

EFECTO DE ENMIENDA CON COMPOST DE ORUJO DE PERA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE *Setaria italica* (L.) P. Beauv.

EFFECT OF AMENDMENT WITH COMPOST OF PEAR POMACE ON FORAGE PRODUCTION OF *Setaria italica* (L.) P. Beauv.

Maldonado Jorge Federico¹, Marta Susana Agüero¹
Facundo Iturmendi², María Belén Buglione¹
Marcela Viviana Filippi² & Daniel Alfredo Martínez^{1,*}

Recibido 22/06/2018
Aceptado 06/12/2018

RESUMEN

Las industrias jugueras generan grandes volúmenes de orujo, siendo el compostaje una alternativa ecológica para reciclar esta materia orgánica residual. El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forraje en el cultivo de "moha de Hungría" cv. "Colorada Gigante" en respuesta a la incorporación de dosis variables de compost de orujo de pera a un suelo salino sódico, con el fin de incrementar la producción de la misma en condiciones subóptimas en relación a suelo y fecha de siembra. Se utilizaron 0, 30, 60 y 90 t.ha⁻¹ de enmienda orgánica (materia seca 79%), evaluando la respuesta vegetal a través de la altura de plantas (AP) y el peso seco (PS) al inicio del panojamiento del cultivo. Los resultados obtenidos evidenciaron que sólo la aplicación de 90 t.ha⁻¹ provocó un incremento significativo de AP y PS, observándose además una correlación lineal entre altura de plantas y peso seco ($R^2 = 0,8$). Los datos obtenidos permiten afirmar que con el agregado de esta enmienda orgánica es posible incrementar rendimientos aun en condiciones no óptimas para el cultivo.

PALABRAS CLAVE: Residuos agroindustriales biodegradados; enmienda orgánica; pasturas; suelos salinos; moha de Hungría

ABSTRACT

The juicing industries generate large volumes of pomace, being composting an ecological alternative to recycle this residual organic matter. The objective of this work was to evaluate the production of forage in the cultivation of "Hungarian millet" cv. "Colorada Gigante" in response to the addition of variable doses of pear pomace compost to a sodium saline soil. An organic amendment of 0; 30; 60; and 90 t.ha⁻¹ (dry weight content 79%) was used, evaluating plant development through plant height (AP) and dry weight (PS) at the start of panning of the crop. The results obtained showed that only the application of 90 t.ha⁻¹ caused a significant increase of AP and PS, also observing a linear correlation between plant height and dry weight ($R^2 = 0.8$). The observed effects allow to affirm that with the addition of this organic amendment it is possible to increase its production in suboptimal conditions related to the type of soil and date of planting.

KEY WORDS: biodegraded agroindustrial wastes, hungarian millet, organic amendment, pastures, saline soils

INTRODUCCIÓN

En Argentina, la producción anual de peras en 2017 fue de aproximadamente 611.000 toneladas. El 75% se destina al consumo en fresco, ya sea para exportación (60%) o mercado interno

(15%) y el 25% restante (152.750 t), se emplea en la producción de jugos concentrados y otras bebidas (Secretaría de Política Económica (SPE), 2017). El 60% (92.000 t) de la pera destinada a industria se descarta como orujos o bagazos (Laos, 2013). De la producción nacional, el 73% (446.000 t) correspondió a la provincia de Río Negro (Pablo Azevedo, comunicación personal 2018).

El aprovechamiento de esta masa residual a

Cómo citar este trabajo:

Maldonado J.F., M.S. Agüero, F. Iturmendi, M.B. Buglione, M.V. Filippi & D.A. Martínez. 2018. Efecto de enmienda con compost de orujo de pera sobre la producción de forraje de *Setaria italica* (L.) P. Beauv. *Semiárida* 28(2): 45-50.

