

Rendimiento y calidad de Teff grass en respuesta a diferentes estrategias de fertilización

Yield and quality in Teff grass on response to different fertilization strategies

Luz López¹, Marcelo G. Torrecillas², María S. Borlandelli³, Daniel O. Alonso⁴

¹lopezluzz.98@gmail.com,² m.torrecillas@agrarias.unlz.edu.ar, ³msborlandelli@gmail.com,
⁴adosvaldo@yahoo.com.ar

^{1,2,3 y4} Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 1836, Llavallol, provincia de Buenos Aires, Argentina

Recibido 09/09/2022; Aceptado: 04/10/2022

Resumen: El teff grass se caracteriza por tener marcada plasticidad para desarrollarse en una amplia gama de condiciones, ya que se adapta bien a altas temperaturas y tolera la sequía. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis y momento de fertilización nitrogenada (N) sobre el rendimiento y calidad nutricional en el forraje de teff grass. Se realizaron tres cortes cada vez que las parcelas alcanzaron el estado de pre-panojamiento. Las variables relacionadas al rendimiento fueron, contenido (MS) y rendimiento de MS (RMS) y eficiencia de uso del N (EUN). Las muestras fueron procesadas para analizar la calidad nutricional a través de: fibra detergente neutra y ácido (FDN, FDA), digestibilidad de la materia seca (DigMS) y proteína bruta (PB). Para RMS se

observó significancia de la fertilización sólo en el corte 1 y RMS₁₂₃, donde la dosis de 85N superó al resto. En los cortes 1 y 2 la dosis de 35N resultó significativamente superior para EUN, enfatizando la importancia del momento de aplicación. Todas las dosis de N incrementaron el valor de PB, con respecto al testigo 0N. La respuesta observada a N fue de significancia práctica y la mejor condición hídrica en implantación fue determinante para el aprovechamiento inicial del fertilizante.

Palabras-clave: Teff grass; fertilización nitrogenada; verdeo de verano; rendimiento; calidad forrajera.

Abstract: Teff grass is characterized by marked plasticity to grows well on a range of conditions, since it adapts well to high temperatures and tolerates drought. The objective of this work was to evaluate N rates and time application on the yield and nutritional quality. Three cuts were made when the plots reached pre-flowering stage. The variables related to yield were Dry matter content (DM), DM yield (DMY) and N use efficiency (NUE). Samples were processed to analyze nutritional quality through Neutral and Acid detergent fiber (NDF, ADF), DM digestibility (DMDig) and crude protein (CP). Fertilization effects was observed across partial cuts and DMY₁₂₃, where 85N rate exceeded the rest. The 35N rate was significantly higher for NUE for cuts 1 and 2, emphasizing the time application. Forage CP increased with N rate, with respect to check 0N. The observed response to N has a practical significance and better moisture condition at sowing was decisive for the initial N use.

Keywords: Teff grass; N fertilization; summer annual forage; yield; forage quality.

1. Introducción

El Teff grass [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] es una gramínea anual de verano C4, originaria de Etiopía. Desde sus orígenes su grano es valorado para preparaciones culinarias tradicionales, como la injera, un pan plano fermentado típico en la región. Su paja se utiliza para la construcción de casas con paredes de adobe, así como para la alimentación de animales (Johnson *et al.*, 2001; Berretto *et al.*, 2020). Actualmente el grano es utilizado para producir harina de alta calidad nutricional destinado a deportistas y celíacos.

En Uruguay, se utiliza como verdeo de verano y con gran aptitud para el pastoreo de equinos (Bellido *et al.*, 2021).

Esta especie se caracteriza por tener marcada plasticidad para desarrollarse en una amplia gama de condiciones, ya que se adapta bien a altas temperaturas y tolera la sequía, así como al exceso de agua. A pesar de tener un sistema radicular superficial, posee buena aptitud para el pastoreo y gran potencial para producción de heno (Bedane *et al.*, 2015). En un amplio estudio realizado sobre los distintos materiales genéticos en Etiopía, Johnson, *et al.* (2001) encontró que las razas locales de Teff grass crecen en áreas con temperaturas medias anuales que oscilan entre 10 y 26 °C, y con una amplitud térmica anual de hasta 25 °C.

