

Convocatoria Fondo Semilla de Investigación para Forrajes

I. “Productividad del pasto ryegrass anual (*Lolium multiflorum*) cv. Jumbo a dos altitudes con tres fórmulas de nitrógeno”

II. Formulación del problema

La fertilización nitrogenada es la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero proveniente de cultivos en sistemas pecuarios debido a su uso intensivo al ser el nutriente de mayor importancia en la producción de forrajes. La respuesta de los forrajes al nitrógeno depende en gran medida de la altitud a la que se ubique la finca, ya que los pisos altitudinales que se encuentran en el trópico muestran una diversidad de microclimas. Por tanto, la respuesta a las fuentes de nitrógeno va a variar igualmente como respuesta a los factores de manejo y climatológicos. Por medio de esta investigación se busca evaluar la respuesta productiva de un cultivar de pasto ryegrass a tres fuentes de nitrógeno a dos altitudes en lecherías de Costa Rica. Por medio de ello se busca maximizar la producción de materia seca de alto valor nutricional y disminuir la dependencia a insumos externos (heno y henilaje) que deben ser transportados largas distancias, con lo que se incrementa la huella de carbono en las fincas.

III. Objetivos

General:

Evaluar el efecto de tres fórmulas de nitrógeno y dos altitudes sobre la productividad del pasto ryegrass anual cv. Jumbo.

Específicos:

- Estimar la producción de biomasa del pasto ryegrass anual con tres fuentes de nitrógeno a dos altitudes.
- Estimar el valor nutricional del pasto ryegrass anual con tres fuentes de nitrógeno a dos altitudes.
- Evaluar la composición estructural del pasto ryegrass anual con tres fuentes de nitrógeno a dos altitudes.

- Estimar la edad fenológica del pasto ryegrass anual con tres fuentes de nitrógeno a dos altitudes.

IV. **Justificación**

El nitrógeno es el nutriente más importante para favorecer la producción de materia seca en forrajes. La productividad de los cultivos forrajeros se ve directamente afectada por el suministro adecuado de nutrientes al suelo a través de programas de fertilización, siendo el nitrógeno el más limitante. La elección de la dosis y la fuente de nitrógeno en forrajes implica permiten obtener una mayor productividad del forraje mientras se disminuye el impacto ambiental por la producción de gases de efecto invernadero como el óxido nitroso (N₂O), cuyo potencial de calentamiento es 210 veces el del dióxido de carbono (Smith et al. 2014).

El uso responsable de agroquímicos involucra no solo los productos que producen efectos adversos sobre la salud humana (por ejemplo: etiquetas amarilla y roja) sino también las fuentes utilizadas ya que éstas pueden comprometer la salud animal a nivel de finca y por arrastre como resultado del lavado y escorrentía en suelo. En sistemas productivos pecuarios, se debe lograr un balance entre la sostenibilidad del sistema productivo y la menor afectación al medioambiente, a través del uso de productos y dosis de fertilización adecuadas a los cultivos forrajeros.

Debido a que el cultivar de pasto ryegrass anual Jumbo se ha venido utilizando en muchas lecherías en zonas altas, este proyecto pretende evaluar su respuesta a tres fuentes de nitrógeno en dos altitudes y así generar información agronómica que sea de utilidad para los mismos productores.

V. **Marco teórico**

La aplicación de nitrógeno inorgánico es la forma más práctica de estimular el crecimiento en pasturas. Los sistemas ganaderos lácteos basados en forraje utilizan

fertilizantes nitrogenados como medio para incrementar la carga animal y proveer a sus animales de forraje que pueda llenar sus requerimientos nutricionales (Villalobos 2016).

Los insumos utilizados en el suelo y en los pastos, representan en promedio un 85% de los costos anuales de producción de pastos, siendo el rubro de mayor importancia dentro de la estructura de costos de producción de pastos de piso (Villalobos et al. 2013). Las condiciones climatológicas de las lecherías ubicadas en regiones altas del trópico, permiten la adaptación de pastos de clima templado (ryegrass, festuca, festulolium, trigos, triticales, cebadas, etc) en un rango altitudinal amplio (1800-3000 msnm).

Dichos forrajes han mostrado que su valor nutricional puede ser superior al de pastos tropicales. El alto valor nutricional de dichos forrajes ha sido al mismo tiempo un factor de manejo a considerar pues, por tratarse de materiales suculentos (alto contenido de humedad) con fibra altamente digestible (Campos et al. 2016), se debe recurrir a la utilización de suplementos forrajeros (heno y henilaje) en sus raciones para favorecer una mayor provisión de materia seca y fibra a sus animales.

La fertilización con nitrógeno es una de las prácticas agronómicas de mayor aceptación entre los productores debido a que la producción de biomasa y el valor nutricional se pueden incrementar (sobre todo a nivel de proteína cruda) (Funderburg et al. 2012), este último incluso ha mostrado una correlación positiva para la predicción de energía en forrajes (Arce 2016). El nitrógeno es también cuestionado por ser la principal fuente de gases de efecto invernadero proveniente del suelo a través de la emisión de óxido nitroso (N_2O) en sistemas ganaderos (Brink y Casler 2009, Jin et al. 2010, Smith et al. 2014).

