



**Efecto de la fertilización química en pasto mombaza
(*Megathyrsus maximus*) bajo sombra de naranjo (*Citrus
sinensis*), en época seca**

*Effect of chemical fertilization on mombaza grass (*Megathyrsus
maximus*) under orange (*Citrus sinensis*) shade, during the dry season*

Toledo Espinoza Elizabeth Marlene¹

Ing. Jácome Gómez Leonardo Rafael, M.Sc.²



0000-0003-0635-8127

¹ Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador elizabethtoledoepinoza@tsachila.edu.ec

² Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador leonardojacome@tsachila.edu.ec

Recepción: 30 de abril de 2021

Aceptación: 10 de junio de 2021

Publicación: 28 de agosto de 2021

Citación/como citar este artículo: Toledo, E. y Jácome, L. (2021). Efecto de la fertilización química en pasto mombaza (*Megathyrsus maximus*) bajo sombra de naranjo (*Citrus sinensis*), en época seca. Ideas y Voces, 1(1), 25-38.



Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización en pasto Mombaza (*Megathyrus maximus*) bajo sombra en la época seca, en Santo Domingo de los Tsáchilas, mismo que se realizó con un pasto Mombaza establecido, con sombra de naranja de 7 años de edad. El ensayo estuvo conformado por 24 unidades experimentales constituida por parcelas de 16 m², en el que se realizó dos cortes de uniformidad cada 45 días del pasto Mombaza en la época seca. Se utilizó un Diseño de Bloque Completamente al Azar, con cuatro repeticiones donde se aplicaron los siguientes fertilizantes químicos: Mezcla química (19-4-19-3) y (15-3-20-3), mezcla física (21-12-15-3), Nitrato de amonio (34% N) y una mezcla de fertilizantes simples. El rendimiento más alto de materia seca se obtuvo con la aplicación del fertilizante de mezcla química 19-4-19-3 (yaramila hydran) con 1.65 t ha⁻¹ corte-1.

Palabras clave

Fertilización, pasto Mombaza, parcelas

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of fertilization on Mombaza grass (*Megathyrus maximus*) under shade in the dry season, in Santo Domingo de los Tsáchilas, which was carried out with an established Mombaza grass, with a 7-year-old orange shade. old. The trial consisted of 24 experimental units made up of 16 m² plots, in which two uniformity cuts were made every 45 days of the Mombaza grass in the dry season. A Completely Random Block Design was used, with four repetitions where the following chemical fertilizers were applied: Chemical mixture (19-4-19-3) and (15-3-20-3), physical mixture (21-12- 15-3), ammonium nitrate (34% N) and a mixture of simple fertilizers. The highest yield of dry matter was obtained with the application of the chemical mixture fertilizer 19-4-19-3 (yaramila hydran) with 1.65 t ha⁻¹ cut-1.

Keywords

Fertilization, Mombaza grass, plots

Introducción

La ganadería bovina en el Ecuador, está considerada entre las actividades pecuarias de mayor importancia, por su aporte a la economía nacional y contribución a la generación de ingresos, empleos y la producción de alimentos a las familias campesinas y rurales del país. Para esto es necesario un buen establecimiento y manejo de pastizales locales, introducidos y mejorados por parte de los pequeños y medianos ganaderos (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2014).

La eficiencia de los fertilizantes y la respuesta de los rendimientos en un suelo particular puede ser fácilmente analizada agregando diferentes cantidades de fertilizantes en parcelas adyacentes, midiendo y comparando los rendimientos del pasto. Estas son consideraciones muy importantes cuando las lluvias son escasas o los cultivos tienen que ser irrigados, en cuyo caso el rendimiento por unidad de agua usada puede ser más que duplicado. La profundidad de las raíces del cultivo puede ser aumentada (Food and Agriculture Organization [FAO], 2013).

