

## Evaluación de dosis de nitrógeno sobre la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso en avena forrajera (Avena sativa), variedad Dorada

**Gutiérrez, Francisco; Loayza, Carlos; Portilla, Arnulfo; Espinosa, José**

Evaluación de dosis de nitrógeno sobre la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso en avena forrajera (Avena sativa), variedad Dorada

Siembra, vol. 5, núm. 1, 2018

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653868369006>

**DOI:** <https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1428>

# Evaluación de dosis de nitrógeno sobre la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso en avena forrajera (*Avena sativa*), variedad Dorada

Nitrogen level on biomass accumulation, bromatological composition and nitrogen use efficiency of *Avena sativa*

Francisco Gutiérrez fgutierrez@uce.edu.ec

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

Carlos Loayza

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

Arnulfo Portilla

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

José Espinosa

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

Siembra, vol. 5, núm. 1, 2018

Universidad Central del Ecuador,  
Ecuador

Recepción: 11 Abril 2018

Aprobación: 04 Julio 2018

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1428>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653868369006>

**Resumen:** El manejo responsable de los fertilizantes es parte del enfoque que persigue la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. El nitrógeno (N) es el elemento fertilizante más utilizado, seguido por el fósforo (P) y el potasio (K). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad de la avena forrajera, cada uno de los tratamientos recibió una cantidad complementaria de P, K, Mg y S para que estos nutrientes no interfieran en el rendimiento y permitirán observar adecuadamente el comportamiento de N. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 3 bloques, 6 tratamientos y 3 repeticiones, para las variables que tuvieron significancia estadística ( $p < 0,05$ ) se manejó la prueba de Tukey al 5%. En el estudio se determinó que, la fertilización nitrogenada aumenta la producción de materia seca (MS) con una tendencia cuadrática. La mejor eficiencia agronómica del nitrógeno (EAN) se obtuvo con dosis de 70 y 140 kg N ha<sup>-1</sup>, la EAN fue de 219 y 120 kg MS kg N<sup>-1</sup>, con dosis mayores de kg N ha<sup>-1</sup> la EAN disminuye y se reducen los elementos no nitrogenados (ENN). Finalmente, el uso de N como fertilizante contrae los costos de producción de 1 t de MS, el nivel 0 kg N ha<sup>-1</sup> fue el más costoso 88 dólares por t, mientras con 70 kg N ha<sup>-1</sup> baja a 70 dólares por t, dosis mayores de N no disminuyeron los costos.

**Palabras clave:** avena, fertilización, biomasa, forraje.

**Abstract:** The responsible management of fertilizers is a new vision pursuing the sustainability of agricultural systems. The nitrogen (N) is the most used fertilizing element, approximately the double as much as phosphorous (P) and potassium (K). The research objective was to evaluate the effect of nitrogen fertilization over the growing and quality of forage oats, each of the treatments was given a complementary quantity of P, K, Mg, y S for these nutrients not to interfere on the performance and allow to properly observe the nitrogen behavior. A randomness block pattern was used, with 3 blocks, 6 treatments and 3 repetitions, for the variables which had statistical significance ( $p < 0,05$ ) the Tukey Test at the 5% level of probability was managed. The research determined that nitrogen fertilization increase the dry matter (DM) production with a quadratic tendency. The best agronomic efficiency of nitrogen (AEN) was obtained with levels of 70 and 140 kg N ha<sup>-1</sup>, the AEN was 219 and 120 kg DM kg N<sup>-1</sup> respectively, with increasing levels of N ha<sup>-1</sup> the EAN decreases and the non-nitrogen elements

reduce. Finally, the use of N as fertilizer diminishes the operation costs of a ton of DM, the level  $0 \text{ kg N ha}^{-1}$  was the most expensive 88 dollars per ton, while with  $70 \text{ kg N ha}^{-1}$  shrinks to 70 dollar per ton, increasing levels of N do not diminish the costs significantly.

