation (IR), leaf/stem rate (L:S), leaf/no leaf (L:NL), and aerial biomass accumulation, were evaluated at intervals of 15 d, in a period of 180 d, except for the first two samples which were evaluated at 30 d. The data were analyzed through the GLM procedure of the SAS software, under a random block experimental design, with measurements repeated in time, with three repetitions. The PMC varied significantly ($P < 0.01$) between the different ages of the plant. The maximum production of aerial biomass and GR were reached 135 d after sowing, with $37,529 \text{ kg DM ha}^{-1}$ and $247 \text{ kg DM ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, respectively. At this moment, 92 % of IR was found and height of 2.49 m. The L:S and L:NL decreased with the increase of the plants' age. The leaf and stem biomass increased with the age of the plants. The maximum GR coincides with the highest biomass accumulated of leaves and stems, with this being the moment when it is suggested that the first cut be performed.

Keywords: Fodder, dry matter, optimal moment for harvest.

INTRODUCCIÓN

Pennisetum

purpureum (Schum) (Poaceae) es originario del trópico húmedo de África (Singh *et al.*, 2013). Se ha cultivado ampliamente en todas las regiones tropicales y subtropicales, incluyendo las de México, donde representan hasta el 28% del territorio nacional, con 55.7 millones de hectáreas (Cantú, 2011). La región tropical posee un alto potencial para la producción animal ya que en ella se localiza el 63% del hato bovino nacional y su producción se asocia con los forrajes producidos (Enríquez *et al.*, 1999). Entre las variedades de *P. purpureum* de mayor importancia se encuentra el pasto Taiwan, el cual ha sido introducido en la mayoría de regiones tropicales y subtropicales en México, ya que se ha considerado como un pasto de gran valor por su alta productividad, vigor competitivo, palatabilidad, persistencia y alta calidad (Singh *et al.*, 2013; Bogdan, 1997). Sin embargo, no hay reportes de una caracterización productiva que defina la producción promedio de variedades específicas, como es el caso del pasto Taiwan (Araya y Boschini, 2005), por lo que es necesario realizar evaluaciones agronómicas que incluyan análisis de crecimiento y con ello conocer cómo se da formación y acumulación de biomasa, así la influencia de los factores internos de la propia planta y de los factores externos del ambiente (Rodríguez y Larqué-Saavedra, 1988). El crecimiento de un pasto incluye una serie de procesos entre los que se encuentran la aparición de hojas y tallos, la formación de tallos verdaderos y de raíces (Matthew *et al.*, 2001); mientras que los factores que pueden influir en estos procesos son la temperatura, precipitación e intensidad de luz. En *P. purpureum* por ejemplo, el máximo crecimiento se presenta con temperaturas que van de 30 a 35 °C y se inhibe con temperaturas menores a 10 °C (Bogdan, 1997); también está adaptado