Existen pocos antecedentes acerca de la fertilización en esta especie, algunos referidos a la respuesta en grano en relación a la combinación de diferentes dosis de N y P (Habtegebrial y Singh, 2006; Minten *et al.*, 2018). Dichos autores mencionan que la eficiencia de uso de N (EUN) de Teff podría ser baja, ya sea por el uso inoportuno de fertilizantes nitrogenados o por la falta de otros nutrientes esenciales como el azufre (Habtegebrial y Singh, 2006). El azufre (S) es necesario para el crecimiento de las plantas en cantidades iguales y en ocasiones, superiores a las de fósforo. Generalmente la absorción de S representa 9-15% de la absorción de N (Inal *et al.*, 2003). Habtegebrial y Singh (2006) trabajando con esta especie obtuvieron un efecto positivo en la concentración de N en el forraje, el cual alcanzó el 43% con dosis de 105 kg N/ha y 32 kg S/ha y obteniendo ganancias de forraje de 55 a 85% con respecto al testigo, según la dosis utilizada. De la misma manera, Tulema *et al.* (2005) registraron valores de EUN que oscilan entre el 16% y el 34% con rendimientos de 2 a 4 t/ha por corte y con aplicaciones de N de 40 a 65 kg/ha, dependiendo del tipo de suelo, el clima y la fuente y momento de aplicación de N (Tulema *et al.*, 2005). En este sentido, Tsadik (2019) enfatizó que es clave el momento de aplicación, ya que este influye en la EUN y que los requisitos de N antes del macollamiento son muy bajos, no superando el 10% del total.

Otro punto que necesita esclarecerse en función de la fertilización nitrogenada, es lo referido a que el teff grass posee una caña débil que, sumada al sistema radicular superficial, podría incrementar la susceptibilidad al vuelco en estados avanzados de madurez.

Existen pocos antecedentes en nuestros sistemas productivos en relación a la calidad forrajera del teff grass y del impacto del N sobre el contenido de proteína bruta (PB) en particular. La trascendencia de esta especie como verdeo de verano radica en su adaptabilidad a condiciones difíciles (por ej. déficit hídrico prolongado), adecuada

palatabilidad aún en estado de pre-panojamiento, ausencia de principios tóxicos en su MS y posibilidad de doble uso, mediante la producción de heno.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento, eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) y la calidad forrajera, en respuesta a la combinación de dos momentos de aplicación y cuatro dosis de fertilización nitrogenada.

2. Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en el Establecimiento “San Nicolás” (Las Heras, provincia de Buenos Aires.), durante la campaña 2021/2022, empleándose un diseño de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. El tipo de suelo correspondió a un Argiudol ácuico con las siguientes características edáficas: pH 6,8, 4,33 % MO, 56,8 ppm P y 0,22 % N org. Se utilizó el cultivar Emerald plus (DLF Seeds), definido como multipropósito, de semilla blanca y adecuada relación hoja/tallo. La parcela experimental consistió de 3 surcos separados a 0.3 m, utilizándose el central para evaluación de los tratamientos. Los tratamientos (trat) fueron: **1)** 0N (Testigo), **2)** 35 kg N/ha (en implantación), **3)** 85 kg N/ha (35 kg/ha N en implantación + 50 kg N/ha 30 días post-implantación, 30dPI), **4)** 50 kg N/ha (30dPI) y **5)** 100 kg N/ha (30dPI). En todos los tratamientos, el fertilizante (urea perlada) fue semi-incorporado al costado del surco.

La fecha de siembra fue 03/12/21 y la densidad utilizada fue de 22 kg/ha, utilizándose una sembradora experimental. El control de malezas se realizó con una aplicación de 2,5 l/ha de Glifosato (66%) + 0,25 l/ha de 2,4-D en presiembra, efectuando posteriormente desmalezados manuales.

Cada vez que los tratamientos alcanzaron el estado de pre-panojamiento (todos en fecha fija), se midió altura de planta, se cortó el surco central completo, registrándose su peso verde y dejando un remanente de 8 cm. Luego todo el ensayo, incluyendo borduras fue cortado a 8 cm de remanente (Figs. 1 y 2). Las muestras obtenidas fueron secadas a peso constante, en estufa de ventilación forzada (60°C), para luego ajustar a rendimiento de MS por unidad de superficie. Los 3 cortes fueron efectuados en las siguientes fechas: 13/2, 16/3 y 22/4/22.

Las variables relacionadas al rendimiento fueron: contenido de materia seca (MS, %), rendimiento de MS de biomasa aérea (RMS, Kg MS/ha). La suma de los tres cortes efectuados se expresó como RMS_{123} .

