

# EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DEL PASTO TRANSVALA (*Digitaria decumbens cv. Transvala*) PARA HENIFICACIÓN, BAJO CONDICIONES DE RIEGO.

Jorge L. Morales , Vidal Acuña, Argerie Cruz <sup>1</sup>

## RESUMEN

La producción y la calidad del pasto transvala (*Digitaria decumbens cv. Transvala*) para heno, dependen de la edad de rebrote y de la fertilización. El presente estudio tuvo como objetivo, determinar la producción y calidad de este pasto cuando se cosecha a 49 días de rebrote, con niveles de fertilización nitrogenada (nitrato de amonio) de 0, 67, 133, 213, 267 y 333 kg de N/ha/cosecha, en dos aplicaciones, bajo condiciones de riego en la región Chorotega. Los datos fueron analizados en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La producción de materia seca (MS) por hectárea aumenta significativamente (2.951,8 kg vs 4.950,7 kg), cuando se aumenta la tasa de fertilización de 0 a 67 kg N/ha ( $P<0,01$ ). El contenido de humedad del pasto se reduce consistentemente (32,0 a 20,3 % de MS), con el aumento en los niveles de fertilización (0 a 333 kg N/ha), ( $P<0,01$ ). El contenido de proteína cruda (PC) del forraje aumenta de 6,43 % con 0 kg/N/ha/corte a 9,93 % con 333 kg/N/ha/corte; con un nivel de fertilización de 133 kg N/ha/corte, el contenido de PC del forraje llega a 7,93 %. Se concluye que bajo las condiciones edafo-climáticas de la zona de Cañas, Guanacaste y bajo riego, la fertilización nitrogenada del pasto transvala en forma de nitrato de amonio, a niveles de 67 a 133 kg N/ha/corte, permite aumentar la producción en alrededor de 2 t de forraje en base seca y la proteína cruda puede llegar hasta el 8 %.

**Palabras clave:** Forrajes, henificación, producción, calidad, fertilización.

## INTRODUCCIÓN

La producción de heno en Costa Rica existe desde hace muchos años (Anexión 1993) y la principal característica es que se realiza en sistemas de secano, obteniéndose un producto de mala calidad. Dicho producto es utilizado para solventar la falta de forraje durante la época seca en las zonas del país donde éste es un evento normal y cíclico, que va de diciembre a mayo en las regiones Chorotega y Pacífico Central. También durante circunstancias climáticas extremas, principalmente como consecuencia del Fenómeno del Niño, las cuales provocan sequías en las regiones mencionadas anteriormente ó temporales en regiones del

trópico húmedo costarricense, como la Huetar Norte y Meseta Central, se recurre al uso del heno. Es decir, este forraje en forma del heno, juega un papel importante para el mantenimiento del peso corporal de animales tanto en ganadería de leche como de carne, aunque con muy pocas opciones de producción por su mala calidad. La especie predominante para henificación es el pasto transvala (*Digitaria decumbens cv. Transvala*) (Morales et al. 2002). También se producen pacas de arroz, las cuales en condiciones extremas, juegan un papel importante para mitigar esos efectos climáticos. Otro consumidor importante de este forraje son los caballos, los cuales, dependiendo de la época del año, provocan precios altos en las pacas.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria ( INTA), Costa Rica.

En los últimos años, en Costa Rica se han incrementado los sistemas de engorde estabulados y semi-estabulados, que al igual que las lecherías especializadas han conformado un sector importante de demanda de heno y en crecimiento continuo, pero requieren un producto de mucho mayor calidad que el que se produce en los sistemas tradicionales de secano. Un estudio preliminar reciente (Morales y Cruz 2006) demostró que es factible duplicar, la producción y calidad del heno de pasto transvala, si se manejan la edad de rebrote y la fertilización nitrogenada; y que un sistema de producción bajo riego es potencialmente el que permitiría manejar las edades de rebrote de una manera más práctica y precisa.