a un amplio rango de precipitaciones que van de 750 a 2500 mm (Skerman y Riveros, 1990). El pasto Taiwan, al igual que todos los forrajes tropicales se caracteriza por ser de crecimiento y maduración rápida. Al presentar esta característica, su calidad también cambia mostrando algunas limitaciones desde el punto de vista nutritivo como la reducción en el contenido de proteína y el aumento de los componentes estructurales (Capanema *et al.*, 2005). Debido a lo anterior cuando se busca que un pasto exprese su máximo potencial productivo, se tiene que considerar el manejo dentro del cual destaca la edad de aprovechamiento o corte, ya que constituye una herramienta para determinar los óptimos en rendimiento y calidad del forraje (Ramírez *et al.*, 2010). Tessema *et al.* (2010) en Etiopia reportaron una producción y calidad aceptable en *P. purpureum* cuando el corte se realizó a los 90 días después del establecimiento; y cuando el corte fue a intervalos menores a 40 días se redujo seriamente la producción de materia seca; por lo que no se obtuvo un óptimo en producción, aunque si en calidad. Manyawu *et al.* (2003) indicaron que intervalos de corte de entre seis y siete semanas en *Pennisetum* sp. cultivado en Zimbabwe fueron los óptimos para asegurar producción adecuada sin mermas en calidad. Sin embargo, cada cultivar se comporta de manera diferente con base en las condiciones en que se desarrolla, por lo que el objetivo de la investigación fue realizar un análisis de crecimiento del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*) desde la siembra hasta el momento óptimo de cosecha bajo condiciones de clima cálido subhúmedo en México.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se efectuó en el Sitio Experimental “Paloapan” del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Isla, Veracruz, México ($18^{\circ} 06' N$, $95^{\circ} 31' O$, y 65 m de altitud). El clima, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), es Awo, el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano y una precipitación promedio de 1,000 mm, de la cual el 85% ocurre de junio a noviembre, la temperatura media anual es de $25.7^{\circ} C$. El suelo es acisol órtico, con textura franco arenosa, con pH de 4 a 4.7, pobre en materia orgánica, nitrógeno, calcio, potasio y contenidos medios a altos de fósforo y magnesio (Enríquez-Quiroz y Romero-Mora, 1999). El experimento se sembró el 22 de julio del 2011 y las evaluaciones se realizaron del 24 de agosto del mismo año al 23 de enero del 2012. Se estableció en parcelas de 5 m de ancho por 16 m de largo, con tres repeticiones. La siembra se realizó con material vegetativo (tallos) el cual se sembró en líneas a cordón corrido con 3.7 puntos de germinación (plantas) por metro lineal con separación entre surcos de 0.50 m; lo que dio una densidad de 74,000 plantas ha^{-1} . Se aplicó una dosis de fertilizante de 120N-80P-00K $kg\ ha^{-1}$, respectivamente; la cual se dividió en dos aplicaciones, a los 43 y 112 días después de la siembra. Se evaluaron diferentes etapas de crecimiento (30, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 y 180 días, después de la siembra [dds]), mediante muestreos destructivos; se cosechó a ras de suelo, y al azar dos transectos de 1 m lineal cada uno, por parcela por etapa de crecimiento. El material cosechado se pesó para obtener el peso fresco total del transecto y se tomó una sub muestra del material cosechado, se pesó nuevamente en fresco, y secó en una estufa de aire forzado a $55^{\circ} C$ hasta peso constante, para obtener la materia seca producida.

Del material cosechado se tomó otra sub muestra de dos plantas (tallos completos), las cuales se separaron en sus componentes hojas, tallos, inflorescencias y material muerto, se secaron en una estufa de aire forzado a $55^{\circ} C$ hasta peso constante y pesaron, para así obtener la proporción de cada componente. La relación hoja/tallo y hoja/no hoja, se estimó para cada edad de crecimiento, al dividir la biomasa total de hojas, entre la biomasa total de tallos por planta. Para el caso de la relación hoja/no hoja, la materia seca total de hojas, se dividió entre la sumatoria de la materia seca total de tallos, inflorescencias y material muerto. El número de plantas y de tallos presentes por planta, se registró en

cada fecha de muestreo en transectos fijos de 1.0 m lineal por cada parcela, seleccionados al inicio del experimento; a los cuales se les mantuvo intactos durante los 180 días de evaluación con la finalidad de ir cuantificando el aumento en tallos y plantas para cada unidad de muestreo; dichos datos se extrapolaron a una unidad de superficie determinada (ha), en función del metro lineal y la distancia entre surcos. Con los datos de rendimiento de forraje por corte se calculó la tasa de crecimiento (TC) mediante la siguiente fórmula:

$$TC = \frac{FC}{t}$$

Dónde: FC =Forraje cosechado ($kg\ MS\ ha^{-1}$) y t =días transcurridos entre la fecha de siembra y de corte.

