

# Effect of inoculation with mycorrhizal fungi on forage oat yield

## Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos en el rendimiento de avena forrajera

Flores-Juárez Diana Yazmin<sup>1</sup>; Villegas-Aparicio Y.<sup>1\*</sup>; Castro-Rivera R.<sup>2</sup>; Carrillo-Rodríguez J. C.<sup>1</sup>; Castañeda-Hidalgo E.<sup>1</sup>; Gómez-Vásquez A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Tecnológico Nacional de México, SEP. Oaxaca, Oaxaca, México. C.P. 68030. <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Ex - Hacienda de San Juan Molino, carretera Tecuexcommac - Tepetitla, km 1.5, Tlaxacala, CP 90700. <sup>3</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias, UJAT. Villahermosa, Tabasco, México. C. P. 86298.

\*Autor de correspondencia: [yuriva1968@gmail.com](mailto:yuriva1968@gmail.com)

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of the present study was to evaluate the effect of inoculation with two species of mycorrhizal fungi on the yield of forage oats.

**Design/methodology/approach:** The method of pelletization and seed coating was used; The sowing went to volley. A completely randomized design with factorial arrangement (2×3×3) was used as factors: the two varieties, the HMA *Glomus cubense* and *Glomus fasciculatum* with a control and fertilization at 50% and 100% with a control with four repetitions.

**Results:** The Chihuahua variety obtained a better yield, leaf stem ratio, leaf area index, number of leaves, leaf death, stem density and leaf death (2.50); in the other variables they were statistically equal. The *Glomus cubense* species was superior to *Glomus fasciculatum* in the yield variables (6.92 t DM ha<sup>-1</sup>) and in the death of leaves (4.68), but in the leaf area index (135.02), *Glomus fasciculatum* exceeded *Glomus cubense*.

**Limitations of the study/implications:** yield in fodder production, producers apply high amounts of chemical fertilizers, whose excessive use negatively affects the soil resource.

**Findings/conclusions:** The Chihuahua variety has better behavior and *Glomus cubense* exceeds *Glomus fasciculatum* in performance

**Keywords:** Mycorrhizal strain, mineral fertilization, forage crops, forage production.

### RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de inoculación con dos especies de hongos micorrízicos en el rendimiento de avena forrajera.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se utilizó el método de peletización y recubrimiento de semilla; la siembra fue al voleo. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2×3×3) se consideró como factores: las dos variedades, los HMA *Glomus cubense* y *Glomus fasciculatum* con un testigo y la fertilización al 50% y al 100% con un testigo con cuatro repeticiones.

**Resultados:** La variedad Chihuahua obtuvo un mejor rendimiento, relación hoja tallo, índice de área foliar, número de hojas, muerte de hojas, densidad de tallos y en la muerte de hojas (2.50); en las demás variables fueron estadísticamente iguales. La especie *Glomus cubense* fue superior al *Glomus fasciculatum* en las variables rendimiento (6.92 t MS ha<sup>-1</sup>) y en la muerte de hojas (4.68), pero en el índice de área foliar (135.02), *Glomus fasciculatum* superó a *Glomus cubense*.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** el rendimiento en la producción de forraje, los productores aplican cantidades elevadas de fertilizantes químicos, cuyo uso excesivo afecta negativamente el recurso suelo.

**Hallazgos/conclusiones:** La variedad Chihuahua tiene mejor comportamiento y *Glomus cubense* en supera en rendimiento a *Glomus fasciculatum*.

**Palabras clave:** Cepa micorrízica, fertilización mineral, cultivos forrajeros, producción de forraje.

2010). Se utiliza en cualquier etapa de crecimiento para el consumo animal; desde germinados en la alimentación de especies menores (Espitia *et al.*, 2012).

Se conoce poco sobre la respuesta que tiene este cultivo al ser inoculado con HMA. En este contexto el objetivo fue evaluar el efecto de inoculación con los HMA *Glomus cubense* y *Glomus fasciculatum* en el rendimiento de avena forrajera en condiciones de campo.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la parcela experimental de las instalaciones del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), en los meses de marzo-junio del 2016. El ITVO se ubica a 17° 02' latitud norte, 96° 44' longitud oeste, a 1530 m.s.n.m. El clima es templado, con precipitaciones en verano (distribuidas en los meses de junio a octubre); el tipo de suelo es el vértisol pélico (INEGI, 2017).