En este estudio los niveles de fertilización nitrogenada y la edad de rebrote de mayor impacto, estuvieron entre los 100 y 200 kg N/ha y alrededor de los 50 días, respectivamente, pero bajo condiciones de secano. Se utilizaron esos rangos de fertilización y rebrote de mayor impacto, para observar su efecto sobre el pasto transvala, en el período de verano en un sistema de producción bajo riego. Dado que no existe información precisa de los niveles óptimos de fertilización nitrogenada, para máxima calidad y producción del forraje en condiciones de verano con riego, en el presente estudio se optó por aplicar diferentes niveles de fertilización que permitan generar la curva de respuesta de esta especie forrajera a la fertilización nitrogenada y así poder tener más certeza para identificar los niveles óptimos.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue: determinar la curva de producción y valor nutritivo del pasto transvala, como respuesta a la fertilización nitrogenada, a una edad de 49 días de rebrote, bajo condiciones de riego.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Ubicación del Ensayo

El presente estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Enrique Jiménez

Núñez del INTA, ubicada en el cantón de Cañas en Guanacaste, 10 km al sureste del distrito central y 10 km al sur de la carretera panamericana.

Las condiciones edafo-climáticas de la localidad, se caracterizan por presentar suelos Mollisoles (Fluventic Haplusoll), profundos y fértiles, de textura franca aunque mal estructurados. Sus limitantes están relacionadas con la Zona de Vida de Bosque Húmedo, transición a Basal y Tropical, dadas por fuertes vientos y un patrón climático bi-modal, con un período seco de diciembre a abril y un invierno intenso en lluvias, de setiembre a mediados de noviembre, separados por un lapso que se ha manifestado errático en los últimos años, ligero de lluvias de mayo a mediados de julio y de aquí a agosto en el cual se reduce la precipitación significativamente, correspondiente al veranillo de San Juan y a la canícula. Los suelos poseen bajos contenidos de fósforo, manganeso y potasio, aunque con una suma de cationes aceptable y un pH de alrededor del 6,5 (Arroyo et al. 2005).

La Figura 1 muestra el comportamiento del clima en la zona (Hancock y Hargreaves 1977), la cual está basada en un período de seis años y con probabilidades de un 75 % de que este patrón de lluvias pueda ocurrir.

La temperatura promedio de la zona ha sido de 24,6 °C; la humedad relativa 91 %;

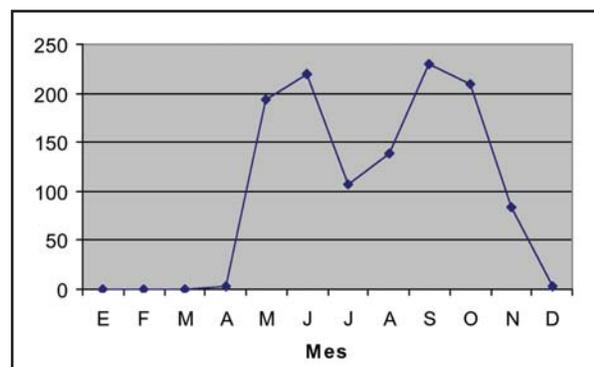


Figura 1. Patrón de lluvias con 75% de probabilidades para el área de la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (Hancock y Hargreaves 1977).

la precipitación máxima de 2.818 mm; la precipitación mínima 1.018 mm, durante el mismo período.

## 2. Marcación de parcelas y manejo del riego y fertilizaciones

La unidad experimental utilizada fue de 6 m<sup>2</sup> (3 m x 2 m); las parcelas fueron marcadas, previo corte de uniformidad con chapeadora a nivel del suelo. Al día siguiente se suministró el primer riego hasta alcanzar una lámina de agua de 10 cm, condición que se obtuvo a las 24 horas para luego proceder a la apertura de drenajes. Una vez que se logró un espejo de agua de unos 3 cm, se hizo la primera aplicación de fertilizante nitrogenado, aproximadamente a las 48 horas de iniciado el riego.