Se tomaron cinco lecturas al azar de la radiación interceptada para cada edad de desarrollo en cada parcela con una regla de 1 m de longitud (cm), colocándola a nivel del suelo y en posición perpendicular a los surcos. Las lecturas se realizan aproximadamente a las 12:00 h (con la finalidad de estimar o captar la energía de los rayos solares en posición perpendicular al cultivo). Para ello se asume que la luz incidente sobre la regla es la que escapa a la intercepción por el cultivo y la sombra proyectada sobre la regla corresponde a la radiación interceptada por el dosel vegetal.

Para estimar cobertura se utilizó un cuadro de $1\ m^2$, el cual representó el 100% de la superficie y el porcentaje de forraje contenido en él. Se realizaron cinco mediciones por parcela en cada etapa de crecimiento. Al igual para medir la altura de la pradera se efectuaron cinco mediciones aleatorias en cada unidad experimental colocando la regla en el suelo y se registró la altura cuando se tuvo el punto de contacto con la hoja bandera. Los datos se analizaron por los procedimientos GLM de SAS (SAS, 2002), para un diseño experimental de bloques al azar con medidas repetidas, con 10 tratamientos (correspondientes a los estadios de crecimiento) con tres repeticiones y un análisis de regresión para cada variable, con el objetivo de describir la tendencia, a partir de seleccionar el mejor modelo, de acuerdo con el coeficiente de determinación y con el grado de significancia del modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación anual durante el periodo de evaluación fue de 1,434 mm (Figura 1) superior al requerido

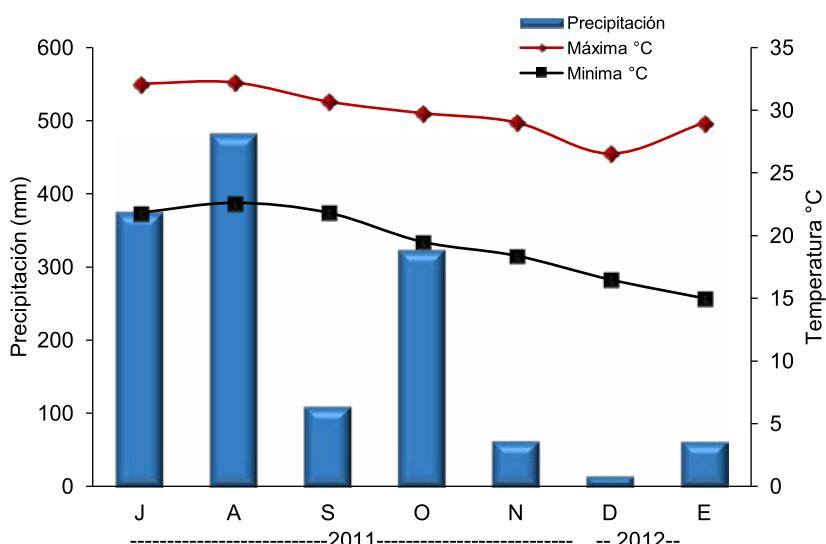


Figura 1. Precipitación, temperatura máxima y mínima durante la fase de muestreo en el Sitio Experimental Papaloapan, Isla, Veracruz, México.

por la especie, 617 mm (Murillo et al., 2014). Respecto a temperatura, aunque se presentó un ligero incremento en el promedio anual (25.7 a 26 °C), durante el periodo experimental los valores máximos superaron los 30 °C, a excepción del mes de noviembre, condición en que este cultivar tiene su máximo crecimiento (30 a 35 °C), en los meses de diciembre y enero la temperatura mínima estuvo cercana a 15 °C, temperatura ligeramente superior a la temperatura a la cual se inhibe el crecimiento del pasto Taiwan (Bogdan, 1997).