En los últimos años han ingresado a Costa Rica varios cultivares de forrajes para zonas altas, dentro de los más utilizados en lecherías se encuentra el ryegrass anual cultivar Jumbo, el cual ha sido utilizado para sistemas de corte-acarreo con resultados favorables en muchos casos. Los productores han llevado a cabo sus propias evaluaciones por medio prueba y error pues las condiciones del trópico en altura son diferentes a las condiciones de clima templado donde proviene la mayor cantidad de información. Este proyecto evaluará el efecto de tres fuentes de nitrógeno y dos altitudes sobre la productividad de un cultivar de pasto ryegrass anual a través de indicadores agronómicos de biomasa, valor nutricional y fenología.

VI. Metodología

Ubicación

La investigación se llevará a cabo en dos fincas ubicadas dentro de dos rangos altitudinales (1800-2400 y >2400 msnm) y que utilizan el pasto con un sistema de corte-acarreo para alimentar el ganado de leche. El forraje utilizado es ryegrass anual (*Lolium multiflorum*) del cultivar Jumbo cuyas edades de cosecha se encuentran entre 50-60 días de rebrote (Fig. 1).



Figura 1. Cosecha del pasto ryegrass anual cv. Jumbo en la finca Río Birrís S.A.

Se tomará muestras del suelo en ambos terrenos y se analizarán en el laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agronómicas de la UCR para evaluar cualquier posible deficiencia que se deba enmendar al inicio del experimento. El pasto ryegrass se encuentra establecido en las fincas, por lo que será necesario realizar un corte de uniformización en las áreas donde se establecerán las parcelas experimentales cuya área será de 6 m² (2 x 3 m) cada una.

Se evaluará la respuesta productiva del pasto ryegrass anual a tres fuentes de nitrógeno [Urea (46%), Nitrato de amonio (33,5%) y Urea con azufre protegida (40% N + 6% S)] en dos altitudes (1800-2400 y >2400 msnm) con una dosis de nitrógeno de 200 Kg/ha/año. Las parcelas experimentales serán distribuidas aleatoriamente en 3 bloques (repeticiones) bajo un arreglo factorial de 2 x 3 x 3 para un total de 18 parcelas (9 parcelas por finca). La fertilización

se realizará posterior a la cosecha del pasto, iniciando en el momento de uniformización. Se realizarán un total de cinco cosechas cada 60 días durante el año: una para uniformización, de las cuales tres cosechas serán para recolección de muestras comprendiendo épocas climáticas de importancia (seca, transición y lluviosa).

Recolección de muestras

La cosecha de uniformización se realizará con una motosegadora propiedad de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica (Fig. 2) con altura de cosecha ajustable entre 5-10 cm. Dicho equipo será transportado a la finca en cada uno de los muestreos.



Figura 2. Motosegadora de pasto a utilizar en el proyecto.

En cada cosecha se evaluará la capacidad de rebrote de cada cultivar de pasto por medio del conteo directo de la cantidad de rebrotes por metro cuadrado en tres puntos aleatorios dentro de cada parcela. Asimismo, se medirá la edad fenológica del pasto por medio de diez observaciones por parcela.

El área cosechada en cada parcela será de 2,5 m de largo x 1,5 m ancho (ancho de corte de la motosegadora) del cual se pesará el material disponible en fresco y se tomará dos muestras compuestas por medio de la técnica del cuarteo. Una muestra de 1,0 kg se utilizará

para evaluar la composición estructural de la planta por medio de la relación hoja:tallo (RHT) que se obtiene al separar ambos componentes y su posterior secado a 60 °C. La segunda muestra compuesta será de 1,5 kg y será secada y molida para realizar análisis nutricionales en el Centro de Investigaciones en Nutrición Animal de la UCR. Las muestras serán analizadas por su contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) (AOAC 1990), fibra detergente neutra (FDN) (Van Soest et al. 1991), digestibilidad in-vitro de la materia seca (DIVMS) y la digestibilidad in-vitro de la fibra (DIVFDN) (Van Soest and Robertson 1985).

Posterior a la recolección de las muestras compuestas se cosechará los bordes de las parcelas para permitir un rebrote uniforme en toda la parcela, y, el material remanente será utilizado por las fincas para alimentar sus animales.

Análisis de la información

La información será analizada utilizando un diseño en bloques aleatorizados completos compuesto de 3 bloques (repeticiones), 2 altitudes (1800-2400 y >2400 msnm) y 3 fuentes de nitrógeno (urea, nitrato de amonio y urea protegida con azufre) para un total de 18 parcelas. La información de biomasa, calidad nutricional, RHT y edad fenológica se someterá a un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas mediante el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS® 9.3 (SAS-Institute, 2011) utilizando el efecto de la altitud, fuente de nitrógeno, y la interacción entre ambos y se estimarán las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las fuentes de nitrógeno y las altitudes para todas las variables en base al error tipo III mediante el procedimiento PROC GLIMMIX de SAS® 9.3 (SAS-Institute 2011).