La Eficiencia de uso del N (EUN, kg MS/kg N) se calculó de acuerdo a la expresión de Fageria y Baligar (2005) como: $EUN = (RMS_r - RMS_0)/N_r$,

donde, RMS_i , rendimiento de biomasa aérea del tratamiento fertilizado (Kg MS/ha), RMS_0 , rendimiento de biomasa aérea del tratamiento testigo (Kg MS/ha) y N_i , dosis de N del fertilizante (Kg N/ha). La EUN se calculó para los cortes 1 y 2.

Las variables relacionadas a la calidad forrajera, sobre las muestras correspondientes a los dos primeros cortes, fueron: Contenido de proteína bruta (PB, %), contenido de fibra detergente neutro (FDN, %), contenido de fibra detergente ácido (FDA, %) y digestibilidad de la MS (DigMS, %). El contenido de PB se determinó a partir de N total mediante Kjeldahl (ISO 5983-2:2009-Método 954.01, AOAC, 1996) ($N \text{ total} \times 6,25$), las determinaciones de FDN y FDA se efectuaron mediante la técnica de bolsitas filtrables en incubador ANKOM²²⁰ (ANKOM technology Corp., Fairport, NY) (Vogel *et al.*, 1999) y DigMS fue estimado de acuerdo a la expresión, $\text{DigMS} = 88,9 - (\text{FDA} \times 0,779)$. Los resultados se analizaron por ANVA, analizándose cada corte por separado y las medias fueron separadas con la prueba DMS ($\alpha < 0,05$). Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2013).

Figura 1.

Vista del experimento. Momento post-2do. corte



Figura 2.

Vista sector bloque 3, previa al 1er. corte



3. Resultados y discusión

VARIABLES RELACIONADAS AL RENDIMIENTO

En relación a las condiciones climáticas de la campaña, para la zona de influencia del experimento, se observó un valor acumulado de precipitaciones (Dic-Mar) por debajo del registro histórico. Si bien en el mes de enero el valor superó al histórico, hay que considerar que en diciembre (Siembra) estuvo casi 80% por debajo de aquel valor (Tabla 1). Pese a ello, al momento de la siembra el nivel de recarga del suelo era adecuado, debido a precipitaciones ocurridas a fin de noviembre. Los registros de temperatura media fueron adecuados y cercanos a los valores históricos.

Cuando se analizó el RMS en los tres cortes efectuados, se detectó significancia ($p < 0,05$) entre tratamientos sólo para el corte 1 (RMS₁). En dicha cosecha, el tratamiento 3 (35N implantación+50N 30dPI) superó en 1,65 veces al testigo (Tabla 2), sin diferencias significativas con el resto. Estos resultados están en concordancia con lo hallado por Gebremeskel *et al.* (2016), quienes confirmaron que la mejor combinación del momento de aplicación de N fue 25% y 75% de la dosis total, en implantación y prepanojamiento, respectivamente. Con respecto a RMS₂, si bien no existió significancia entre los tratamientos, se observó una tendencia a mayores valores en las 4 dosis de N

en relación al testigo. Para RMS₃ se mantuvo la tendencia de mayores valores del tratamiento 3, con respecto al tratamiento 2 (35N) y al testigo, aunque sin significancia estadística. La escasa performance observada en los tratamientos 4 (50N) y 5 (100N) guardaría relación con las condiciones de humedad limitantes al momento de esta aplicación, ya que las precipitaciones de enero se concentraron a fin de dicho mes, lo cual pudo haber comprometido el aprovechamiento del N. Dicho resultado guarda similitud con lo reportado por Hunter *et al.* (2009), quienes evaluando tres dosis de N, observaron un patrón diferente de respuesta al fertilizante, para la localidad más restringida climáticamente.

Por otro lado, la altura de planta para todos los tratamientos de fertilización fue mayor que las parcelas no fertilizadas (datos no mostrados), demostrando el rol vital de dicho nutriente en el crecimiento vegetativo, en las primeras etapas. Considerando el contenido (%) de MS, sólo en el corte 2 (MS₂) se observó significancia entre las dosis de N, donde el tratamiento 4 se diferenció del resto (24,4%). Dicho valor de MS tiene relevancia tanto para el pastoreo, como para la producción de heno ya que, por ser una gramínea de bajo porte, esta variable compensa el menor volumen de forraje obtenido. No obstante, hay que destacar la escasa variabilidad de este componente a través de los diferentes tratamientos y cortes.