En el trópico, la utilización de la sombra natural en los potreros no solo crea un mejor ambiente para los animales, sino que mejora sustancialmente la producción y calidad de los pastos, al reducir la temperatura, aumentar la humedad en la superficie del suelo, así como el reciclaje de nutrientes. La tolerancia de las especies prateras a la sombra se considera como una de las condiciones necesarias para aprovechar las ventajas de la integración de pasturas con árboles y puede variar según la especie y densidad del arbolado. Sin embargo, si este factor no se maneja de forma correcta puede ocasionar deterioro en el comportamiento productivo del sistema. La cantidad de luz disponible para el crecimiento del componente herbáceo en un sistema silvopastoril puede considerarse como un factor decisivo para la sostenibilidad de estos sistemas (Alonso *et al.*, 2006).

La fertilización de los pastos es el factor de mayor influencia en la producción de forraje, por lo tanto, es de gran impacto en los sistemas de producción, la falta de un buen programa de fertilización limita nuestros sistemas de producción por diversos factores, uno de ellos es la baja calidad nutricional de estos al momento de ser ofrecido a los animales, conllevan a ineficientes sistemas de producción (Buelvas, 2009).

La influencia de los árboles sobre la producción de las pasturas, considerando únicamente la intersección de la radiación solar, en una reducción en la producción de biomasa silvopastoril en forma integral, la producción y calidad de la biomasa de pasto Mombaza es afectada por el nivel de sombreado, el nivel alto de sombreado afecta negativamente el rendimiento de la pastura, contrariamente se mejora la calidad de la misma como alimento para los rumiantes (Espinoza *et al.*, 2008).

La deficiencia de minerales en el suelo se ve reflejado en el valor nutricional de las pasturas esto causa problemas en términos de productividad y reproducción del ganado vacuno, al momento de madurez de las pasturas es de gran importancia sobre el contenido de proteína y minerales presentes en las plantas, a medida que la planta crece se presenta una disminución gradual del contenido de minerales (Rendón y Villera, 2017).

El beneficio del sombreado sobre la calidad de la pastura se destaca en una disminución en el contenido de los polisacáridos de la pared celular y esa ligera mejora en los contenidos de proteína cruda con manifiesto incremento de la degradabilidad de los mismos, quienes encontraron incrementos en la digestibilidad de las plantas con los mayores niveles de sombreado, asociados a disminución en los contenidos de las paredes celulares en las plantas evaluadas, particularmente los compuestos polifenólicos (Espinoza *et al.*, 2008).

4.3 Objetivos

4.3.1 General

Evaluar el efecto de la fertilización química en el rendimiento del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*) bajo sombra de naranjo (*Citrus sinensis*) en época seca, en Santo Domingo de los Tsáchilas.

4.3.2 Específicos

- Determinar el mayor rendimiento de pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*) bajo sombra de naranjo (*Citrus sinensis*) en época seca, en Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Establecer la mejor calidad de biomasa del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*) bajo sombra de naranjo (*Citrus sinensis*) en época seca, en Santo Domingo de los Tsáchilas.

4.1. Metodología

4.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en la Finca “La Maravilla”, ubicada en el Recinto Praderas del Toachi del cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador; sus coordenadas UTM son: X= 775290; Y= 9980960 y Z= 513. Con una temperatura media es de 23.5°C, precipitación de 2957 mm año⁻¹, humedad relativa promedio de 88% y heliofanía de 763 horas de brillo solar (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2020).

4.1.2. Métodos y técnicas

Esta investigación fue de tipo experimental, a campo abierto en pasto Mombaza establecido bajo sombra con un 70% de naranja valencia, con la utilización de fertilizantes químicos-sólidos, la cantidad de fertilizante a utilizada fue de acuerdo a los requerimientos del pasto Mombaza previo a un análisis de suelo.