**Keywords:** fertilization, biomass, forage, oats.

## 1. Introducción

La ganadería es responsable de la mayor parte del uso mundial de tierras; los pastizales y tierras de cultivo dedicadas a la producción de alimentos para el ganado representan casi el 80 por ciento de todas las tierras agrícolas (FAO, 2015). En Ecuador según el INEC (2013) en la encuesta de superficie y producción agropecuaria, refiere que las tierras en el sector rural se usan en un 40% en la producción de pastos más que cualquier otro cultivo.

Los costos de alimentación en los vacunos representan entre el 45 y el 60% del costo total de producción de leche (Heinrichs, 2015), siendo el pasto la fuente más rentable. Según Rua Franco (2016) la producción de leche con pastos es hasta 10 veces menor que cuando se ofrece concentrados, aunque se produzca menos leche, el productor debe enfocarse en que el margen entre egresos e ingresos sea más amplio. Mientras que Salado (2011) estableció que las ganaderías a nivel mundial son más eficientes cuando mayor cantidad de pasto incluyen en la alimentación como es el caso de Nueva Zelanda y Australia.

La lechería ecuatoriana se desarrolla en un sistema productivo donde predomina el pastoreo de forrajes de variable calidad. Esta práctica (el pastoreo) es sin lugar a dudas la más lógica y recomendable en un país donde tenemos condiciones favorables para realizarla; más aún si consideramos que la estructura de costos de producción y el precio actual de la leche inevitablemente obligan al productor a implementar prácticas alimenticias de bajo costo y alta rentabilidad (Batallas, 2015).

En los cultivos, el fósforo y el potasio son elementos que se requieren en menor cantidad que el nitrógeno (excepto para algunas especies), además son relativamente estables en el suelo, de modo que su aporte únicamente se relaciona con las exportaciones del cultivo. Por el contrario, el nitrógeno tiene una dinámica especial en el suelo, ya que los compuestos asimilables por las plantas, el nitrato y el amonio son muy susceptibles de pérdidas. Las gramíneas son cultivos que tienen grandes necesidades de nitrógeno. La fertilización nitrogenada tiene como objetivo satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo mediante los aportes orgánicos o minerales necesarios para complementar lo que el mismo suelo es capaz de suministrar gracias a su fertilidad (IDEA, 2007).

La presente investigación se desarrolló en el Centro Académico Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central del Ecuador con el objetivo de evaluar los cambios en la producción de materia seca y el valor nutritivo de la avena forrajera variedad dorada a la fertilización nitrogenada.

Esta investigación se realizó en el Campus Académico Docente Experimental "La Tola" de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la

Universidad Central del Ecuador, ubicada en la parroquia Tumbaco del cantón Quito, provincia de Pichincha, a 2465 m.s.n.m. latitud 00° 14' 46"S, Longitud 78° 22' 00" O, con una temperatura anual de 16,3 °C, precipitación anual 870,3 mm, y una humedad relativa anual 71,75%. El objetivo fue evaluar los cambios en la producción de materia seca y el valor nutritivo de la avena variedad dorada a la fertilización nitrogenada.

## 2. Materiales y métodos

Para determinar el efecto de la fertilización nitrogenada se utilizó un diseño factorial con un incremento de 70 kg de nitrógeno (N) (Tabla 1) también se consideró una cantidad complementaria de fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S) para que estos nutrientes no limiten el rendimiento y permitan observar adecuadamente el comportamiento de N.

**Tabla 1**  
**Nivel de nitrógeno y otros nutrientes**

Tratamiento	Kg ha <sup>-1</sup>				
	N	P	K	MgO	SO <sub>4</sub>
		20	50	20	
N 0	0	100	100	60	60
N 70	70	100	100	60	60
N 140	140	100	100	60	60
N 210	210	100	100	60	60
N 280	280	100	100	60	60
N 350	350	100	100	60	60

Se utilizó un Diseño de Bloques al Azar, la unidad experimental fue parcelas de 3 metros de largo por 3 metros de ancho, en una superficie de 9 metros cuadrados, cada tratamiento tuvo 3 repeticiones. En las variables que mostraron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) se hizo un análisis de medias Tukey al 5%.

