

Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2019;1:1-7.

Artículo Original. Recibido: 20/06/2019. Aceptado: 28/10/2019. Publicado: 18/11/2019.

Ecuación del crecimiento de rebrote de Tanzania en una parcela establecida enriquecida con excremento de conejo

Growth equation of Tanzania's regrowth on an established plot enriched with rabbit droppings

Rosa Lepe-Aguilar¹, Pascual Xicohtencatl-Sánchez², Bladimir Peña-Parra^{*1},
Teodolo Orozco-Orozco², José Ponce-Covarrubias^{**3}

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. México.

²Escuela Secundaria Técnica No.2, SEPEN. Nayarit. México. ³Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 3, Universidad Autónoma de Guerrero, Tecpan de Galeana, Guerrero, México. *Autor responsable: Bladimir Peña-Parra. **Autor de correspondencia: José Luis Ponce-Covarrubias. Carr. Acapulco-Zihuatanejo km. 106+9000 Col. Las Tunas, C.P. 40900. Guerrero, México. isela.aguilar@uan.edu.mx, xicos25@hotmail.com, bladiuan73@gmail.com, reoduloorozco2@hotmail.com, jlponce@uagro.mx

RESUMEN

La biomasa es el resultado de la transformación de la energía solar en energía química. La producción de biomasa vegetal es muy importante para la alimentación animal y por ende para la producción de productos para consumo humano. El objetivo del presente trabajo fue contar con una ecuación que indique el crecimiento de rebrote de Tanzania en una parcela enriquecida con excremento de conejo durante el periodo de lluvias. En la granja se encuentra la parcela establecida por 4 años con pasto Tanzania en suelo enriquecido con estiércol de conejo a razón de 10 kg/m² una vez al año 30 días antes del periodo de lluvias. Las mediciones del rebrote se realizaron al azar, con cinta métrica del nivel de corte anterior hasta la altura promedio del forraje de un marco de 1.0 m², cada 10 días después del corte y hasta los 60 días, y se tomaron 10 mediciones por tiempo. A los datos recolectados del pasto se sometieron a un procedimiento matemático para tipificar su curva de crecimiento con un alto grado de exactitud, este método conocido como Gauss Jordan. El crecimiento promedio y DS en cm registrado para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60, fue de 49±7.4, 69±8.9, 82±10.3, 101±8.9, 154±11.4 y 191±7.4 respectivamente. Se obtuvo una ecuación polinómica de segundo grado y un coeficiente de determinación R² del 0.98 %.

Palabras clave: forraje, maduración, rendimiento.

ABSTRACT

Biomass is the result of the transformation of solar energy into chemical energy. The production of plant biomass is very important for animal feed and therefore for the production of products for human consumption. So the objective of this work was to have an equation that indicates the growth of Tanzania's regrowth in the rainy season. On the farm is the plot established for 4 years with Tanzania grass in soil enriched with rabbit manure at a rate of 10 kg / m² once a year 30 days before rains. The regrowth measurements were made randomly, with tape measure from the previous cut level to the average forage height of a 1.0 m² frame, every 10 days after the cut and up to 60 days, and 10 measurements were taken per time. The data collected from the grass underwent a mathematical procedure to typify its growth curve with a high degree of accuracy, this method known as Gauss Jordan. The average growth and DS in cm recorded for days 10, 20, 30, 40, 50 and 60, was 49 ± 7.4, 69 ± 8.9, 82 ± 10.3, 101 ± 8.9, 154 ± 11.4 and 191 ± 7.4 respectively. A second degree polynomial equation and an R² coefficient of determination of 0.98% were obtained.

Keywords: forage, maturation, yield.

INTRODUCCIÓN

La biomasa es el resultado de la transformación de la energía solar en energía química. La producción de biomasa vegetal es muy importante para la alimentación animal y por ende para la producción de productos para consumo humano. Esta producción está influida por diferentes factores como la especie y variedad, parásitos u otros microorganismos, suelo, clima, temporada, manejo, edad, corte, pastoreo, riego, sequías, quemas, fertilizantes, enriquecimiento con compostas, entre otros. Los avances de la ciencia promovieron el desarrollo agrario basado en la revolución verde; la cual solo promueve la producción de alimentos, ya sea de uso humano o animal; marginando la importancia de la biomasa como enriquecedor del recurso suelo, al disponerse de los insumos necesarios para sustituir su fertilidad natural (Martínez y Leyva, 2014).