Tabla 1

Tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción
T ₁	Fertilizante mezcla química (19-4-19-3)
T ₂	Fertilizante mezcla química (15-3-20-3)
T ₃	Fertilizante mezcla física (21-12-15-3)
T ₄	Nitrato de amonio (34% N)
T ₅	Mezcla de fertilizantes simples (Urea, DAP, KCl y MgSO ₄)
T ₆	Sin fertilizante (Testigo)

4.1.3. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 24 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo conformada por parcelas de 16 m² de pasto Mombaza, establecido bajo sombra de cítricos en los cuales se va evaluó dos cortes consecutivos cada 45 días en época seca (Tabla 2).

Tabla 2

Esquema del ADEVA de los tratamientos en estudio

Fuente de variación	Grados de Libertad
Total	23
Tratamientos	5
Repeticiones	3
Error experimental	15

4.1.4. Variables respuesta

En cada corte se evaluaron las siguientes variables:

- **Cobertura (%).** Se utilizó un cuadrante metálico de 0.50 m² y se tomaron al azar tres muestras parcela⁻¹, en el área de influencia de la sombra vegetativa; se estimó según la proporción figurada en que el pasto cubre cada área de la cuadrícula y se expresó en porcentaje (CIAT, 1982).
- **Altura de planta (cm).** Con un flexómetro se tomó la altura a dos plantas que se encontraban en el cuadrante metálico, desde el suelo hasta el punto más alto de la hoja; la altura se midió en seis plantas por unidad experimental y se expresó en centímetros (CIAT, 1982).
- **Rendimiento de Materia Seca (t ha⁻¹ corte⁻¹).** Se tomaron al azar tres muestras parcela⁻¹ con el cuadrante metálico de 0.50 m²; cortando el pasto a una altura de 10 cm y se pesó la materia verde en g m⁻². Posteriormente se secaron en una estufa a 60°C, de 48 a 72 horas, hasta estabilizarse el peso seco y se determinó el contenido humedad para poder determinar el porcentaje de materia seca del pasto y poder expresarlo en t ha⁻¹ corte⁻¹.
- **Valor nutricional del pasto.** Mediante un análisis bromatológico de las muestras del pasto Mombaza, se determinó los contenidos de proteína cruda, fibra, ceniza y grasa expresado en porcentajes.

Se realizó un análisis estadístico mediante el programa de InfoStat versión libre y para los efectos significativos se utilizó la prueba de Tukey (p=0.05%) para la comparación de medias.

4.1.5. Manejo del experimento

La investigación se realizó en pasto Mombaza establecido de 18 meses de edad, con una sombra del 70% de naranja valencia plantada hace 7 años, se comenzó con la adecuación del terreno. Previamente se realizó un análisis químico de suelo para conocer sus condiciones nutricionales y poder aplicar la cantidad de nutrientes en el mismo. Se realizaron dos cortes cada 45 días, durante la época seca. Su aplicación se la realizó al voleo a los 5 y 20 días después del corte de igualación. Se utilizaron los fertilizantes de mezcla química 19-4-19-3 (Yaramila hydran) y 15-3-20-3 (Novatec), fertilizante de mezcla física 21-12-15-3 (Fertiforraje producción), Nitrato de amonio (34% N) y una mezcla de fertilizantes simples (Urea, DAP, KCl y MgSO₄) a una dosis calculada de acuerdo al requerimiento del pasto Mombaza.

4.2. Resultados

4.2.1. Cobertura, altura y rendimiento de materia seca del pasto

Las variables cobertura y altura no presentaron significancia estadística, pero en cuanto al rendimiento de materia seca si se observaron diferencias estadísticas. En la Tabla 3, el mejor promedio de cobertura y de altura se obtuvo con la aplicación de la mezcla de fertilizantes simples con 64.38% de cobertura y 85.29 cm de altura. Pilon et al., (2020), sugieren que el aumento de la sombra provoca disminución de la cobertura de los pastizales hasta niveles de 50%, sin embargo, observaron la persistencia de algunas especies C4 en condiciones más sombreadas, probablemente debido a la capacidad de almacenar reservas de almidón a través de órganos de almacenamiento subterráneos.