Se aplicaron tres riegos más cada quince días. La aplicaciones de fertilizante se hicieron inmediatamente después de los riegos., según el mismo procedimiento descrito anteriormente.

## 3. Diseño Experimental

EL estudio se arregló en bloques completos al azar, con tres repeticiones y con cinco niveles de fertilización nitrogenada, a una sola edad de rebrote de 49 días.

El análisis de los datos se hizo mediante el paquete estadístico SAS.

La variable independiente correspondió a los niveles de fertilización, los cuales fueron 67, 133, 213, 267 y 333 kg N/ha, fraccionados y aplicados en dos dosis iguales; además se estableció un testigo absoluto con 0 kg de fertilizante. El área donde se ubicaron los bloques se trató dos meses antes con 167 kg/ha de la fórmula completa, 10-30-10. Las variables dependientes fueron cuatro: producción de forraje en base seca, porcentaje de materia seca, proteína cruda y fibra en el forraje. La evaluación se realizó del 23 de febrero al 12 de abril del 2000.

## 4. Distribución al azar de los niveles de fertilización

Los tres bloques ó repeticiones se ubicaron en tres sitios diferentes pero representativos de todo el campo de 3 ha de pasto transvala disponibles para el estudio. En cada bloque se asignaron al azar los niveles de fertilización. Las parcelas se separaron a lo largo y ancho entre sí, con callejones de 2 m.

## 5. Muestreos y Análisis de Laboratorio

Todas las parcelas fueron muestreadas en una sola ocasión, a una edad de rebrote de 49 días cortando el pasto de cada parcela con machete, a nivel del suelo. Se pesó toda la biomasa verde de la parcela con romana de reloj de 50 kg. Posteriormente se tomó una submuestra de aproximadamente 500 gr de material fresco en bolsas de papel debidamente identificadas. Estas fueron pesadas en romana granataria y se almacenaron en hieleras mientras se llevaron a laboratorio al cabo de dos días, en donde se sometieron a secado en horno a 60 °C, durante 72 horas.

En el laboratorio de Piensos y Forrajes del INTA, las muestras se secaron en horno a 105 °C durante 24 horas, para determinar materia seca y posteriormente se molieron en molino de martillos utilizando malla de 2 mm. Las muestras se analizaron para proteína cruda (PC), utilizando el método micro Kjeldahl y fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND), con la metodología de Van Soest (Van Soest 1967).

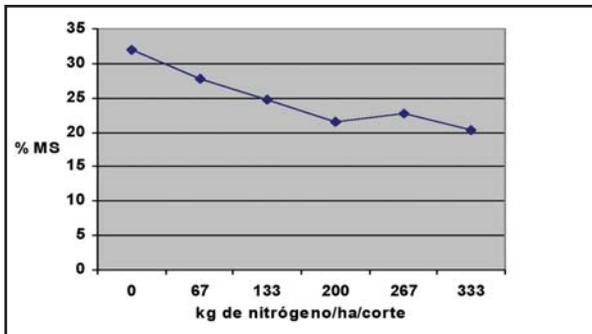
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para generar la tecnología más adecuada de producción de heno de buena calidad, el estudio sobre el efecto del estado de madurez y la fertilización nitrogenada sobre la producción y el valor nutritivo del pasto transvala (*Digitaria decumbens cv. Transvala*) para la henificación bajo condiciones de secano indicó la posibi-

alidad de mejorar la calidad y la producción del heno de pasto transvala bajo las condiciones de secano tradicionales. La respuesta de mayor eficiencia biológica (producción y calidad del forraje) se dio entre los 100 y los 200 kg de N/ha/corte (Morales y Cruz 2006). Sin embargo, el período del año donde se puede manejar la edad de rebrote, con mayor certeza, es durante el verano. El presente estudio, orientado por esos resultados probó bajo condiciones de riego, el efecto de la aplicación de fertilizante nitrogenado a niveles de 0 a 333 kg/N/ha. Los resultados indican lo siguiente.