Para establecer las parcelas se pesaron 45 g de semilla de avena forrajera variedad dorada por parcela, se realizó una sola aplicación de los nutrientes (P, K, Mg y S) a la siembra, las fuentes comerciales fueron superfosfato triple, muriato de potasio, sulpomag, sulfato de amonio y óxido de magnesio. El nitrógeno (úrea) se fragmentó en 3 partes para aplicarlo a los 30, 60 y 90 días contados luego de la siembra.

La producción de materia verde (MV) se determinó cuando el cultivo de avena forrajera variedad dorada tenía 120 días, fenológicamente el cultivo se encontraba en estado de grano pastoso, en este momento el cultivo tiene su máxima producción de biomasa y es idóneo para alimentar animales (Gagliostro, 2003), con la ayuda de un cuadrante de 0.5 x 0.5 m, se realizó un corte a ras de suelo en cada parcela y se pesó la biomasa acumulada, para estimar el contenido de materia seca (MS) se tomó una muestra de aproximadamente 200 g y se la introdujo en una estufa por 24 horas a 70 °C.

La misma muestra de MS se trituró en una malla 750 micras y con este material se realizaron los análisis de proteína (PB) por medio del método semimicro Kjeldahl; elementos etéreo (EE) con el método Soxhlet; fibra bruta (FB), método de referencia de la AOAC: 978.10) y cenizas (CE) con el método de referencia de la AOAC: 942.05 (Flores & Rodríguez, 2017). El contenido de los alimentos en carbohidratos intracelulares se estima como la diferencia entre la (MS) del alimento y el resto de nutrientes (cenizas, proteína bruta, extracto etéreo y componentes de la pared celular). Según el análisis efectuado para determinar los componentes de la pared celular, la cantidad de carbohidratos intracelulares se denomina: extractos libres de nitrógeno (ELN): relacionados con la fibra bruta y carbohidratos no estructurales (CNE): relacionados con la fibra neutro detergente. Para este trabajo se determinó los ELN en base seca según la siguiente ecuación:

$$ELN = 100 - PB - EE - FB - \text{Cenizas}$$

Para medir la eficiencia agronómica (EA) se utilizó el método que describe el IPNI (2012), la eficiencia agronómica es la cantidad de incremento de rendimiento por unidad de fertilizante aplicado. Cuando se utilizan las mismas unidades para incremento de rendimiento y dosis de fertilizante, la expresión se convierte en un cociente sin unidades, y la expresión es la siguiente

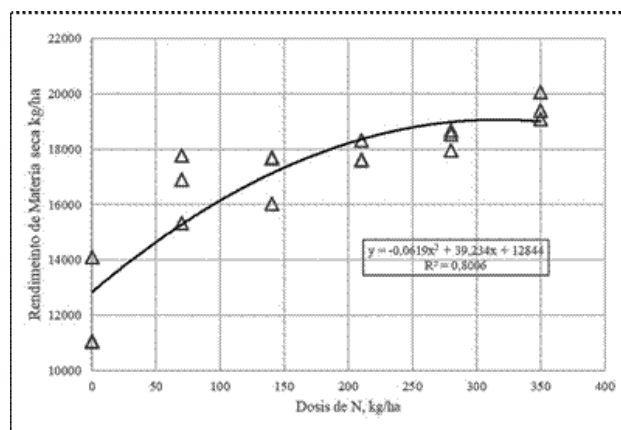
$$EA = \frac{R - R_o}{F}$$

Donde R es el rendimiento con aplicación del nutriente, Ro es el rendimiento sin aplicación del nutriente, F es la cantidad aplicada de nutriente/fertilizante.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Producción de materia seca (MS)

El efecto de la adición de dosis incrementales de N en el promedio de rendimiento de MS a la edad de 120 días de edad y etapa fisiológica grano pastoso en el cultivo de avena se presenta en la Figura 1. Se observa una tendencia cuadrática en la acumulación de biomasa y aun cuando la mayor respuesta se obtuvo con la dosis de 350kg/ ha la tendencia indicaría que en las condiciones de experimentación todavía habría respuesta a la aplicación de dosis más altas de N.