La morfología de la planta varió significativamente ($P<0.01$) en los diferentes estadios fenológicos (Figura 2). Los modelos de regresión y coeficientes de determinación fueron altos ($R^2>0.95$) en las variables evaluadas. El modelo que mejor se ajustó para biomasa total fue el logístico, para las variables hoja, tallo, MM y Crecimiento Neto fue el polinómico. La acumulación de biomasa se incrementó hasta el 135 dds (semana 19.3) y declina en los cortes posteriores, lo cual coincide con el incremento del material

muerto, esta tendencia es similar a lo reportado por Calzada-Marín en Maralfalfa (2014) y Araya y Boschini (2005) encontró, en varios cultivares de *Pennisetum*, después de alcanzar la mayor producción en rebrotos la biomasa disminuyó en los cortes posteriores.

Los cambios en el crecimiento de hojas y tallos, así como la generación de material muerto en el pasto Taiwan se muestran en la Figura 2. Las hojas mostraron un incremento gradual hasta los 135 dds coincidiendo con el 92% de intercepción luminosa y una cobertura del 73%, comportamiento similar mostraron los tallos; respecto al material muerto, a partir de esta fecha se incrementó considerablemente contribuyendo en el aporte total de biomasa. Bernal-Eusse (1994) indica que, bajo condiciones ambientales favorables, *P. purpureum* muestra su máximo crecimiento cuando las hojas interceptan alrededor de 90% de la luz incidente.

La máxima producción de hojas se alcanzó a los 135 dds (19.3 semanas); a partir de este momento la

proporción de hojas disminuyó (Figura 2), relacionado posiblemente a factores endógenos de la planta, tales como la edad. Azcon-Bieto y Talón (2013) mencionan que la senescencia de las hojas se presenta cuando existe una disminución en la fotosíntesis y el principal factor que detona este proceso es la edad de la planta. Desde un punto de vista funcional la senescencia no es sólo un proceso degenerativo, sino también un proceso de reciclaje en el que los nutrientes son transportados desde las células que envejecen hasta las hojas jóvenes (Azcon-Bieto y Talón, 2013). A medida que avanza el crecimiento en el pasto, se forman menos hojas y mueren las más viejas, como resultado la tasa de crecimiento se reduce y el rendimiento se estabiliza (Rodríguez et al. 2010), por ello, aunque existan grandes cantidades de área foliar no se manifiestan aumentos adicionales en producción, debido a que las hojas basales se hacen sombra unas a otras y las hojas viejas se tornan ineficientes. Adicionalmente, a medida que se forman hojas nuevas, las hojas viejas mueren anulando el incremento de la producción (Bernal-Eusse, 1994). La altura del dosel de los pastos es una característica de la pradera con la que se puede identificar en campo y fácilmente el momento de la mayor producción de biomasa (Da Silva y Nascimento, 2007). En pasto Taiwan la mayor biomasa acumulada sucedió cuando la altura del dosel fue de 2.49 m (Figura 2), Calzada-Marín (2014) reportó que a la altura de 2.33 m se presentó la mayor biomasa acumulada en Maralfalfa.

La tasa de crecimiento referida a la rapidez con la que la planta aumenta su peso al transcurrir el tiempo (Castillo y Rodríguez, 2010), en el pasto