Analizando la EUN, la fertilización influyó significativamente para ambos cortes (EUN₁ y EUN₂), observándose que los tratamientos tuvieron un patrón de ordenamiento similar que para RMS de los mismos cortes. La dosis de 35N (implantación) tuvo los mayores registros para EUN₁ y EUN₂, diferenciándose del resto ($p < 0,05$). Lo antedicho confirma algunos antecedentes en la especie que marcan una disminución de la EUN con valores de fertilización superiores a 40-50 kg N/ha (Hunter *et al.*, 2009). Analizando la acumulación de MS de los 3 cortes (RMS₁₂₃), pudo observarse que, aunque no hubo significancia estadística entre las 4 dosis de N, se destaca la diferencia encontrada entre el tratamiento 3 y 5, que puede tener implicancia práctica. De todas maneras, todos los tratamientos fertilizados se diferenciaron del testigo (0N). En este sentido, Hunter *et al.* 2009 y Girma *et al.* 2012, también confirmaron la respuesta a N en el rendimiento de forraje, a través de la evaluación de cortes parciales, excepto cuando el lote estuvo fertilizado con estiércol líquido o rotado con leguminosas en el año precedente, en cuyo caso la respuesta fue menor o nula. La superioridad mostrada por los tratamientos que tuvieron fertilización en implantación podría justificarse por la condición hídrica del suelo

(recarga del perfil ocurrida en noviembre) y climática más adecuadas para la disponibilidad y aprovechamiento del fertilizante.

Tabla 1.

Distribución de precipitaciones (mm) y temperatura media (°C) en el período productivo del cultivo y registro histórico.

Mes	2021/22		Histórico (1960-1996)	
	mm	°C	mm	°C
Dic	26	24,0	101,6	22,3
Ene	114	25,2	88,2	23,9
Feb	63	21,9	122	22,7
Mar	85	20,1	98,7	21,2
Total	288		410,5	

Tabla 2.

Rendimiento de MS tres cortes y total y EUN para los dos primeros cortes en Teff grass, sometido a diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada

Trat	1) 0N	2) 35N	3) 35+50N	4) 50N	5) 100N
RMS₁ (KgMS/ha)	2459,6 b	3407,3 ab	4071,2 a	3435,2 ab	2934,3 ab
MS₁ (%)	25,2 a	24,1 a	24,8 a	23,0 a	24,6 a
RMS₂ (KgMS/ha)	2058,6 a	2888,0 a	2888,8 a	2773,0 a	2616,8 a

MS₂ (%)	22,9 bc	22,9 bc	22,7 c	24,4 a	24,1 ab
RMS₃ (KgMS/ha)	1522,5 a	1597,8 a	2149,2 a	2047,5 a	1797,1 a
MS₃ (%)	26,1 a	26,0 a	27,1 a	26,5 a	26,7 a
RMS₁₂₃ (KgMS/ha)	6040,6 b	7893,1 ab	9109,2 a	8255,7 a	7348,2 ab
EUN₁ (KgMS/KgN)	-	27,07 a	18,96 ab	19,51 ab	8,60 b
EUN₂ (KgMS/KgN)	-	23,70 a	8,59 ab	14,29 ab	5,58 b

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

VARIABLES RELACIONADAS A LA CALIDAD FORRAJERA

En el análisis de PB se comprobó que la fertilización nitrogenada elevó significativamente el contenido de dicho constituyente de calidad. No obstante, las cuatro dosis de N no se diferenciaron estadísticamente entre sí en relación a su magnitud, aunque todas superaron al testigo 0N (Tabla 3). Dichos valores están en plena coincidencia con lo hallado por Ritz *et al.* (2020), quienes además encontraron registros de RMS y MS similares a los obtenidos en el presente experimento.

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para FDN₁ y FDN₂ y dichos valores guardan similitud con los hallados por Ream *et al.* (2020) en otro cultivar, pero en el mismo estado fenológico. Además, en función de valores de FDN, similares a los hallados en nuestro experimento, Saylor *et al.* (2018) han propuesto al heno de teff como un forraje adecuado para sostener la producción en vacas lecheras de sistemas ubicados en zonas de riesgo climático.