**Figura 1**

Efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno en el rendimiento promedio de materia seca a la edad de 120 días de edad y etapa fisiológica grano pastoso en el cultivo de avena forrajera

Según Denda (2017), la fertilización nitrogenada puede constituirse en una herramienta, no sólo para incrementar la producción y calidad del grano, sino también para inducir mayor producción de MS disponible para pastoreo. El uso de fertilizantes como el N puede generar cambios en la cantidad y composición química de la biomasa producida.

Para Manzzanti *et al.* (1997) la disponibilidad de N en el suelo es uno de los factores más limitantes para la producción de forraje en verdeos invernales, con variaciones estacionales de la concentración de N en el suelo.

Ross *et al.* (2011) señalan que el rendimiento del cultivo fue significativamente afectado por la fertilización nitrogenada. Sin embargo, la magnitud de la respuesta varió entre años y sitios evaluados. La profundidad del suelo, que afecta el nivel de reserva de agua a la siembra, constituyó otro factor de importancia, afectando el nivel de producción.

Carrillo *et al.* (2010) mencionan que la avena es el cereal con el mayor rendimiento, independientemente del tratamiento con valores que fluctuaron desde 4,90 t MS/ha en el tratamiento testigo (sin fertilización), hasta 15,37 t cuando se aplicaron 60 unidades de nitrógeno por hectárea.

Silva *et al.* (2006) observaron que los contenidos de materia seca se incrementaron cuando se aplicó todo el fertilizante en la siembra o a los 45 días, mientras que los máximos rendimientos en forraje fresco, materia seca y proteína se obtuvieron con 75 y 150 kg N/ha.

### 3.2. Composición bromatológica

Los tratamientos (T) no tuvieron efecto sobre el contenido de PB, EE, FB y Cenizas, pero si hubo diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) para los ELN los contenidos más altos los registraron los tratamientos N 0 con 49 % y N 70 con 47,7 %, los valores más bajos fueron N 140, N 210, N 280 y N 350 en el siguiente orden 45,0 % 45,5%, 44,5 %, y 44,5 (Tabla 2).

Gutiérrez *et al.* (2017) evaluaron la respuesta a la fertilización nitrogenada del raigras perenne y determinaron que al aumentar la dosis

de N disminuyen la cantidad de ELN. Marino *et al.* (1995) menciona que a medida que la fertilización nitrogenada incrementa linealmente la concentración de N en el forraje, el contenido de CNE disminuye significativamente y que la concentración de CNE se correlaciona negativamente con el contenido de N en la planta y aumentó la relación entre PB/ CNE. A la misma conclusión llega Denda (2009) quien menciona que la fertilización nitrogenada disminuye el contenido de carbohidratos no estructurales (CNE).

Por otro lado, Soto *et al.* (2005) pudieron apreciar que, no hubo efecto de en los tratamientos con y sin fertilizante sobre el contenido de PC y los CNE del pasto.

**Tabla 2.**

**Efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno en la composición bromatológica de la avena forrajera.**

Tratamientos	PB	EE	FB	CENIZAS	ELN
kg N/ha/año	-----%-----				
N 0	9,1 a	2,9 a	27,2 a	11,8 a	49,0 a
N 70	11,3 a	2,9 a	27,6 a	10,6 a	47,7 ab
N 140	12,2 a	2,8 a	28,5 a	11,6 a	45,0 ab
N 210	13,2 a	3,1 a	27,2 a	11,0 a	45,5 ab
N 280	13,6 a	3,2 a	27,8 a	10,9 a	44,5 b
N 350	12,9 a	3,5 a	27,9 a	11,1 a	44,5 b

\* PB=Proteína Bruta; FB=Fibra Bruta; EE=Elementos Etéreo; ENN=Elementos no nitrogenados \*\* Valores numéricos con diferente letra dentro de una columna son estadísticamente significativos según Tukey (P < 0.05).