Tabla 3

Promedios de cobertura, altura y materia seca de pasto Mombaza bajo sombra de naranja en época seca.

Tratamientos	Fertilizantes	Cobertura (%)	Altura (cm)	Materia Seca (t ha ⁻¹ corte ⁻¹)
T1	19-4-19-3	60.42	82.67	1.65 a
T2	15-3-20-2	62.13	76.94	1.39 ab
T3	21-12-15-3	58.62	74.31	1.17 ab
T4	34-0-0-0	63.08	74.04	1.28 ab
T5	Mix Fert. Simples	64.38	85.29	1.55 ab
T6	Sin Fertilizante	53.71	75.06	1.07 b

Los cambios estructurales evidenciados en la altura de la planta, influenciados por la sombra, pueden estar relacionados a la plasticidad morfológica y adaptativa propia del pasto Mombaza. La elongación de los tallos en gramíneas bajo condiciones de sombra se considera un mecanismo adaptativo que busca incrementar la capacidad de competencia y mejorar la distribución de la luz a lo largo del dosel (Guenni *et al.*, 2008). Los resultados de altura obtenidos en esta investigación, se asemejan a los reportados en la literatura sobre los efectos fisiológicos de la sombra sobre la morfología de la planta y su consecuente repercusión sobre el crecimiento, presentando hojas más largas, lo que repercute en la altura de la planta para la misma especie y en otras gramíneas asociadas (Páez de Salazar *et al.*, 1994; Pentón, 2000).

La sombra afecta la altura del pastizal, causada por el dosel de árboles reduce la radiación predominantemente en el espectro fotosintéticamente activo (400-700 nm), provocando un cambio tanto en la cantidad como en la composición espectral; sugiriendo que la reducción de luz afecta la dinámica de las sustancias reguladoras del crecimiento en los pastos estimulando la elongación de los tallos, induciendo plantas relativamente más altas (Lambers *et al.*, 2008). La sombra produce cambios morfológicos y fisiológicos como respuesta a la baja incidencia de radiación y a la disminución de factores como la tasa fotosintética, presión de turgencia, transpiración y el cierre estomático. Las especies

bajo sombra tienden a desarrollar hojas delgadas, lo que aumenta su habilidad para captar luz reduciendo su tasa de respiración (Sanderson et al., 1997).

Para el rendimiento de materia seca presentó significación estadística, ubicándose con mayor rendimiento la aplicación del fertilizante de mezcla química yaramila hydran (19-4-19-3) con $1.65 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ y en el segundo rango se ubicó el testigo sin aplicación de fertilizante con $1.07 \text{ t ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$. Atencio et al., (2014) señalan que las plantas creciendo con bajos niveles de humedad en el suelo, disminuyen la conductancia estomática y la transpiración y en menor cuantía la fotosíntesis, posiblemente al cierre parcial de los estomas que afecta mayormente la difusión de vapor de agua que de CO_2 . En trabajos realizados en Mombaza por Ríos (2021), en una zona de bosque húmedo tropical, registró rendimientos de materia seca de 1 371 y 290 kg MS corte^{-1} con una precipitación acumulada de 346 y 22 mm, respectivamente, valores muy inferiores a los registrados en esta investigación.

En los sistemas silvopastoriles, la productividad del estrato herbáceo puede estar condicionada por la cobertura de la copa de los árboles que, por interferencia, limita la cantidad de luz que llega al pastizal (Gargaglione et al., 2014). En este sentido, Ramírez et al., (2020), reportaron en un sistema silvopastoril con diferentes densidades de árboles, mayores producciones de biomasa forrajera del estrato herbáceo en aquellos sistemas con baja densidad arbórea en comparación a densidades medias y altas, estos resultados lo asocian a mayor incidencia de radiación solar que induce una mayor tasa de fotosíntesis, teniendo relación directa con la producción de forrajes.