1 Universidad Nacional de Río Negro. Escuela de Veterinaria y Producción Agroindustrial, Sede Alto Valle y Valle Medio, (8360) Choele Choel, Río Negro, Argentina

2 Universidad Nacional de Río Negro. Escuela de Producción, Tecnología y Medio Ambiente. Sede Alto Valle y Valle Medio, (8336) Villa Regina, Río Negro, Argentina

* dmartinez@unrn.edu.ar



través de su compostaje y posterior utilización como enmienda orgánica, podría ser una alternativa para finalizar la disposición de residuos.

Así, por ejemplo, diversos autores estudiaron los beneficios de la aplicación de compost de cachaza (Quiroz Guerrero & Pérez Vázquez, 2013) y bagazo de uva (Martínez-Cordeiro *et al.*, 2013) sobre las propiedades de los suelos observando que se favorece la mineralización de la materia orgánica, la concentración de nutrientes como nitrógeno y fósforo y la formación de agregados. Sánchez Hernández *et al.* (2005), determinaron que el aporte de vermicompost derivado de cachaza y estiércol de bovino disminuyó la densidad aparente del suelo, fomentó la formación de agregados estables en agua y promovió una estructura granulada y menos compacta. Bautista Zúñiga *et al.* (2000), encontraron que la vinaza obtenida a partir de melaza, aporta el doble de nutrientes que la obtenida directamente de jugo de caña de azúcar, y al irrigar con vinazas y agregar un complemento 60 kg.ha⁻¹ de nitrógeno, éstas aumentan el nivel de potasio, hierro y fósforo, así como el pH.

La “moha de Hungría” (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) cv. “Colorada Gigante” es una gramínea con metabolismo fotosintético C4, estival, de ciclo muy corto, tolerante a condiciones de sequía (Ardie *et al.*, 2015; Richmond & Carta, 2012) y se emplea principalmente como heno (Bolletta, 2005; Di Ciocco & Rodríguez Cáceres, 1994; Peiretti & Tassone, 2016). Según el cultivar, tiene alta potencialidad en desarrollar en suelos salinos según varios autores (Hendawy *et al.*, 2012; Krishnamurthy *et al.*, 2014).

En Argentina, la época de siembra de “moha de Hungría” recomendada es entre noviembre y diciembre (Bolletta, 2005; Mattera *et al.*, 2016; Richmond & Carta, 2012), pero hay autores que sostienen que la fecha puede extenderse hasta el mes de enero (Florio *et al.*, 2009, Sardiña & Diez 2016, Carta *et al.*, 2017).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forraje en el cultivo de “moha de Hungría” cv. “Colorada Gigante”, en respuesta a la incorporación de dosis variables de compost de orujo de pera a un suelo salino sódico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

El estudio se llevó a cabo en localidad de Pomona, provincia de Río Negro (39° 29' 6,74"

S, 65° 36' 36,07" O, 120 msnm); en un suelo caracterizado como Entisol de textura franco, salino sódico, con las siguientes características del horizonte superficial de 0-20 cm: conductividad eléctrica (CE) 2 dS.m⁻¹, pH 8,5; sodio intercambiable 19,7%; materia orgánica (MO) 2,7% y nitrógeno total (N) 0,1%.

Enmienda orgánica

La producción del compost de orujo de pera fue realizada por la empresa JUGOS S.A., que utilizó el sistema de tratamiento en pilas con “volteo”, para lo cual el orujo se dispuso en montículos longitudinales a fin de facilitar su mezcla, además de permitir un mejor manejo y aireación durante el proceso de compostaje. La mezcla de los materiales se realizó en forma mecánica con un rotovator con una frecuencia que dependió principalmente de la temperatura y el pH de las pilas, por un período de 36 meses.

Para el control de madurez del compost, la empresa realizó un test de germinación con semillas de ryegrass (*Lolium perenne*) en un extracto de compost diluido en una proporción 1:10, por 5 días a una temperatura entre 21 y 23°C, obteniéndose un 62,6% de germinación. De acuerdo a este resultado (superior al 60%), puede afirmarse que el compost alcanzó la madurez suficiente para considerarse libre de fitotoxinas (Gómez-Brandón *et al.*, 2008).