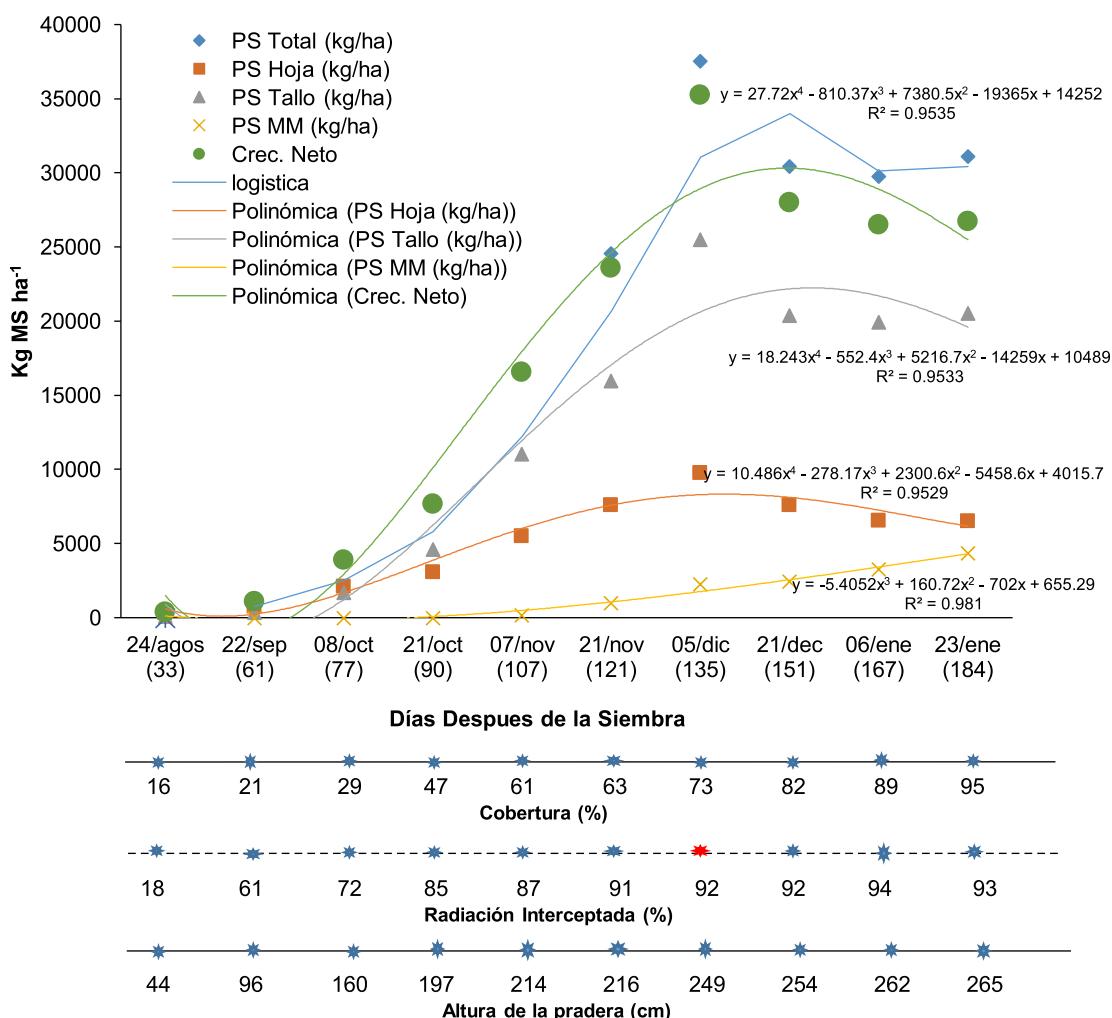


Figura 2. Dinámica de acumulación de forraje total, por componente morfológico, altura de la planta, radiación interceptada y cobertura del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*), al primer aprovechamiento.

Taiwan se incrementó desde la emergencia hasta obtener un máximo alrededor de los 135 dds; decreciendo a partir de dicho momento (Figura 3). La curva ajustada de la tasa de crecimiento, presenta un comportamiento logístico sigmoidal, el máximo valor de la tasa de crecimiento (247 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹) se obtiene alrededor de la semana 19.3, a partir de la cual comienza a descender y este fenómeno coincide con la disminución en la cantidad de biomasa de hoja que inicia posterior a los 135 dds (Figura 2), por lo que sería recomendable cortar la pradera en este punto, esto es más tiempo al recomendado por Araya y Boschini (2005) quienes sugieren realizar el primer corte a los 120 dds.