Evaluando el contenido de FDA, se verificó que la fertilización nitrogenada influyó significativamente en la disminución de los valores de dicha variable en ambos cortes, aunque sin diferencias entre las dosis de N, pero también todas superiores al testigo. A diferencia de lo ocurrido con el primer corte, en el segundo, la dosis de 100N obtuvo el menor valor para esta variable y significativo con respecto al testigo. Cabe aclarar que los valores de FDA encontrados en teff grass, son sensiblemente inferiores a los de

otras especies de verano para el mismo estado fenológico (por ej. sorgos, mijo perla) (Morales *et al.*, 2014; Torrecillas *et al.*, 2011).

En este sentido, a pesar que en teff grass también se cumple el hecho de una disminución progresiva del valor de algunos constituyentes de calidad (DigMS, PB) con el avance de la madurez, pueden existir contingencias ambientales (temperatura y precipitaciones) que ocasionen alteraciones en esta tendencia (Buxton *et al.*, 1996).

El patrón de variación de la variable anterior influyó de manera similar sobre DigMS, definiendo el mismo ordenamiento en relación a las dosis de N.

Considerando los valores obtenidos de DigMS (por encima de 65%) en el estadio prepanojamiento, esta especie constituye una excelente opción, para su utilización en la producción de heno de calidad.

Ligado a esta última circunstancia y en línea con lo afirmado por Vinyard *et al.* (2018) y Ream *et al.* (2020), esta especie de verano logra un equilibrio de porte/calidad, en relación al momento avanzado de aprovechamiento (pastoreo u heno).

Tabla 3.

Constituyentes de calidad forrajera en los dos primeros cortes de Teff grass, con diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada

Trat	PB (%)	FDA ₁ (%)	FDN ₁ (%)	DigMS ₁ (%)	FDA ₂ (%)	FDN ₂ (%)	DigMS ₂ (%)
1) 0N	12,96 b	34,55 a	61,56 a	61,98 b	37,35 a	65,26 a	59,80 b
2) 35N	15,16 a	29,05 b	60,46 a	66,27 a	29,34 ab	66,07 a	66,04 ab
3) 35+50N	16,18 a	30,48 ab	57,46 a	65,15 ab	32,54 ab	64,48 a	63,55 ab
4) 50N	15,47 a	28,56 b	60,05 a	66,65 a	33,10 ab	64,65 a	63,11 ab
5) 100N	15,16 a	32,29 ab	60,10 a	63,74 ab	28,72 b	65,90 a	66,53 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (p<0,05).

4. Conclusiones

Puede concluirse que la respuesta a N observada es de significancia, en función de la performance lograda en rendimiento y en la mejora de los constituyentes de calidad.

Pudo comprobarse que la mejor condición hídrica al momento de la siembra fue determinante para el aprovechamiento inicial del fertilizante. La respuesta al fertilizante aplicado 30dPI pudo estar comprometida por una condición diferente y más restrictiva de la humedad del suelo.

No obstante, será necesaria más información local, acerca de los niveles de respuesta y momentos de fertilización en esta especie, la cual puede constituirse como una alternativa complementaria de los verdes tradicionales de verano.

4. Referencias bibliográficas

- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). (1996). *Official Methods of Analysis*. Kjeldahl (Method 954.01). http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=2625
- Bedane, G., Saukuru, A., George, D. y Gupta, M. (2015). Evaluation of teff (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) lines for agronomic traits in Australia. *Aust. J. Crop Sci*, 9 (3), 242-247.
- Bellido, A., Souza Canadá, E., Permingeat, H. y Echenique, V. (2021). Genetic transformation of apomictic grasses: Progress and constraints. *Frontiers in plant science*, 12, 768393.
- Berretto, R.; Buenavista, R.M.; Rivera, J.L.; Wang, S.; Vara Prasad, P.V.; Siliveru, K. (2020). Teff (*Eragrostis tef*) processing, utilization, and future opportunities: A review. *Inst. Food Sci. Tech.* <https://doi.org/10.1111/ijfs.14872>
- Billman, E., de Souza, I., Smith, R., Soder, K., Warren, N. y Brito, A. (2022). Evaluating warm-season annual forages to fill summer gaps in short-season climates. *Crop, Forage and Turfgrass Management*, 8, e20152.
- Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 59, 37-49.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2013). InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Fageria, N.K. y Baligar, V. C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in agronomy*, 88, 97-185.