Se utilizaron dos cepas microbianas *Glomus fasciculatum* obtenida de la casa comercial Micosur y *Glomus cubense* adquirida con Biofertilizante orgánico. Ambos productos fueron sometidos a un proceso de conteo en el laboratorio de microbiología de la Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ) por conteo directo. Los dos inoculantes contenían 11 esporas por 100 g de suelo. Se utilizaron las variedades Turquesa y Chihuahua. El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2×3×3) en donde se consideró las dos variedades, los HMA *Glomus cubense* y *Glomus fasciculatum* con un testigo y la fertilización al 50% y al 100% con un testigo con cuatro repeticiones,

## INTRODUCCION

**Para asegurar** el rendimiento en la producción de forraje, los productores aplican cantidades elevadas de fertilizantes convencionales, cuyo uso excesivo afecta negativamente el recurso suelo (García *et al.*, 2006). De acuerdo con Santillana (2006) el uso de inoculantes microbianos puede suplir los fertilizantes minerales. Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos edáficos que establecen simbiosis con las plantas (González *et al.*, 2015). La importancia de estos hongos en la producción agrícola ha sido ampliamente reconocida (Sánchez *et al.*, 2009). Cruz *et al.* (2012) mencionaron que la simbiosis que forman los HMA con diversas plantas, ha mostrado mejoras en nutrición, crecimiento y rendimiento.

De acuerdo con Carrillo *et al.* (2010) los beneficios de la inoculación con HMA han sido observados en cultivos como: maíz, caña de azúcar, pastos y sorgo, aportando a estos cultivos del 30 al 50% de nitrógeno. Sin embargo, se ha difundido la aplicación de biofertilizantes asociados con la fertilización mineral. Con esta asociación se han encontrado mayores niveles de P en el suelo, lo que hace más eficiente la fertilización fosfatada (Campos *et al.*, 2016).

El uso de microorganismos en cereales, ha incrementado el rendimiento entre 23 y 63% cuando la semilla se inocula antes de la siembra (Ruíz *et al.*, 2015). Los beneficios de los HMA en los agroecosistemas de pastizales están estrechamente ligados al aumento del volumen de suelo para que pueden explorar las raíces (Rosales *et al.*, 2017). Las hifas extraradicales de los HMA contribuyen en la absorción de nutrientes en la planta con un 25% de nitrógeno, 10% de potasio, 80% de fósforo, 60% de cobre y 30% de zinc (Elizondo-Salazar, 2009).

La avena (*Avena sativa* L.) es una gramínea no perenne, tolera la sequía, y eficiente en el uso de agua (Araya y Boschini, 2005). Al igual que el trigo y el triticale (*X Triticosecale* Wittmack), la avena se puede cultivar en invierno (Zamora *et al.*, 2002). En México la superficie sembrada con avena ha aumentado, aunque no se produce suficiente para abastecer las demandas, pues existe 50 % de déficit (García-León *et al.*, 2013). La producción nacional de avena se destina para el consumo de rumiantes (Trujano *et al.*, (2008). Como forraje, la avena tiene alta digestibilidad, alta cantidad de energía metabolizable, y el grano presenta alta cantidad y calidad de proteína (INFOAGRO,

para un total de 18 tratamientos, cada uno de ellos con 20 m<sup>2</sup> de superficie.

En la parcela experimental se realizó un barbecho con un tractor y arado convencional. Se pesaron 450 g de semilla de la variedad Turquesa y 500 g de la variedad Chihuahua. La inoculación se realizó por el método de peletización, la cual, consistió en mezclar 80 g de los inoculantes comerciales con agua y las semillas con la finalidad de adherir el material de soporte de los hongos micorrízicos. Posteriormente, se dejó secar a la sombra y la siembra se realizó por el método al voleo. El riego en la parcela fue con un cañón y se realizó una vez por semana.

Las variables evaluadas al final del ciclo de producción fueron las siguientes: Rendimiento, se estimó del peso en base seca de la biomasa que se obtuvo al cortar las plantas a una altura de 5 cm aproximadamente sobre la superficie del suelo en los 0.25 m<sup>2</sup>, el forraje cosechado se lavó y se pesó en verde, se separó en sus componentes morfológicos (tallos y hojas) posteriormente se secó en una estufa de aire forzado a 55°C, durante 72 horas. Con este procedimiento se obtuvo el porcentaje de materia seca, para determinar el rendimiento en t MS ha<sup>-1</sup>. Altura de la planta: se utilizó una regla graduada de 100 cm, con una precisión de 1 mm, colocando la regla verticalmente en el suelo y registrando la distancia desde la base del tallo, hasta el tejido foliar más alto. Largo de la hoja: se utilizó un vernier electrónico (Mitutoyo), registrando la distancia desde la lígula hasta la parte final de la hoja. Ancho de la hoja: se utilizó un vernier electrónico (Mitutoyo), registrando la parte media de la hoja. Relación hoja:tallo: se determinó utilizando la muestra obtenida para rendimiento de forraje, se realizó la separación de hoja y tallo, se secó en una estufa de aire forzado a 55°C por 72 horas y tener un peso constante para obtener la relación hoja:tallo se dividió el rendimiento de hoja entre el tallo. Densidad y muerte de tallos: el número de tallos aparecidos, muertos y total se determinó en cada unidad experimental en un área de 0.25 m<sup>2</sup>, se marcaron los tallos vivos con etiquetas enumeradas que se consideraron como población