### 3.3. Eficiencia agronómica del nitrógeno (EAN)

Las curvas de N pueden utilizarse para definir la EAN, es decir la cantidad de MS que se puede lograr con cada kg de N aplicado utilizando la siguiente relación:  $EAN = (R+N - R-N) / \text{dosis N}$ . Esta información se presenta en la Tabla 3. Como era de esperarse, la EAN disminuye conforme se incrementan las dosis de N, por esta razón es posible utilizar un método gráfico para encontrar cual sería la EAN en el punto que ésta empieza a decrecer de forma manifiesta, este punto es la intersección de la curva de N con la curva de EAN como se presenta en la Figura 2. La intersección se produce a una EAN de alrededor de 80 kg de MS/kg de N utilizado. Una vez obtenida la EAN se puede fácilmente deducir la dosis de N a aplicar solamente cambiando de forma algebraica los términos de la fórmula original  $[\text{Dosis de N} = (R+N - R-N)/EAN]$ . La EAN calculada en este experimento puede ser usado para determinar las dosis de N necesaria para lograr rendimientos adecuados de avena forrajera variedad dorada.

Marouani & Harbeoui (2016) mencionan que se debe realizar una agricultura de conservación en la cual se debe hacer un adecuado manejo y reducir las pérdidas de nutrientes, especialmente de nitrógeno, en este



sentido se debe estudiar cómo mejorar la eficiencia de uso del N y una herramienta es realizar pruebas de campo donde se determine la EAN.

La eficiencia sigue una curva parecida a la respuesta productiva, también conocida como curva de rendimientos ?finalmente decrecientes?. Esta curva, que reproduce con bastante fidelidad el efecto del nitrógeno, indica que el efecto productivo conseguido con cada nivel adicional de fertilizante va siendo progresivamente menor, y que llega un momento en que dosis mayores producen realmente producciones más bajas ( Andreu *et al.*, 2006 ).

El IPNI (2012) indica en forma más global que el rango típico de la EAN fluctúa entre 10 y 25 kg MS/kg N, en sistemas de cultivos bien manejados. González *et al.* (2016) , evaluaron la dosis de N en maíz forrajero y encontraron que con 50 de kg N ha<sup>-1</sup> la EUN fue 29 kg MS kg N<sup>-1</sup>, este valor fue significativamente mayor que los obtenidos por los demás tratamientos (175, 300 y 425 kg ha<sup>-1</sup>), conforme aumenta la dosis de fertilización la UEN disminuye.

Martínez (2015) estudió la eficiencia de uso y balance de nitrógeno en sistemas con trigo, y estableció que la fertilización nitrogenada incrementa la EAN por la mayor producción de MS, un aumento en la eficiencia transpiratoria y un crecimiento más rápido. Pero al aumentar las dosis de N la EAN disminuye. La EAN estuvo entre 19 y 32 kg grano kg de N. Resultados similares encontraron Manzanti *et al.* (1997) en verdeos de avena. Por otro lado, Andreu *et al.* (2006) mencionan que un efecto pernicioso del uso indiscriminado del uso de fertilizantes nitrogenados es el incremento del contenido de nitratos en las aguas freáticas.

**Tabla 3**

Efecto de las dosis de nitrógeno en la eficiencia agronómica (EAN) en avena forrajera

Dosis de N kg N/ha	Rendimiento MS/ ha/ Corte	EAN kg MS kg N <sup>-1</sup>
0	12070	
70	16660	66
140	17130	36
210	17830	27
280	18380	23
350	19510	21