- Gebremeskel, K., Embaye, A. y Gebretsadik, H. (2016). Determination time of nitrogen fertilizer top dressing for teff grown on Vertisols in the Northern part of Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*, 6 (1), 70-79.
- Girma, K., Reinert, M., Ali, M. S., Sutradhar, A. y Mosali, J. (2012). Nitrogen and phosphorus requirements of teff grown under dryland production system. Online. *Crop Management*, doi:10.1094/CM-2012-0319-02-RS
- Hall, M. H. y Cherney, J. H. (2010). Increased teff seeding rates in the northeast region of the United States increases forage yield. *Forage and Grazinglands*, 8, 1-2.
- Hancock, D. W. y Durham, R. G. (2009). Forage yield of teff is low in the southeast and is only marginally responsive to nitrogen. *Forage and Grazinglands*, 7, 1-2.
- Hunter, M., Ketterings, Q. M., Cherney, J. H., Barney, P., Kilcer, T. y Godwin, G. (2009). Nitrogen needs of teff managed as forage crop in New York. *Forage and Grazinglands*, 7, 1-9.
- Inal, A., Günes, A., Alpaslan, M., Sait Adak, M., Taban, S. y Eraslan, F. (2003). Diagnosis of sulfur deficiency and effects of sulfur on yield and yield components of wheat grown in Central Anatolia, Turkey. *J. Plant Nutr.*, 26, 1483-1498.
- Johnson, C. R., Reiling, B. A., Mislevy, P. y Hall, M. B. (2001). Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *J. Anim. Sci.*, 79 (9), 2439-2448.
- Miller, D.R. (2007). Management Guide for Tiffany Teff Forage Grass. <http://www.targetseed.com>
- Minten, B., Taffesse, A. y Brown, P. (2018). The economics of teff: exploring Ethiopia's biggest cash crop. doi: <https://doi.org/10.2499/9780896292833>
- Morales, J. U., Alatorre, A., Becerra, J. y Vázquez, H. Características nutricionales del forraje de mijo perla en cuatro estados fenológicos. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, 5 (3), 321-330.
- Ream, C. N., Stevens, A. V., Hall, J. B. y Chibisa, G. E. (2020). Harvest maturity of *Eragrostis tef* 'Moxie': Effects on ruminal fermentation, total-tract nutrient digestibility, and growth performance in backgrounding beef cattle. *Applied Animal Science*, 36 (5), 600-609.
- Ritz, K. E., Heins, B. J., Moon, R., Sheaffer, C. y Weyers, S. (2020). Forage Yield and Nutritive Value of Cool-Season and Warm-Season Forages for Grazing Organic Dairy Cattle. *Agronomy* 10, doi:10.3390/agronomy10121963.
- Roseberg, R. J., Norberg, S., Smith, J., Charlton, B., Rykbost, K. y Shock, C. (2005). Yield and quality of teff forage as a function of varying rates of applied irrigation and nitrogen. Research in the Klamath Basin 2005 *Annual Report. Agric. Exp. Stn. Spec. Rep.*, 1069, 119-136.
- Saylor, B. A., Min, D. H. y Bradford, B. J. (2018). Productivity of lactating dairy cows fed diets with teff hay as the sole forage. *J. Dairy Sci*, 101, 5984-5990.

- Staniar, W. B., Bussard, J. R., Repard, N. M., Hall, M. H. y Burk, A. O. (2010). Voluntary intake and digestibility of teff hay fed to horses. *J. Anim. Sci.*, 88, 3296-3303.
- Torrecillas, M., Cantamutto, M. y Bertoia, L. (2011). Head and stover contribution to digestible dry matter yield on grain and dual-purpose sorghum crop. *Aust. J. Crop Sci.*, 5 (2), 116-122.
- Tsadik, T. (2019). Nitrogen use efficiency of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] as affected by nitrogen fertilizer under chickpea-tef rotation at Tahtay Koraro District, North Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 10 (4), 58-67.
- Tulema, B., Zapata, F., Aune, J. y Sitaula, B. (2005). N fertilisation, soil type and cultivars effects on N use efficiency in tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotte]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 71 (2), 203-211.
- Vinyard, J., Hall, J., Sprinkle, J. y Chibisa, G. (2018). Effects of maturity at harvest on the nutritive value and ruminal digestion of *Eragrostis tef* (cv. Moxie) when fed to beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 96 (8), 3420-3432.
- Vogel, K., Pedersen, J., Masterson, S. y Toy, J. (1999). Evaluation of a filter bag system for NDF, and IVDMD forage analysis. *Crop Sci* 39, 276-279.