Las propiedades fisicoquímicas del compost fueron: pH= 7,7; CE= 20,0 dS.m⁻¹; MO= 29,9%; N= 1,5%; P= 0,36%; K= 1,17%. Se adicionaron dosis de compost de 0, 30, 60 y 90 t.ha⁻¹, con un contenido de materia seca de 79%, sobre la superficie del suelo, previa labranza con grada de discos (20 cm de profundidad), efectuando posteriormente un riego gravitacional por manto para uniformar la humedad de la mezcla.

Diseño experimental

El experimento se realizó con un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos: 0 (control), 30, 60 y 90 t.ha⁻¹ de enmienda. Las unidades experimentales fueron parcelas de 1x4 m, separadas a una distancia de 0,70 m (n= 4 por tratamiento).

La siembra se realizó el 26 de enero de 2017 en forma manual a chorrillo, con una distancia

de 17 cm entre líneas de siembra y una densidad de siembra de 20 kg.ha⁻¹. El sistema de riego empleado fue gravitacional, por manto, cada 10 o 12 días, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad del suelo. Al inicio del panojamiento (23/03/2017) se realizó el corte y se evaluó el desarrollo de la pastura. Las determinaciones se realizaron luego de eliminar 10 cm de bordura de cada parcela. La superficie interior se dividió en 18 rectángulos de 0,25 m x 0,64 m (0,16 m²) y se seleccionaron tres al azar, donde se ubicó el rectángulo de muestreo.

Se determinó la altura de tres plantas (AP) en el rectángulo de muestreo elegidas al azar, (nueve plantas en total por unidad experimental). Posteriormente se cortaron las plantas a seis cm del suelo, se registró el peso fresco y el peso seco (PS) en cada unidad experimental de 0,16 m². Para la determinación del PS, las muestras se colocaron en bolsas de papel y se secaron en estufa a 60°C durante 72 horas hasta peso constante. Se registró el peso seco con una precisión de ±0,1 gramos. Los valores medios de PS de cada parcela se refirieron en t.ha⁻¹, tomando como base el rendimiento de cada unidad experimental de 0,16 m².

Análisis estadístico

Los valores de AP y PS en función de las dosis de enmienda se compararon mediante análisis de varianza y test de Tukey ($p < 0,05$) usando el paquete estadístico InfoStat versión 2016 (Di Rienzo *et al.*, 2016).

Resultados y Discusión

El compost empleado de acuerdo a la normativa de SENASA (2011) se considera una enmienda orgánica, ya que el valor obtenido (N + P + K) = 3,0% fue menor que el 6% tomado como referencia en la norma, con una relación C:N = 11,5.

Es importante mencionar que la elevada CE (20,0 dS.m⁻¹) del compost puede atribuirse a que el proceso de compostaje se realizó en un suelo bajo, con un porcentaje de sodio intercambiable del 72%, por lo que su estabilidad estructural es muy baja, con alto

porcentaje de microporos, favoreciendo el ascenso capilar de sales disueltas en las napas de agua próximas a la superficie. Vinculado a esto, como el proceso de mezclado se realizó con un rotovator, es posible que parte del suelo salino sódico haya sido incorporado al compost.

Es de esperar que la CE de la enmienda incorporada en los ensayos disminuyera luego de los sucesivos riegos gravitacionales por inundación pre y post siembra efectuados.