A medida que la planta acumula más área foliar, se incrementa rápidamente su capacidad de capturar energía solar, de tal forma que alcanza su tasa de crecimiento máxima (Rodríguez *et al.*, 2010). La Figura 4 muestra los cambios en la composición morfológica del pasto

Taiwan, a edades tempranas como 30 dds las hojas contribuyeron con el 74% del total de la biomasa, posteriormente disminuyó y a los 90 dds aportó únicamente 40% al total de la biomasa, y el tallo contribuyó con el resto. Lafarge y Loiseau (2002) consideran que la producción de tallos es un factor clave en la resistencia de la pradera por ello el monitoreo de la producción es deseable.

La relación hoja/tallo está asociada con un alto valor nutritivo del forraje debido a que la primera es generalmente de alto valor nutritivo, y la productividad animal está relacionada con la cantidad de hoja en la dieta (Nyambati *et al.*, 2010). Estudios recientes refieren la importancia de la relación hoja/tallo debido a que grandes cantidades de tallo son deseables para biocombustible (Singh *et al.*, 2013). Los cambios en la relación hoja/tallo y hoja/no hoja, durante los diferentes estadios de crecimiento, se muestran en la Figura 5; ambas variables tienden a disminuir conforme se incrementa la madurez del pasto, a

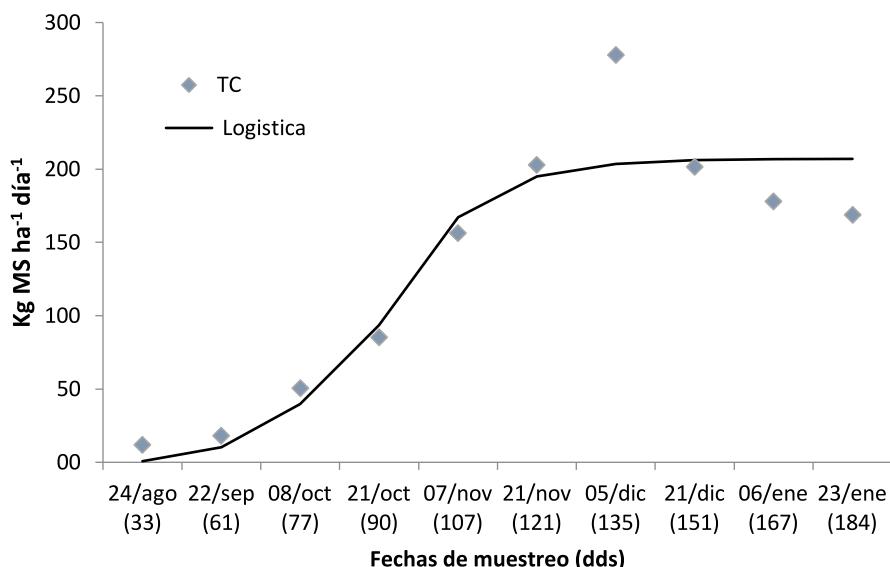


Figura 3. Cambios en la tasa de crecimiento, a través del tiempo, del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*) al primer aprovechamiento.