**1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de materia seca del forraje**

Conforme los niveles de fertilizante nitrogenado se aumentaron, el contenido de materia seca del forraje disminuyó progresivamente, pasando de 32,0 % de MS en el nivel cero de fertilizante, a 20,3 % cuando se aplicaron 333 kg N/ha (Figura 2). Esta tendencia concuerda con la observada por Morales y Cruz (2006). A una tasa de fertilización de 67 a 133 kg de N/ha y de 49 días de rebrote, el contenido de materia seca del forraje, se mantiene entre 28 y 25 % (Cuadro 1).



**Figura 2.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de materia seca del forraje. Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Costa Rica. 2000.

**Cuadro 1.** Efecto de la fertilización sobre el contenido de materia seca del forraje. Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Costa Rica. 2000.

Variab.	TRATAMIENTOS (kg N/ha)					
	0	67	133	200	267	333
% MS*	32,0 a	27,8 ab	24,8 bc	21,5 c	22,8 c	20,3 c

\*Medias con letras diferentes son significativamente diferentes (p < 0,01).

**2. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína cruda del forraje**

El pasto transvala para la producción de heno manejado a un rebrote de 49 días, bajo riego, pero sin ninguna aplicación de fertilizante nitrogenado presenta un contenido de proteína máximo de 6,47 % (Cuadro 2). Es de esperar que bajo las mismas condiciones de producción, pero a mayor edad de rebrote, el contenido de proteína del forraje disminuya progresivamente hasta alcanzar niveles tan bajos como del 3,5 %, como se ha encontrado en lotes de secano de más de tres meses de rebrote (Morales et al. 2003), lo cual es usual en esos sistemas tradicionales de producción de heno en la región Chorotega.

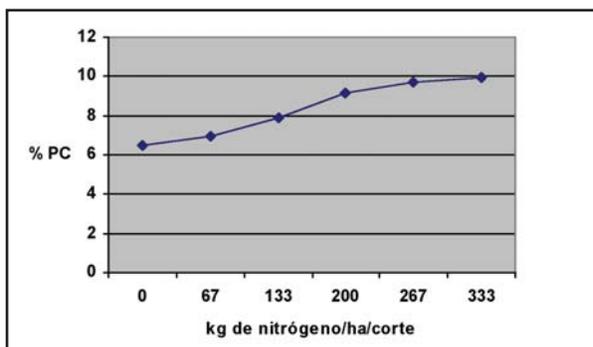
**Cuadro 2.** Efecto de la fertilización sobre el contenido de proteína. Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Costa Rica. 2000.

Variab.	TRATAMIENTOS (kg N/ha)					
	0	67	133	200	267	333
% PC*	6,47 c	6,93 c	7,93 bc	9,13 ab	9,73 a	9,93 a

\*Medias con letras diferentes son significativamente diferentes (p < 0,01).

La aplicación de fertilizante nitrogenado puede mejorar el contenido de proteína cruda del forraje (Van Soest 1983). En el presente estudio, todas los niveles de fertilizante aplicados, mejoraron el contenido de este nutriente en el forraje, hasta alcanzar cerca del 10 % con la tasa de 333 Kg de N/ha (Figura 3). Similares resultados se encontraron en el anterior estudio de esta serie (Morales y Cruz 2006).

Con niveles de fertilización de 67 a 133 kg de N/ha, se alcanzan contenidos de 7 y 8 % de proteína cruda respectivamente. La literatura indica (NRC 1983; Leng 1991; Leng 1993) que éstos son los niveles mínimos que deben tener los forrajes suministrados a los animales que les permitan hacer una buena utilización de estos alimentos para que puedan esperarse niveles de producción animal adecuada. Valores inferiores son detrimentales y los que son iguales ó mayores a éstos son deseables para la producción animal. Es por ésto que el heno que actualmente se comercializa de pasto transvala y otras especies forrajeras, obtenidas en sistemas de producción convencional en seco, son útiles, únicamente, para mantener peso o producciones mínimas, siempre y cuando se adicione algunos otros componentes en la dieta del animal, como pueden ser la melaza y la urea, en épocas de veranos prolongados ó sequías. Como efecto positivo adicional cuanto mayor es la calidad de los alimentos que consume el ganado, menor es el impacto de los gases con efecto invernadero (gas metano), que producen los rumiantes (EPA 2003).