Considerando los antecedentes relacionados con las características de suelo (salino-sódico) y fecha de siembra, se eligieron condiciones subóptimas para el cultivo, esto es un suelo de moderada salinidad y alta sodicidad e inicio del cultivo a fines de enero que permitiera evidenciar los posibles efectos del compost sobre la producción de forraje. En cuanto al momento de evaluar la productividad de esta pastura se consideró como fecha de corte el inicio de panojamiento hasta grano lechoso, ya que en este estadio se combinan una elevada producción de forraje, un alto porcentaje de hojas en relación a los tallos y panojas, y valores aceptables de proteína bruta y digestibilidad de la materia seca

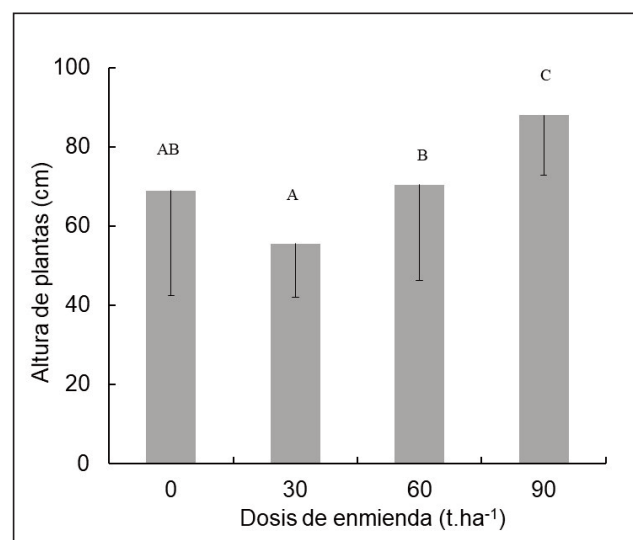


Figura 1. Altura de las plantas (AP) en función de la dosis de enmienda. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p < 0,05$).

Figure 1. Height of the plants (AP) according to the dose of amendment. Different letters indicate significant differences according to the Tukey test ($p < 0.05$).

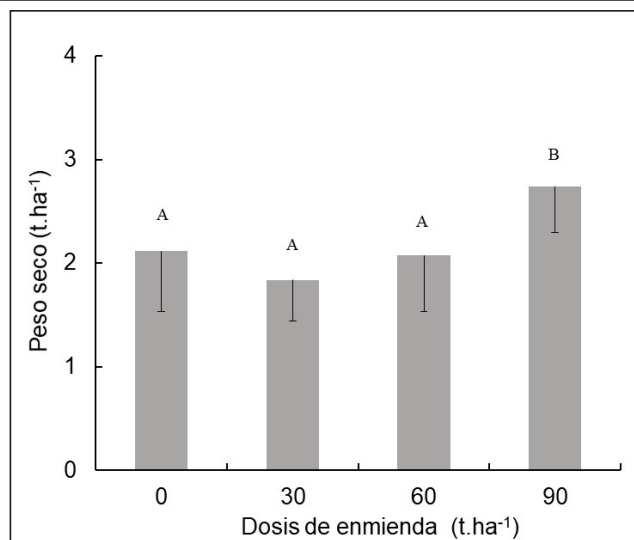


Figura 2. Peso seco de las plantas (PS) en función de la dosis de enmienda. Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p < 0,05$).

Figure 2. Dry weight (PS) according to the dose of amendment. Different letters indicate significant differences according to the Tukey test ($p < 0.05$).

(Terra *et al.*, 2000; Mónaco *et al.*, 2003; Bolletta *et al.*, 2009; Mattera *et al.*, 2016).

El agregado de enmienda con una dosis de 90 t.ha⁻¹ incrementó significativamente la altura de plantas (Figura 1), al igual que la acumulación de biomasa, expresada como peso seco en t.ha⁻¹ (Figura 2).

En la literatura se encontró que la respuesta sobre el rendimiento de forrajes de la fertilización nitrogenada es muy variada. Así, por ejemplo, en cultivos de moha, Mattera *et al.* (2016) informaron que la producción de MS se saturó con una dosis de 40 kg N(MS).ha⁻¹ y Sardiña & Diez (2016) no encontraron efecto en la producción de MS con una dosis de 80 kg N(MS).ha⁻¹). Por otra parte, Méndez *et al.* (2017) hallaron solamente respuesta en el aumento de MS de cultivos de festuca (*Festuca arundinacea*) a partir de una dosis de 150 kg N.ha⁻¹.