Las plantas pertenecientes a la familia de gramíneas como de las leguminosas, son importantes, ya que son capaces de aportar gran cantidad de calorías y proteínas; además de ser plantas que presentan gran cantidad de biomasa, y a su vez sirven para la alimentación animal (KASS, 1997).

Las fabáceas (Fabaceae) o leguminosas (Leguminosae), son una familia del orden de las fabales; reúne árboles, arbustos y hierbas perennes o anuales; fácilmente reconocibles por su fruto tipo legumbre y sus hojas compuestas y estipuladas. Es una familia de distribución cosmopolita con aproximadamente 730 géneros y unas 19,400 especies; lo que la convierte en la tercera familia con mayor riqueza de especies después de las compuestas (Asteraceae) y las orquídeas (Orchidaceae) (KASS, 1997).

Es importante la producción de biomasa por las plantas arbóreas, ya que con la integración de árboles en los potreros, es una opción para mejorar la productividad y sustentabilidad de la ganadería. Con el uso de sistemas silvopastoriles, se logran indicadores importantes de carne y leche en lugares de México y resto de Latinoamérica (Aguirre, 2013).

La familia de las gramíneas, es probablemente la que mayor importancia tiene para la economía humana; de hecho alrededor del 70 % de la superficie cultivable del mundo está sembrada con gramíneas, y el 50 % de las calorías consumidas por la humanidad proviene de las numerosas especies de gramíneas, que son utilizadas directamente en la alimentación, o bien, indirectamente como forrajes para los animales domésticos (KASS, 1997). En términos de la producción global, los cuatro cultivos más importantes son gramíneas: caña de azúcar, trigo, arroz y maíz. La cebada y el sorgo están entre los primeros 12 cultivos. Por otro lado, la caña de azúcar es un cultivo que aporta gran cantidad de biomasa (Parodi, 2005).

Así la productividad neta anual de algunas plantas, son: caña de azúcar con 1725 y 4.73, remolachas con 765 y 2.10, arroz con 497 y 1.36, maíz con 412 y 1.13, avena con 359 y 0.98 y trigo con 344 y 0.90 g/m² anual, y por día respectivamente (Odum, 2000).

También se puede producir biomasa, con la germinación de granos bajo control de temperatura, humedad, densidad y buena calidad de la semilla; alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en un periodo de 7 a 10 días. En un trabajo realizado con maíz en charolas de cartón con riego de solo agua y cada 24 horas, se logró una altura media de 30.45 ± 4.5 cm, un rendimiento 3.5 ± 0.3 Kg y con un 80.5 % de germinación (Zagal-Tranquilino *et al.*, 2016).

El pasto Tanzania, encontrándose en la actualidad en zonas tropicales y subtropicales, donde se aprovecha para alimentar a los rumiantes por su forma de rebrote, tamaño de lámina foliar, relación hoja- tallo y producción de biomasa palatable (Patiño *et al.*, 2018). Su contenido nutrimental asciende a 21.2% de materia seca (MS), 11.6% de proteína cruda, 41.1% fibra detergente ácido, 68.6% fibra detergente neutro y 1.63% de grasa; además contiene cenizas (13.4%), calcio (0.29%) y fósforo (0.26%) (Molina *et al.*, 2015).

Verdecia *et al.* (2008) publicaron 1270 g/m² de MS por corte a los 105 días de pasto Tanzania; sin embargo, a mayor edad de la planta, menor serán las cualidades nutritivas. Las edades evaluadas fueron los 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días. En los resultados se puede apreciar que el rendimiento en MS aumenta con la edad de la planta, con sus resultados más elevados a los 105 días, con (12.7 tMS/ha/corte); mientras que la proporción hoja – tallo, proteína bruta, digestibilidad de la MS y orgánica, disminuyeron con la edad, su mejor comportamiento fue a los 30 días con (11.62%, 63.5% y 68.74%) respectivamente; mientras que la fibra aumentó con la edad, siendo sus valores más altos a los 105 días, con el 35.53% (Verdecia *et al.*, 2008).