Obispo et al., (2013) mencionan que las disminuciones en la producción de biomasa del *Panicum maximum* ha sido relacionado más a la calidad y cantidad de luz y a la tolerancia de la especie a la sombra. Reportaron una reducción significativa de los rendimientos del *Panicum* a niveles de sombra superiores a 35%, pero con una mejor

calidad del pasto. Esta tendencia de disminución del rendimiento bajo la copa de los árboles se atribuye a que los pastos tropicales (de ciclo fotosintético tipo C4) alcanzan una mayor producción con altos niveles de luz. Plantas como *Cynodon nlemfuensis*, *Paspalum notatum*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* y *Panicum maximum* han sido reportadas como tolerantes a la sombra y mantienen rendimientos aceptables de producción de forraje (Guevara et al., 1996; Pezo e Ibrahim, 1999).

4.2.2. Valor nutricional del pasto

Los resultados del análisis bromatológico, sobre proteína, fibra, grasa y ceniza en Tabla 4, reportan con el porcentaje más alto de proteína al fertilizante de mezcla química (15-3-20-3) con 18.42%, seguido la mezcla de fertilizantes simples con 18.06% liderando mayores porcentajes a comparación de los demás tratamientos.

Tabla 4

Contenido de proteína, fibra, grasa y ceniza del pasto Mombaza

Tratamientos	Fertilizantes	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %
T1	19-4-19-3	15.31	36.17	2.76	14.54
T2	15-3-20-2	18.42	36.28	2.87	15.09
T3	21-12-15-3	17.92	37.02	2.68	13.90
T4	34-0-0-0	17.22	38.02	2.96	15.17
T5	Mix Fert. Simples	18.06	38.25	2.85	15.71
T6	Sin Fertilizante	13.07	38.45	2.79	16.25

En cuanto al contenido de fibra, grasa y ceniza los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación del fertilizante de mezcla química (19-4-19-3), presentando el menor contenido de fibra con 36.17%, grasa 2.76% y ceniza 14.54%. Legarda (2015), indica que, al darle al ganado de comer pasto sin fertilizar, significa que no le estaríamos brindando un pasto de calidad, con proteínas en cantidades adecuadas, con una buena

digestibilidad, sino que le estaríamos dando un pasto sin nutrientes, fibroso y poco palatable al animal, con lo cual su consumo estaría limitado.

Obispo *et al.*, (2013) mencionan el contenido de proteína cruda de los forrajes bajo sombra, se relacionan a varios factores que ocurren debajo del dosel arbóreo y con leguminosas herbáceas que crean un microclima favorable para el crecimiento de los pastos. Estos cambios se refieren a la disminución de la temperatura ambiental y del suelo, mayor humedad del suelo, aumentos en el contenido de materia orgánica y de la actividad de la biota edáfica presente, que incrementan la disponibilidad de los nutrientes en el suelo para las gramíneas bajo sombra lo que se traducen en mayores niveles de nitrógeno en la planta, disminución del contenido de fibra cruda y, por ende, un mejoramiento en la digestibilidad de la materia seca.

4.3. Conclusiones

- El rendimiento más alto de materia seca del pasto Mombaza (*Megathyrsus maximus*) bajo sombra de naranjo (*Citrus sinensis*) y en época seca, se estableció con la aplicación del fertilizante de mezcla química 19-4-19-3 (yaramila hydran) con 1.65 t ha⁻¹ corte⁻¹.
- Los mejores promedios cobertura y altura del pasto se alcanzaron con la aplicación de la mezcla de fertilizantes simples con 64.38% de cobertura y 88.29 cm de altura.
- El porcentaje más alto de proteína se consiguió con la aplicación de fertilizantes de la mezcla química 15-3-20-2 (Novatec) con 18.42%.