De manera similar a lo informado

por Terra *et al.* (2000) en este trabajo, se analizó la relación entre la producción de forraje expresado en t.ha⁻¹ de MS y la altura de las plantas por su utilidad práctica, ya que la altura del cultivo es fácil de evaluar a campo. Se obtuvo una relación lineal entre PS y AP con una dependencia funcional $PS = 0,023AP + 0,56$ y un coeficiente de determinación $R^2 = 0,80$, valor similar a los obtenidos por estos autores (Figura 3). La relación obtenida permite inferir que por cada centímetro que la planta creció en altura, la producción de materia seca se incrementó aproximadamente en 23 kg.ha⁻¹, independientemente de la dosis de enmienda orgánica utilizada.

La producción de materia seca de forraje (PS) en las parcelas control (2,1 t.ha⁻¹) fue superior a la obtenida por Florio *et al.* (2009), quienes informan para el mismo cultivar, valores de 1,96 t.ha⁻¹ de materia seca acumulada de plantas al inicio del pañojamiento, para el tratamiento de siembra directa.

Sin embargo, si se analiza la producción de materia seca desde el punto de vista costo-beneficio de acuerdo a los criterios informados por Murray *et al.* (2010), los valores obtenidos son

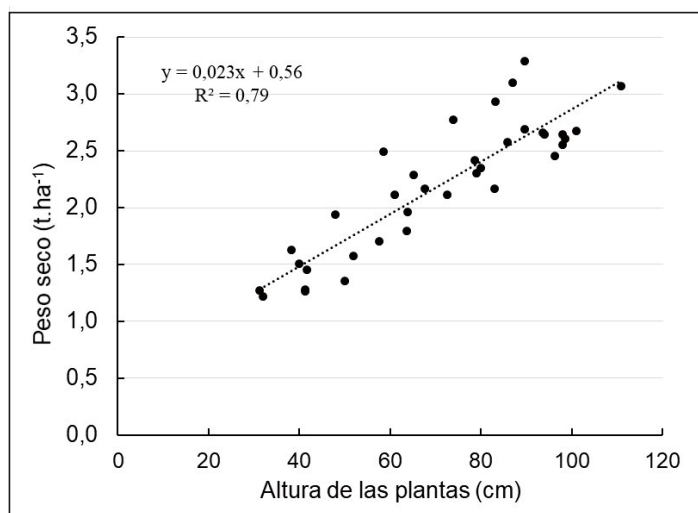


Figura 3. Relación entre el peso seco del cultivo de moha con diferentes dosis de enmienda y la altura de las plantas.

Figure 3. Relationship between the dry weight of the Hungarian millet crop with different dose of amendment and the height of the plants.

inferiores a los que estos autores consideran rentables, esto es superiores a 7,5 t.ha⁻¹ de materia seca. Puede verse que aún aplicando 90 t.ha⁻¹ de enmienda se obtuvo un rendimiento de 2,7 t.ha⁻¹ de PS. La fecha de siembra recomendada para este cultivo de acuerdo a diferentes autores (Bolletta *et al.*, 2009, Murray *et al.*, 2010), es durante los meses de noviembre o diciembre. La fecha de siembra utilizada en estos ensayos fue posterior a ésta (fines de enero), por lo cual es posible que el cultivo no tuviera condiciones óptimas de temperatura y fotoperiodo, repercutiendo en el rendimiento final. Otro factor que afectaría negativamente la producción de forraje podría estar asociado a la salinidad del suelo, sumada a la del compost, aunque el sistema de riego y la presencia de drenajes en las parcelas estudiadas mitigarían en cierto punto la acción de las sales a través de lavados en el perfil, como lo han observado autores como Moreno Casco *et al.* (2014).