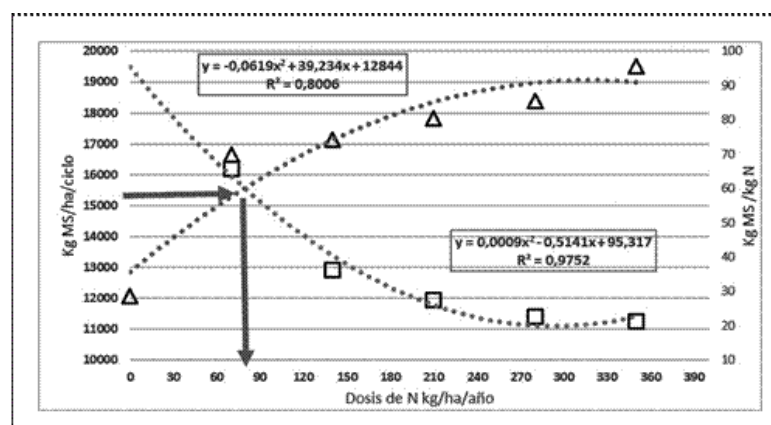


Figura 2

Representación gráfica del cálculo de EAN en avena forrajera variedad dorada.

### 3.4. Relación costo beneficio de la fertilización nitrogenada

Para analizar los costos de producción se consideraron los costos de establecimiento, fertilización, manejo y riego del raigrás y éstos se relacionaron con la producción de la MS obtenida en cada uno de los tratamientos. Los resultados obtenidos indican que los costos más altos se logran con N0 con 88 dólares/t MS, pero los costos disminuyen con la fertilización, así, N70, N140, N210, N280 y N350 tienen un costo 70, 71, 70, 70, y 68 dólares/kg MS. Como se puede observar en el Figura 3, después del N 70 los costos no disminuyen significativamente ya que el incremento de producción también no es considerable.

Se considera que el costo por t de MS de pasturas en Ecuador es de 60 dólares y que el costo por kg de concentrado es de 0,50 a 0,55 dólares (Peña Roa, 2016), por esta razón, es evidente que la ventaja de producir leche con una mayor cantidad de pasturas en la dieta del animal puede lograr que el costo de producción de un litro de leche pueda estar entre 0,30 y 0,35 dólares.

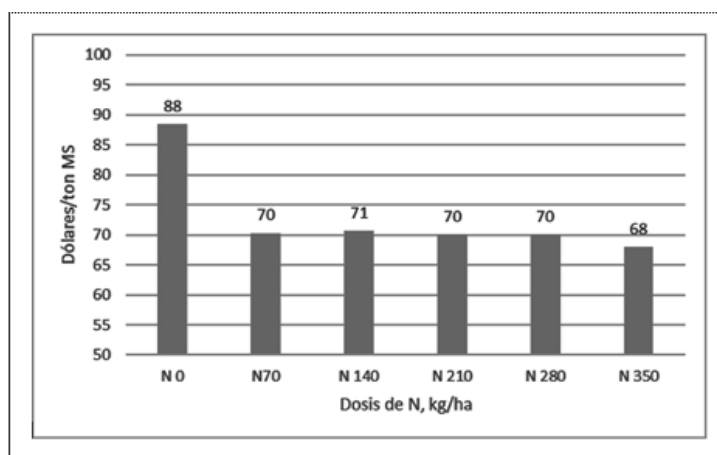


Figura 3

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el costo de producción de una tonelada de materia seca de avena forrajera variedad Dorada.

## 4. Conclusiones

La fertilización nitrogenada tiene relación directa con la producción MS de la avena forrajera y tuvo un comportamiento cuadrático, la mejor eficiencia del uso del nitrógeno se encontró con dosis entre 70 y 140 kg N ha<sup>-1</sup> en cada ciclo del cultivo.

La composición química de la avena forrajera cambió con las dosis de N, específicamente los ELN mostrando una relación inversamente proporcional con las dosis de N, disminuyendo conforme aumentaron las dosis de N.

Finalmente, el uso del N en la fertilización de la avena forrajera presenta una ventaja económica ya que reduce el costo de producción de este alimento, el menor costo de producción se encontró con las dosis entre 70 y 140 kg N/ha, mayores dosis de N no disminuyeron los costos de producción.