El estiércol de conejos en MS contiene 3 % de nitrógeno, 2.9 % de fosforo y 4.8 % de potasio; además tiene un pH básico de 7.2 a 9, lo que lo hace recomendable para tierras ácidas (Rabada, 1978). El valor teórico de las deyecciones puede ser calculado determinando el aporte equivalente de los elementos nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K), por los fertilizantes químicos para el nitrógeno; por ejemplo, la urea, para el fósforo el superfosfato; y para el potasio el sulfato de potasio. Para tener una idea inmediata, baste decir que aportando unas 15 ton/ha de abono a base de excretas de conejo, se aporta una media de 125 unidades de nitrógeno, 180 unidades de fósforo y 100 unidades de potasio (Maiani, 1990).

Por otro lado, los modelos Gompertz, Logístico, Richards, Bertalanffy y Brody son las funciones de crecimiento más frecuentemente utilizadas para describir el crecimiento de plantas animales y órganos. El crecimiento biológico puede ser replicado por medio del

uso de funciones matemáticas, que predicen la evolución del peso vivo a través del tiempo; éstas permiten hacer evaluaciones sobre el nivel de producción en las explotaciones ganaderas, pudiendo clasificar de forma sencilla la productividad de una especie específica para una zona determinada (García, 2005; Noguera *et al.*, 2008).

Por lo anteriormente mencionado, el objetivo del presente trabajo fue contar con una ecuación que indique el crecimiento de rebrote de Tanzania en una parcela establecida, enriquecida con excremento de conejo en periodo de lluvias.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a la práctica en la granja escolar de la Secundaria Técnica No. 1, localizada en Xalisco Nayarit, México. El lugar presenta un clima cálido sub húmedo, con lluvias en el verano; la temperatura promedio anual de 21.3 °C, con precipitación promedio de 1152.3 mm, con una altitud de 915 m sobre el nivel del mar (INEGI, 2006).

En la granja se encuentra la parcela con sistema de riego, 4 años de establecida, con pasto Tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq) y recibe estiércol de conejo a razón de 10 kg/m² (0.3 kg de N, 0.3 de P y 0.48 kg de K), una vez al año 30 días, antes de la temporada de lluvias. El forraje recibe cortes todo el año antes de la maduración o espigar, ya que de esta forma los Cuyes (animales que se crían para mascota en la granja), consumen todo el forraje, sin necesidad de picarlo.

El estudio se realizó en el verano que es la temporada de lluvias, ya que el forraje tiene mayor crecimiento durante esa época. Al forraje se hizo un corte de uniformidad a 15 cm del suelo y las mediciones del rebrote se realizaron al azar, con cinta métrica del nivel de corte anterior hasta la altura promedio del forraje de un marco de 1.0 m², cada 10 días después del corte y hasta los 60 días, y se tomaron 10 mediciones por tiempo.

A los datos recolectados del pasto se sometieron a un procedimiento matemático para tipificar su curva de crecimiento, con un alto grado de exactitud, este método conocido como Gauss Jordan (Dekker y Hoffman, 1989; Peter y Wilkinson, 1976).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento promedio y DS en cm, registrado para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 después del corte en pasto Tanzania fue 49±7.4, 69±8.9, 82±10.3, 101±8.9, 154±11.4 y 191±7.4 respectivamente. Al analizar los datos se obtuvo una ecuación polinómica de segundo grado y un coeficiente de determinación R². Donde x= día. Ver figura 1.

$$y = 0.0438x^2 - 0.2511x + 50.1$$

$$R^2 = 0.9875$$

Cabe señalar que al incrementar el grado de la ecuación polinómica en teoría se debe obtener un mejor ajuste y un coeficiente más alto, pero al momento de aplicarlo no se

obtuvo un incremento significativo, por lo que se concluyó usar la de segundo grado, ya que es más corta y sencilla de procesar por parte del usuario.

Al sustituir la ecuación calculada en este trabajo y a los 35 días después del corte, indica un crecimiento de 94.96 cm, que concuerda con los obtenidos por Sánchez *et al.* (2019). Sin embargo, los resultados encontrados en el presente trabajo logran un crecimiento de 191 ± 7.4 cm a los 60 días después del corte.