4.4. Bibliografía

- Alonso, J., Febles, G., Ruiz, T. y Achang, G. (2006). Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 40(4): 503-511.
- Atencio, L., Tapia, J., Mejía, S. y Cadena, J. (2014). Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo tres niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Temas Agrarios*. 19(2):245-259.
- Buelvas, M. (2009). Evaluar los tres tipos de fertilizante sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferente. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Facultad de Ciencias Agropecuarias, EC. p. 25.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), (1982). Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor Técnico José M. Toledo. Cali, Colombia. p. 91-110.
- Espinoza Y., Gil, J., Ovalles, F. y Rodríguez, M. (2008). Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Megathyrsus maximus*) en un sistema silvopastoril, *Zootecnia tropical*. 26(3). p. 13.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) World Fertilizer use Manual, (2013). IFA, París. Disponible en <http://www.fertilizer.org>, también disponible en versión CD. 632p.
- Gargaglione, V., Peri, P. and Rubio, G. (2014). Tree-grass interactions for N in *Nothopagus antartica* silvopastoral system: evidence of facilitation from trees to underneath grasses. *Agroforestry System*. 88(5):779-790.
- Guenni, O., Seiter, S. and Figueroa, R. (2008). Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity. *Tropical Grasslands*. 42(1):75-87.

- Guevara, R., Curbelo, L., Canino, E., Rodríguez, N. y Guevara, G. (1996). Efecto de la sombra natural del algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y la calidad del pastizal. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 55.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2014). Pastos Tropicales. Quito, Ecuador. Disponible en tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mpasto/rpastot.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) (2020). Anuario meteorológico. Ecuador. Disponible en <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>.
- Lambers, H., Chapin III, F. y Pons, T. (2008). Plant physiological ecology. Second Edition. Springer Science & Business Media, LLC. New York, USA. 604 p. DOI:10.1007/978-0-387-78341-3.
- Legarda, A. (2015) Efecto de la omisión de nutrientes en cuatro variedades de brachiaria. Tesis. Ing. Agropecuario. Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo, EC. pp, 1-9.
- Obispo, N., Espinoza, Y., Gil, J., Ovalles, F., Cabrera, E. y Pérez, M. (2013). Relación de la proporción de sombra en el potrero con el rendimiento, calidad del forraje y ganancia diaria de peso en novillos. Revista Científica FCV-LUZ. 23(6):531-536.
- Páez de Salazar, A., González, M. y Pereira, N. (1994). Comportamiento de *Panicum maximum* en condiciones de sombreado y de luz solar total. Efecto de la intensidad de corte. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 11(1): 25-42.
- Pentón, G. (2000). Tolerancia del *Panicum maximum* CV. Likoni a la sombra en condiciones controladas. Pastos y Forrajes, 23(1).

- Pezo, D. y Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica, 276.
- Pilon, N., Durigan, G., Rickenback, J., Pennington, R., Dexter, K., Hoffmann, W., Abreu, R. and Lehmann, C. (2020). Shade alters savanna grass layer structure and function along a gradient of canopy cover. *Journal of Vegetation Science*. 32(1). <https://doi.org/10.1111/jvs.12959>
- Ramírez, R., Lara, A., Uribe, M., Cruz, A., Rodríguez, D. y Valencia, G. (2020). Comportamiento forrajero del estrato herbáceo en diferentes densidades arbóreas de selva baja caducifolia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11(4):881-893.
- Rendon, C. y Villera, B. (2017). Evaluación de parámetros productivos y agronómicos del pasto Mombasa con cuatro periodos de aplicación de fertilizantes en la época de verano. Escuela Agrícola Panamericana. www.com/descargas/dpidpinformativo4.pdf.
- Ríos, L. (2021). Evaluación del rendimiento y calidad de pastos mejorados en asocio con árboles dispersos de *Guazuma ulmifolia* en sistemas doble propósito, Los Santos, Panamá. Tesis de Posgrado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Disponible en: <https://repositorio.catie.uc.cr>.
- Sanderson, M., Stair, D. and Hussey, M. (1997). Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy*. 59:171-224.