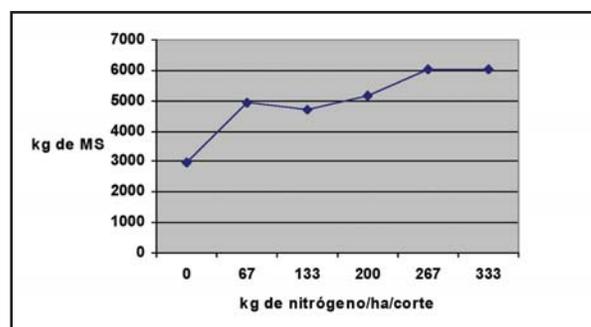
**Figura 3.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína cruda del forraje. Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Costa Rica. 2000.

### 3. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje

El efecto positivo de la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa de especies forrajeras, está probado ampliamente en la literatura

(Mildford y Minson 1966; Boyd et al. 1973; Leng 1993; Morales 1989). También se ha observado que este efecto sigue el comportamiento de los rendimientos decrecientes (Tisdale et al. 1985), lo cual significa que con cada incremento en una unidad del nutriente aplicado, hay un incremento en la producción de biomasa, pero este incremento es cada vez menor hasta alcanzar a estabilizarse. En el presente estudio esta observación no fue la excepción como se puede ver en la Figura 4.

Para el caso particular del pasto transvala, bajo condiciones de riego, el primer incremento debido a la aplicación de 67 kg N/ha resultó en un 68 % más de forraje en base seca con respecto al nivel cero de nitrógeno (Cuadro 3). La producción promedio de 5 t de forraje en base seca se da a este nivel de fertilización, lo cual significa aproximadamente 300 pacas de 17 kg cada una. Cuando se aplicaron 133 Kg de N, el incremento en biomasa fue de 5 % con respecto al incremento anterior; con 200 kg de N fue de 10%, con 267 kg de N fue de 17%, alcanzando a nivelarse a partir de este nivel.



**Figura 4.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje en base seca. Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Costa Rica. 2000.

**Cuadro 3.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje. Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez, Costa Rica. 2000.

Variables	TRATAMIENTOS (kg N/ha)					
	0	67	133	200	267	333
Kg MS/ha *	2951,8 c	4950,7 ab	4701,6 b	5164,2 ab	6054,5 a	6052,1 a

\* Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ( $p < 0,01$ ).

#### 4. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de fibra del forraje

El contenido de fibra en el forraje prácticamente no fue afectado por la fertilización nitrogenada. Únicamente se vieron ligeras diferencias en la fibra ácido detergente de todos los niveles de N con respecto al nivel cero (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de fibra del Forraje. Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez, Costa Rica. 2000.

Variables	TRATAMIENTOS (kg N/ha)					
	0	67	133	200	267	333
% FND	62,3	64,2	64,7	63,4	64,2	64,0
% FAD *	42,8	44,2	44,3	44,1	44,7	43,5

\* Significativo ( $p < ,001$ ).

De acuerdo con el estudio de Morales et al. (1989), a mayor contenido de FND de los alimentos, mayor es el consumo de FND pero menor es el de materia seca total (como porcentaje del peso corporal del animal). Lo anterior quiere decir que, la fertilización nitrogenada aplicada al pasto transvala en el presente estudio, podría no tener ningún efecto sobre el consumo del forraje en base seca, por el ganado bovino, ya que no se observó efecto alguno del fertilizante sobre el contenido de fibra.