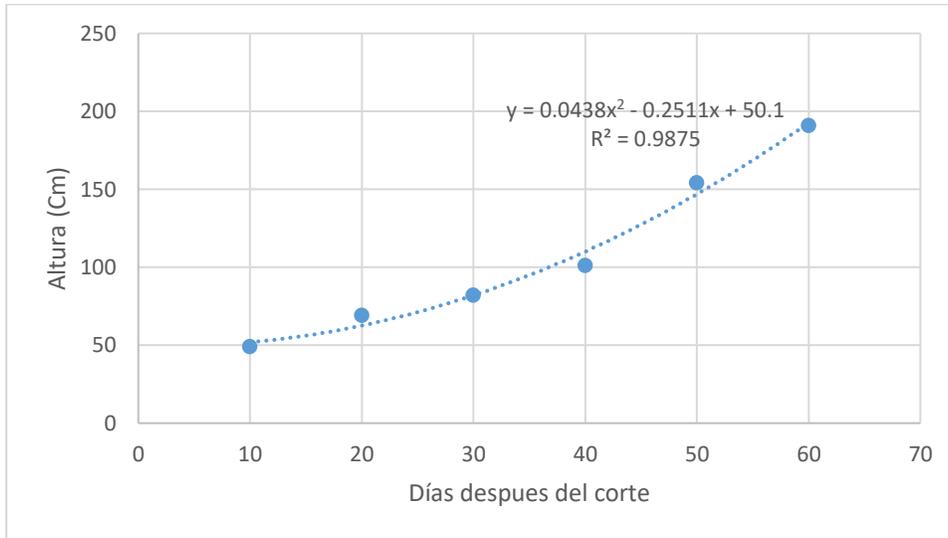


Figura 1. Crecimiento de rebrote de Tanzania en una parcela establecida enriquecida con excremento de conejo en periodo de lluvias con ecuación polinómica de segundo grado

En un trabajo para medir el crecimiento del pasto Tanzania, en parcela establecida por un año con fertilizante en periodo de lluvias, encontraron que el crecimiento varió entre los 7 y 35 días después del corte, de 81 a 115 cm sin fertilizante, y de 106 a 160 cm con fertilizante. Los resultados sugieren que la fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) incrementan la altura de la planta, el contenido de clorofila y el rendimiento en MS, cuando se aplica una dosis de 260-60-40 por hectárea en la época de lluvias (Sánchez *et al.*, 2019).

La adición de nitrógeno, fósforo y potasio (0.3 kg de N, 0.3 kg de P y 0.48 kg de K por m^2), a través del estiércol de conejo ($10 \text{ kg}/m^2$) fue muy poca, ya que la dosis calculada fue 3.0-3.0-4.8 por hectárea y en un estudio realizado en pasto Tanzania se midió el efecto de la aplicación de nitrógeno, y se concluyó que el mayor rendimiento de semilla se logró con la aplicación de 100 kg de N/ha (Joaquín *et al.*, 2009).

Verdecia *et al.* (2008) publicaron el rendimiento del pasto Tanzania, logrando $9.4 \text{ tMS}/ha$ a los 60 días, después del corte en lluvias. Como se puede apreciar el rendimiento en MS aumenta a medida que avanza la edad, existiendo diferencias significativas para $p < 0.05$ entre cada una de las edades estudiadas en ambos periodos del año, obteniéndose los mejores resultados a los 105 días de edad con (12.7 y $3.81 \text{ tMS}/ha/año$), y los más bajo

a los 30 días con (3.4 y 1.02 tMS/ha/año), para los periodos lluviosos y poco lluviosos respectivamente.

Sin embargo, a los 60 días de edad tiene 8.0 % de proteína cruda y digestibilidad de 54 %; estos valores al incrementar la edad del forraje se ven afectados de forma negativa. Además baja la palatabilidad, ya que los animales no consumen completo el forraje.

CONCLUSIÓN

El crecimiento promedio y DS en cm registrado para los días 10, 20, 30, 40, 50 y 60 después del corte en pasto Tanzania en periodo de lluvias fue de 49 ± 7.4 , 69 ± 8.9 , 82 ± 10.3 , 101 ± 8.9 , 154 ± 11.4 y 191 ± 7.4 respectivamente. Se obtuvo una ecuación polinómica de segundo grado y un coeficiente de determinación R^2 del 0.98 %.

LITERATURA CITADA

AGUIRRE Ortega J. Características nutricionales de algunas leñosas forrajeras. *Abanico Veterinario*. 3(3):42-51. ISSN 2007-4204.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2013/av133f.pdf>

DEKKER TJ, Hoffman W. 1989. Rehabilitation of the Gauss-Jordan algorithm. *Num. Math.* 54:591-599.