CONCLUSIÓN

La aplicación de compost de orujo de pera (90 t.ha⁻¹) en suelos con moderada salinidad y elevada sodicidad permitió obtener mayores rendimientos en el cultivo de “moha de Hungría”, a pesar de las condiciones subóptimas relacionadas con el tipo de suelo y fecha de siembra.

Es de esperar que aplicaciones periódicas de esta enmienda orgánica con un porcentaje elevado de MO (29,9%) fuera factible mejorar las características fisicoquímicas del suelo a partir de modificar la estructura y la capacidad de intercambio catiónico, aumentando la fertilidad del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa JUGOS S.A. (Villa Regina, Río Negro) por la provisión del compost y sus características empleado en los ensayos.

BIBLIOGRAFÍA

Ardie S.W., N. Khumaida, A. Nurb & N. Fauziah. 2015. Early Identification of Salt Tolerant Foxtail Millet (*Setaria italica* L. Beauv.). *Proc. Food Sci.* 3: 303-312.

Bandera R. 2013. Rehabilitación de suelos salino-sódicos: Evaluación de enmiendas y de

especies forrajeras. Tesis Magíster Universidad de Buenos Aires, Argentina, Área Recursos Naturales. <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2013banderaramiro.pdf> (28-05-2018).

- Bautista Zúñiga F., M. Durán de Bazúa & R. Lozano. 2000. Cambios químicos en el suelo por aplicación de materia orgánica soluble tipo vinazas. *Rev. Int. Contam. Amb.* 16(3): 89-101.
- Bolletta A. 2005. Verdeos de verano: moha y mijo. INTA, EEA Bordenave.
- Bolletta A., S. Venanzi, H. Kruger, S. Lagrange & D. Larrea. 2009. Mijo y Moha: generalidades, producción y calidad. INTA, EEA Bordenave.
- Carta H.G., P. Richmond, G. Pérez, L. Torrens Baudrix & J.N. Camarasa. 2017. Moha, una forrajera versátil Experiencias en Centro-Oeste de Buenos Aires. PARTE II: Fertilización. *Rev. Tec. Agrop.* 10(35): 36-38.
- Di Ciocco C.A. & E.A. Rodríguez Cáceres. 1994. Field inoculation of *Setaria italica* with *Azospirillum* spp. in Argentine humid pampas. *Field Crops Res.* 37: 253-257.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada & C.W. Robledo. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Florio E.L., M. Amado, G. Botta & M. Tourn. 2009. Respuesta del cultivo de moha al sistema de implantación. *Rev. Fac. Agron. UBA* 29(2): 59-67.
- Gómez-Brandón M., C. Lazcano & J. Domínguez. 2008. The Evaluation of Stability and Maturity during the Composting of Cattle Manure. *Chemosphere* 70: 436-444.
- Hendawy S.F., S.E. El-Sherbeny, M.S. Hussein & A.A Youssef. 2012. Evaluation of some cultivars of foxtail plants under salinity conditions. *J. Appl. Sci. Res.* 8:620-627.
- Krishnamurthy L., H.D. Upadhyaya, C.L. Gowda, J. Kashiwag, R. Purushothaman, A. Sube Singh & V. Vadez. 2014. Large variation for salinity tolerance in the core collection of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) germplasm. *Crop Past. Sci.* 65(4): 353-361.
- Laos F. 2013. Tratamiento de residuos orgánicos; su mejor destino. III Jornadas Nacionales de GIRSU, Rawson Chubut. Disponible <http://www.inti.gob.ar/jornadasgirsu2013/pdf/presentacionesDisertantes/2921.pdf>. Consultado 23/04/2018.
- Martínez-Cordeiro H., M. Álvarez-Casas, M. Lores & J. Domínguez. 2013. Vermicompostaje del bagazo de uva: fuente de enmienda