#### CONCLUSIONES

El presente estudio indica, que con el manejo de la fertilización a niveles de 67 a 133 kg de N/ha/corte y edades de rebrote de alrededor de los 50 días, es posible producir cerca de 300 pacas de 17 kg de peso por corte en el verano bajo riego. Además, se lograron contenidos de proteína cruda de alrededor del 8 %, en el forraje, ésto indica buena calidad del mismo para la producción animal.

Es factible desarrollar la industria del heno de

calidad en sistemas de producción bajo riego, lo cual ofrece una alternativa biológicamente viable al productor del Distrito de Riego Arenal Tempisque y una opción de mayor calidad para la producción animal a los ganaderos.

#### LITERATURA CITADA

- Anexión. 2003. Hacia la revolución de pastos en Guanacaste. Periódico de circulación semanal. Guanacaste, Costa Rica. p 25.
- Arroyo M, L; Araya, M. y Ugalde, M.. 2005. Análisis general del uso actual y potencial de la Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez. Informe N° 1. INTA. San José, Costa Rica. 52 p.
- Boyd, F.T.; Sank, S.C.; Smith, R.L.; Hodges, E.M.; West, S.H.; Kretschmer, A.K Brolmann, J.B. and Moore, J.E. 1973. Transval Digitgrass a tropical forage resistant to: 1. Swing nematodo, 2. Pangola Stunt Virus. Circular S-22. Florida Agricultural Experiment Stations. IFAS. University of Florida, Gainesville. 16 p.
- EPA ( Environmental Protection Agency, US). 2003. Ruminant Livestock and the Global Environment. <http://www.epa.gov/rlep/sustain.htm>. 3 p.

- Hancock, J.R. and Hargreaves, H.G. 1977. Precipitación, clima y potencial para producción agrícola en Costa Rica. International Irrigation Center. Agricultural and Irrigation Engineering Dept. Utah State University. 160 p.
- Leng, R.A. 1991. Application of biotechnology to nutrition of animals in developing countries. APHP 90. FAO. Roma. 14 p.
- Leng, R.A. 1993. Quantitative Ruminant Nutrition - A Green Science. Aust. J. Agri. Research 44:363 - 80.
- Milford, R. y D.J. Minson. 1966. Determinants of feeding value of pasture and Supplementary feed. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. Vol. 6. p.: 319-329.
- Morales, J.L. 1989. Managing the plant-animal interface in tropical legume-grass pastures. Ph.D. Dissertation. University of Florida. Gainesville, FL. 110 p.
- Morales, J.L., H.H. van Horn and J.E. Moore. 1989. Dietary interaction of cane molasses with source of roughage: intake and lactation effects. J. Dairy Sci. 72:2331-2338.
- Morales, J.L.; Cruz, A.; Acuña, V.; Lobo, M.; Hidalgo, C.; Dávila, M. 2002. Industrialización del heno de calidad de pasto transvala (*Digitaria decumbens* Sten)). Boletín Especial. INTA. Costa Rica. 79p.
- Morales, J.; Acuña, V. y Cruz, A. 2003. Industrialización del Heno de Calidad en Sistemas Bajo Riego en Costa Rica. INTA. Costa Rica. 79 p.
- Morales, J.L. y Cruz, A. 2006. Industrialización del heno de calidad en Costa Rica. "Efecto del estado de madurez y la fertilización nitrogenada sobre la producción y el valor nutritivo del pasto transvala (*Digitaria decumbens* cv. *Transvala*) para la henificación bajo condiciones de secano. EN PRENSA.
- Nature Resource Council. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy Press. Washintong, USA. 80 p.
- Tisdale, S.L.; W.L. Nelson y J.D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. 4 ed. Nueva York, USA. Macmillan. 560 p.
- Van Soest, P.J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. J. Anim. Sci. 26:119.
- Van Soest, P.J. 1983 Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books. USA. p. 23-57.