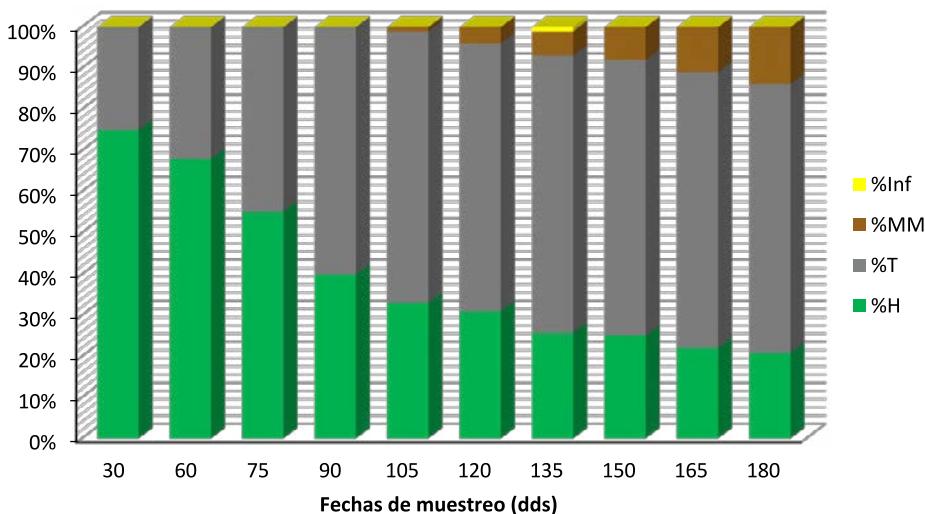


Figura 4. Cambios morfológicos a través del tiempo del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*), al primer aprovechamiento.

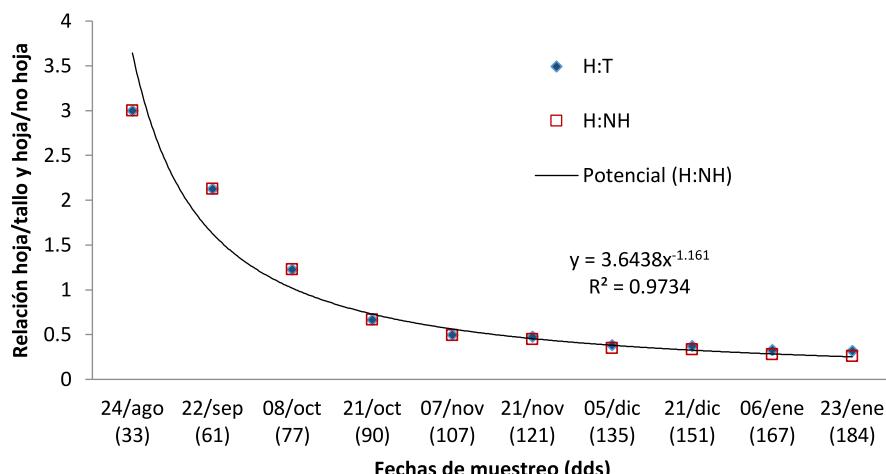


Figura 5. Cambios a través del tiempo en la relación hoja/tallo y hoja/no hoja del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*), al primer aprovechamiento.

consecuencia de un aumento en la biomasa de tallo y material muerto. La relación H:T varió de 3 a 0.32 para 33 y 184 dds mientras que H:NH sus valores fueron de 3 a 0.26. Poli et al. (1994) reportaron una relación hoja/tallo en pasto Taiwan A-146 de 1.08 a los 60 días de edad y de 0.25 cuando el cultivo tenía 242 días, indicando una reducción conforme la edad de la planta aumenta. Otro estudio en pasto Taiwan en rebrotos de 70 días de edad la relación hoja:Tallo fue de 0.89 y disminuyó a 0.44 en rebrotos de 140 días (Araya y Boschini, 2005).

CONCLUSIONES

En base a los resultados se recomienda realizar, en pasto Taiwan, el primer corte, después de la siembra, a los 4.5 meses o cuando la pradera tenga una altura de 2.5 m, para obtener la mayor cantidad de biomasa en hojas y tallos.

LITERATURA CITADA

- 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(1): 37-43.
- Azcon-Bieto J., Talón M. 2013. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill, Barcelona, España. 651 p.
- Bernal-Eusse J. 1994. Pastos y Forrajes Tropicales. Ed. Banco Ganadero, Santafé de Bogotá, Colombia. 545 p.
- Bogdan A.V. 1997. Pastos Tropicales y Plantas de Forraje. Ed. AGT S.A. México. 461 p.
- Calzada-Marín J.M., Enríquez-Quiroz J.F., Hernández-Garay A., Ortega-Jiménez E., Mendoza-Pedroza S.I. 2014. Análisis de crecimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 5(2):247-260.
- Cantú B.E. 2011. Manejo y mejoramiento de pastizales. Ed. Doble hélice. Chihuahua México. 320 p.