- orgánica de alta calidad agrícola y de polifenoles bioactivos. *Rec. Rurais* 9: 55-63.
- Mattera J., E. Martínez, L. Romero & J. Velazco. 2016. Evaluación productiva de moha bajo diferentes manejos agronómicos en dos ambientes de la región pampeana. *Rev. Tec. Agrop.* 10(32): 44-46.
- Méndez D.G., M. Barraco & G. Berone. 2017. Fertilización nitrogenada de pasturas de festuca y agropiro. INTA EEA Gral Villegas. Disponible: <https://inta.gov.ar/documentos/fertilizacion-nitrogenada-de-pasturas-de-festuca-y-agropiro>. Consultado: 26/11/2018.
- Mónaco I., M. Pamies & J. Rosello. 2003. Elaboración de heno con verdeos de verano: Moha (*Setaria italica*). INTA, Estación Experimental Colonia Benítez.
- Moreno Casco J., R. Moral Herrero, J.L. García Morales & M.P. Bernal Calderón (eds). 2014. Residuos orgánicos en la restauración/rehabilitación de suelos degradados y contaminados, Libro 4 en: III. Recursos orgánicos: Aspectos agronómicos y medioambientales. Libro 4, Serie: De Residuo a Recurso: El Camino hacia la Sostenibilidad. Mundi-Prensa. Madrid, España. 194 pp.
- Murray F., J.J. Gallego, D.P. Miñón & R.A. Barbarossa. 2010. Comunicaciones - Publicación del Valle Inferior 20 (63): 17-22.
- Peiretti P.G. & S. Tassone. 2016. Nutritive quality of foxtail millet (*Setaria italica*) grass, hay and silage, and seed fatty acid profile. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 50(1): 151-160.
- Quiroz Guerrero I. & A. Pérez Vázquez. 2013. Vinaza y compost de cachaza: efecto en la calidad del suelo cultivado con caña de azúcar. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 5: 1069-1075.
- Richmond P. & H. Carta. 2012. Evaluación de la respuesta de moha a diferentes fechas de siembra en el partido de 9 de Julio (Bs As). INTA EEA Pergamino. Disponible: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/evaluacion-respuesta-moha-diferentes-t29850.htm>. Consultado: 11/07/2018.
- Sánchez Hernández R., V. Ordaz Chaparro, G. Benedicto Valdés, C. Hidalgo Moreno & D. Palma-López. 2005. Cambios en las propiedades físicas de un suelo arcilloso por aportes de lombricompost de cachaza y estiércol. *Interciencia* 30(12), 775-779.
- Sardiña, C. & M. Diez. 2016. Evaluación de moha (*Setaria italica*) con y sin fertilización nitrogenada en siembra tardía. Memoria Técnica 2015-2016. INTA EEA Gral. Villegas. Pp. 72-73.
- Secretaría de Política Económica. 2017. Cadena de valor manzana y pera. Año 2, N° 23. Disponible: https://www.economia.gov.ar/peconomica/docs/2017/SSPMicro_Cadenas_de_valor_Manzana_y_pera.pdf. Consultado: 11/06/2018.
- SENASA. 2011. Manual para el registro de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas en la República Argentina. Anexo I. Disponible: https://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/INFORMACION/PROD%20VET%20FITO%20Y%20FERTILIZANTES/ROD%20FITO%20Y%20FERTILIZANTES/FERT%20ENMIENDAS%20Y%20OTROS/INSCRIBIR%20PRODUCTOS/Manual_Fertilizantes.pdf. Consultado: 26/11/2018.
- Terra J.A., G. Scaglia, F. García Préchac. 2000. MOHA: Características del Cultivo y Comportamiento en Rotaciones Forrajeras con Siembra Directa. Serie Técnica N° 111. Eds. Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA. Montevideo. 62 pp.