## Referencias

- Andreu, J., Betrán, J., Delgado, I. Espada, J.L., Gil, M., Gutiérrez, M., Iguácel, F., Isla, R., Muñoz, F., Orús, F., Pérez, M., Quílez, D., Sin, E., & Yagüe M.R. (2006). *Fertilización nitrogenada guía de actualización*. España: Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura y Alimentación.
- AOAC. (2010). *Official Methods of Analysis*. 18th Edition, Revision 3. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Batallas, C. (2015). *Problemática de la alimentación del ganado lechero en el Ecuador*. Sangolquí-Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Carrillo Romo, R., Esqueda Coronado, M.H., Báez González, A.D., Reyes López, G., Royo Márquez, M.H., & Ibañez González, J.L. (2010). Uso de inoculante y fertilización nitrogenada en la producción de forraje de avena, ballico y trigo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1(2), 131-143.
- Denda, S. (2017). Impacto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y la composición química de trigo doble propósito y otros forrajes invernales: revisión bibliográfica. *Ciencia Veterinaria*, 7(1), 65-81.
- FAO. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Disponible en: <http://www.fao.org/animal-production/es/>
- Flores, M., & Rodríguez, M. (2017). *Nutrición animal*. Disponible en <http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/index.html>
- Gagliostro, G. (2003). Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. En: Balcarce, I.E. (ed.), (Vol. 1, pp. 1-300). Balcarce-Argentina.
- González, A., Figueroa, U., Preciado, P., Núñez, G., Luna, J., & Antuna, O. (2016). Uso eficiente y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero en suelos diferentes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 301-309.
- Gutiérrez, F., Alcóser, R., Macías, G., Portilla, A., & Espinosa, J. (2017). Omisión de nutrientes y dosis de nitrógeno en la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso de nitrógeno de raigrás diploide perenne (*Lolium perenne*). *Siembra*, 4(1), 81-92. 10.29166/siembra.v4i1.503

- Heinrichs, J. (2015). *De la alimentación a la leche: Comprendiendo la función del rumen*. Pensilvania-USA: PennState.
- IDAE. (2007). *Ahorro, eficiencia energética y fertilización nitrogenada*. España: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- INEC. (14 de 10 de 2013). *Encuesta de Producción y Superficie Agropecuaria Continua* (INEC ed.). Quito-Ecuador: INEC.
- IPNI. (2012). 4R de la nutrición de plantas. USA: International Plant Nutrition Institute.
- Manzzanti, A., Marino, M., Lattanzi, F., Echeverría, H., & Andrade, F. (1997). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad del forraje de avena y raigras anual en el sudeste bonaerense. *En Boletín Técnico* (pp. 1-30). Buenos Aires. Argentina: INTA EEA.
- Marouani, A., & Harbeoui, Y. (2016). Eficiencia de uso de nitrógeno en el cultivo de papa ( *Solanum tuberosum* L.). *Acta Agronómica*, 65(2), 164-169.
- Marino, M., Mazaanti, A., & Echeverría, H. (1996). Fertilización nitrogenada de cultivos forrajeros invernales. *Revista Argentina de Producción Animal*, 1(16), 248-249.
- Martínez, J. (2015). *Eficiencia de uso y balance de nitrógeno en sistemas con trigo del sur bonaerense: dinámica en el suelo y nutrición del cultivo*. Tesis Doctoral en Agronomía. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Peña Roa, P. (2016). Lechería de altura. *Infortambo*, 9(95), 26-37.
- Ross, F., Massigoge, J., & Zamora, M. (2011). Fertilización de cebada cervecera en ambientes con tosca en el sur de Buenos Aires, Argentina. INTA
- Rua Franco, M. (2016). ¿Qué huella dejar? *Infortambo*, 40-45.
- Salado, E. (2011). *Confinar las vacas o intensifica los sistemas pastoriles*. (pp. 77). Rafaela: INTA.
- Silva, A., Coral, D., & Menjivar, J. (2006). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la actividad microbial y rendimiento de avena forrajera en un suelo andisol del departamento de Nariño, Colombia. *Acta Agronómica*, 55(1), 55.
- Soto, C., Valencia, A., Galvis, R., & Correa, H. (2005). Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo ( *Pennisetum clandestinum*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18, 17-26.

## Notas de autor

fgutierrez@uce.edu.ec