- Capanema E.A., Balakshin M.Y., Dadla J.F. 2005. A comprehensive approach for quantitative lignin characterization by NMR spectroscopy. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 52: 1850-1860.
- Castillo G.E., Rodríguez A.J. 2010. Estructura y fases de desarrollo de poáceas y fabáceas forrajeras. In: Rodríguez AJ, Gutiérrez OE, Rodríguez FH. Dinámica de sistemas de pastoreo. Ed. Trillas, México. 2010: 17-31.
- Da Silva S.C., Nascimento Jr. 2007. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfológicas e manejo do pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36(suplemento especial): 121-138.
- Enríquez Q.J.F., Meléndez N., Bolaños A.E. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. Libro Técnico Núm. 7. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Veracruz, México. 262 p.
- Enriquez-Quiroz J.F., Romero-Mora J. 199. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. *Agrociencia*. 33(2): 141-148.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 4^a ed. Ed. Instituto de Geografía, UNAM; México. 217 p.
- Lafarge M., Loiseau P. 2002. Tiller density and stand structure of tall fescue swards differing in age and nitrogen level. *European Journal of Agronomy*. 17: 209-219.
- Manyawu G.J., Chakoma C., Sibanda S., Mutisi C., Chakoma I.C. 2003. The effect of harvesting interval on herbage yield and nutritive value of Napier grass and hybrid Pennisetums. *Asian Australasian Journal of Animal Science*. 16(7): 996-1002.
- Matthew C., Van Loo E.N., Thom E.R., Dawson L.A., Care D.A. 2001. Understanding shoot and root development. In: Proc. XIX Internat'l. Grassland Congress. Brazilian Soc. Animal Husbandry. São Pedro, São Paulo, Brazil. 19-27 pp.
- Murillo S.J., Barros H.J.A., Roncallo F.B., Arrieta P.G. 2014. Requerimientos hídricos de cuatro gramíneas de corte para uso eficiente de agua en el Caribe seco colombiano. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 15: 83-99.
- Nyambati E.M., Muyekho F.N., Onginjo E., Lusweti M. 2010. Production, characterization and nutritional quality of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivars in Western Kenya. *African Journal of Plant Science*. 4(2): 496-502.
- Poli C.E.E.C., Jacques A.V.A., Castilhos Z.M.S., Freitas J.M.O. 1994. Caracterização morfológica de cinco cultivares de capim-elefante. *Revista da Sociedade Brasileira da Zootecnia*. 23(2): 205-210.
- Ramírez R.O., Hernández G.A., Silva S.C., Pérez P.J., Souza J.S.J., Castro R.R., Enríquez J.F. 2010. Características morfogenéticas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12: 303-311.
- Rodríguez A.J., Gutiérrez O.E., Rodríguez F.H. 2010. Desarrollo y crecimiento de las plantas forrajeras y su relación con el clima. In: Rodríguez AJ, Gutiérrez OE, Rodríguez FH. Dinámica de sistemas de pastoreo. Ed. Trillas, México. 2010: 61-87.
- Rodríguez Z.C., Larqué-Saavedra A. 1988. Análisis de crecimiento y tasa de uso de agua en cuatro cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrociencia*. 71: 401-416.
- SAS. 2002. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Singh B.P., Singh H.P., Obeng E. 2013. Elephantgrass. In: Singh BP. Biofuel Crops: Production, Physiology and Genetics. Ed. CAB International. 271-291 pp.
- Skerman P.J., Riveros F. Tropical Grasses. 1990. Plant Production and Protection Series 23. Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 832 p.
- Tessema Z.K., Mihret J., Solomon M. 2010. Effect of defoliation frequency and cutting height on growth, dry-matter yield and nutritive value of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumach). *Grass and Forage Science*. 65: 421-430.