VII. Plan de trabajo y responsable

El responsable del proyecto será el investigador Luis A. Villalobos V, quien es profesor del área de producción de forrajes en la Escuela de Zootecnia de la UCR. En caso de que la propuesta sea aprobada, el investigador planteará dicha investigación como tema de tesis para una o un estudiante de licenciatura de la carrera de Ingeniería Agronómica en Zootecnia.

VIII. Cronograma de actividades

En el Cuadro 1 se muestra la programación de actividades a realizar durante el año 2017 en las fincas donde se realizará el estudio.

Cuadro 1. Actividades a desarrollar en el proyecto

Actividad	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cosecha uniformización		X										
Fertilización		X		X		X		X		X		
Cosecha muestras				X		X		X		X		
Análisis de laboratorio				X		X		X		X		
Informe parcial							X					
Informe final												X

IX. Presupuesto

En el Cuadro 2 se muestra un desglose de los diferentes rubros solicitados para la ejecución del proyecto durante el año 2017. El rubro de mayor peso para la ejecución del proyecto son los análisis de laboratorio que serán realizados en el Centro de Investigaciones en Nutrición Animal por tratarse del único laboratorio donde se realiza los análisis de digestibilidad de la materia seca y digestibilidad de la fibra. Los demás insumos se adquirirán en almacenes agro-comerciales de la zona de Cartago.

Cuadro 2. Financiamiento solicitado para la ejecución del proyecto

Rubro	Monto (colones)	Justificación
Análisis de laboratorio ¹	6 528 600	Análisis a realizarse en el CINA. Cada muestra tiene un costo cercano a los 120 000 colones para los indicadores a evaluar.
Horas asistente	1 000 000	Pago de un estudiante para colaborar con las labores de campo y análisis de laboratorio.
Insumos agrícolas agroquímicos fertilizantes y enmiendas)	150 000	Compra de materiales (estacas, postes, carpa y bolsas) y agroquímicos (fertilizantes nitrogenados, enmienda, herbicida y fungicida) para el mantenimiento de las parcelas experimentales.
Combustibles y lubricantes	100 000	Compra de gasolina y aceite para el trabajo con la motosegadora.
Viáticos	200 000	Necesario para el desplazamiento a las fincas para el mantenimiento de las parcelas y recolección de muestras.
Total	7 978 600	

¹ El equivalente a \$10 000 (alrededor de 5 500 000 colones) provendrá del fondo semilla de FITTACORI y el restante de dicha partida y las demás partidas será aportado por la Cámara Nacional de Productores de Leche.

X. Referencias bibliográficas

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist, USA). 1990. Official methods of analysis. 15th ed, Arlington, VA. 1008 p. Brink, GE; Casler, MD. 2009. Meadow Fescue, Tall Fescue, and Orchardgrass Response to Nitrogen Application Rate. *Forage and Grazinglands* 7(1):1-12.
- Campos-Granados, C. M., Rojas-Bourrillon, A., Martínez-Machado A., Villalobos Villalobos, L. 2016. Digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutro de 8 forrajes de corte utilizados en lecherías de altura y de bajura en Costa Rica. Póster presentado en el XXII Congreso Nacional Lechero, Costa Rica.
- Funderburg, E; Biermacher, JT; Moffet, CA; Alkire, D; Mosali, J. 2012. Effects of Applying Five Nitrogen Rates on Quality of Nine Varieties of Introduced Perennial Forages. *Forage and Grazinglands* 10(1):1-14.
- Jin, T; Shimizu, M; Marutani, S; Desyatkin, AR; Iizuka, N; Hata, H; Hatano, R. 2010. Effect of chemical fertilizer and manure application on N₂O emission from reed canary grassland in Hokkaido, Japan. *Soil Science & Plant Nutrition* 56:53-65.
- SAS (SAS-Institute). 2011. The SAS system for Windows N°. 9.3. SAS Institute, Cary, NC.
- Smith P., M. Bustamante, H. Ahammad, H. Clark, H. Dong, E. A. Elsiddig, H. Haberl, R. Harper, J. House, M. Jafari, O. Masera, C. Mbow, N. H. Ravindranath, C. W. Rice, C. Robledo Abad, A. Romanovskaya, F. Sperling, and F. Tubiello, 2014: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB. 1985. Analysis of forages and fibrous foods: a laboratory manual for animal science. Cornell University, Ithaca, NY. p. 202.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.
- Villalobos, L. 2016. Respuesta del pasto alpiste (*Phalaris arundinacea* L.) a la fertilización nitrogenada en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 40(2): 63-75.
- Villalobos, L., Arce, J., WingChing, R. 2013. Producción de biomasa y costos de producción de pastos estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) y ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 37(2): 91-103.