GARCÍA MC. 2005. Ajuste de una curva de crecimiento utilizando la función de Gompertz. *Rev. de la Fac. de Bioq. y Cien. Biol. UNL*. 9:121-130.

INEGI. 2006. Anuario estadístico del estado de Nayarit. Instituto Nacional, Estadística Geografía e Informática. Gobierno del Estado de Nayarit. México. Pp1-31.

JOAQUÍN TBM, Joaquín CS, Hernández GA, Pérez PJ. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea. *Téc. Pec. Méx.* 47:69-78.

KASS E. 1997. Phylogenetic relationships in the Papilionoideae (Family Leguminosae) based on nucleotide sequences of cpDNA (rbcL) and ncDNA (ITS1 and 2). *Molecular Phylogenetics and Evolution*.8:65-88.

MAIANI A. 1990. Las deyecciones del conejo: un fertilizante a valorar. *Cuniculture*. 94: 183-186.

https://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a1990m10v15n87/cunicultura_a1990m10v15n87p199.pdf

MARTÍNEZ Romero A, Leyva Galán A. 2014. Biomass crops in the agroecosystem. Its benefits agroecological. *Cultivos Tropicales*. 35:1. ISSN 0258-5936.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000100002

MOLINA IC, Donneys G, Montoya S, Rivera JE, Villegas G, Chará J, Barahona R. 2015. La inclusión de *Leucaena leucocephala* reduce la producción de metano de terneras Lucerna alimentadas con *Cynodon plectostachyus* y *Megathyrsus maximus*. *Livestock Research for Rural Development*. 27(5). <http://www.lrrd.org/lrrd27/5/moli27096.html>.

NOGUERA RR, Pereira RL, Solarte CE. 2008. Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*) desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio. *Livestock Research for Rural Development*. 20 (79).

ODUM A. 2000. Fundamentals of Ecology. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*. 54:546.

PARKS JA. 1982. Theory of feeding and growth of animals. Springer-Verlag. Berlin. Pp. 451.

PARODI LR. 2005. Gramíneas. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I. Descripción de plantas cultivadas. Buenos Aires: Editorial ACME. 2005. p. 108-182.

PATIÑO PRM, Gómez SR, Navarro MOA. 2018. Calidad nutricional de Mombasa y Tanzania (*Megathyrus maximus*, Jacq.) manejados a diferentes frecuencias y alturas de corte en Sucre, Colombia. *Rev. CES Med. Zootec.* 13:17-30.

PETER G, Wilkinson JH. 1976. On the stability of elimination with pivoting. *Computer J.* 18(1):20-24.

RABADA JC. 1978. Producción de estiércol cunícola y su valoración como abono. III Symposium de cunicultura. dialnet.unirioja.es

RICHARDS FJ. A flexible growth functions for empirical use. *J. Exp. Bot.* 1959; 10:290-300.

SÁNCHEZ Hernández MA, Valenzuela Haro Y, Morales Terán G, Hernández Sánchez S, Murillo Hernández AR. 2019. Crecimiento de pasto guinea *Megathyrus maximus* cv. Mombaza en función de diferentes dosis de fertilización. En 2019. Meza Villalvazo VM. Producción Agropecuaria: Un enfoque integrado. Primera edición. ISBN: 978-607-98543-1-7. https://www.researchgate.net/profile/J_Reyes_Cardenas/publication/336242713_El_seguro_como_instrumento_de_administracion_de_riesgos_en_el_sector_agropecuario_Insurance_as_risk_management_instruments_in_the_agricultural_sector/links/5d96675e92851c2f70e81bd1/El-seguro-como-instrumento-de-administracion-de-riesgos-en-el-sector-agropecuario-Insurance-as-risk-management-instruments-in-the-agricultural-sector.pdf#page=245

VERDECIA Danis M, Ramírez Jorge L, Leonard Ismael, Pascual Yoandris, López Yoel. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 9(5):1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63611397008.pdf>

Zagal-Tranquilino M, Martínez-González S, Salgado-Moreno S, Escalera-Valente F, Peña-Parra B, Carrillo-Díaz F. 2016. Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Abanico Veterinario*. 6(1): 29-34. <https://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2016/av161d.pdf>