inicial. Los tallos nuevos se marcaron nuevamente para cada generación, los tallos muertos se registraron y se desechaba la etiqueta se consideró el último dato registrado. Número y muerte de hojas: el número de hojas aparecidas, muertas y total se determinó en cada unidad experimental en un área de 0.25 m<sup>2</sup>, se seleccionó una planta representativa (de altura promedio) de cada unidad experimental, se marcaron hojas con etiquetas que tenían una letra y un número (H1), que se consideraron como hojas iniciales. Las hojas nuevas se marcaron con etiquetas enumeradas para cada generación de hojas y las hojas muertas se registraron y se tiró la etiqueta se consideró el último dato registrado. Índice de área foliar: se obtuvo con un integrador foliar (LI-COR LI-3100C) de una submuestra 100 g y se llevó a cabo hasta el momento de hacer el muestreo destructivo.

Se capturaron los datos en una hoja de cálculo y fueron analizados mediante el programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2005). Se aplicó un análisis de varianza realizando una comparación de medias con la prueba de Tukey (P≤0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Para las variables altura de planta (AP) y ancho de hoja (AH), las variedades de avena no mostraron diferencias estadísticas significativas (P>0.05) entre ellas (Cuadro 1). La variedad Chihuahua superó a la variedad Turquesa en el rendimiento, relación hoja:tallo e índice de área foliar (7.94 t MS ha<sup>-1</sup>, 4.27 t MS ha<sup>-1</sup>, 0.87, 0.55 155.27, 98.69). La variedad Chihuahua alcanzó hasta 13.5 t MS ha<sup>-1</sup> y la variedad Turquesa hasta 12.3 t MS ha<sup>-1</sup>. En México, los principales estados productores de avena son Chihuahua, Durango y el Estado de México, éste último presenta un rendimiento promedio de 14.2 t MS ha<sup>-1</sup>, el estado

**Cuadro 1.** Comparación de medias de las variables evaluadas en tres factores al final del ciclo de producción.

Factores y Niveles	AP (cm)	Rendimiento (t MS ha <sup>-1</sup> )	Relación h:t	IAF	AH (cm)
Chihuahua	30.81 a	7.94 a	0.87 a	155.27 a	0.39 a
Turquesa	31.30 a	4.27 b	0.55 b	98.69 b	0.37 a
<i>Glomus cubense</i>	30.72 a	6.92 a	0.71 a	127.04 ab	0.36 b
<i>Glomus fasciculatum</i>	30.21 a	5.92 b	0.69 a	135.02 a	0.37 ab
Testigo	32.24 a	4.80 c	0.73 a	118.88 b	0.41 a
Fertilizante al 50%	29.84 b	6.00 a	0.72 ab	112.10 b	0.37 a
Fertilizante al 100%	33.01 a	6.74 a	0.65 b	150.35 a	0.39 a
Testigo	30.33 b	4.89 b	0.76 a	118.50 b	0.38 a

P=Altura de la planta; Relación h:t=Relación hoja tallo; IAF=Índice de área foliar, AH=Ancho de la hoja. ab=Tratamientos con letras distintas en columnas, son estadísticamente diferentes (Tukey; P≤0.05).

de Oaxaca produce 2319 t MS ha<sup>-1</sup> y obtiene un rendimiento de 16.466 t MS ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2016). Villaseñor *et al.* (2009) señalan que la variedad Turquesa tiene mayor rendimiento de materia seca en comparación con la Chihuahua. Sin embargo, en este estudio Chihuahua superó a Turquesa. Estas diferencias estadísticas entre ellas se deben a su constitución genética; cumple con el objetivo de identificar la variedad más productiva (Bobadilla *et al.*, 2013).

Las dos especies de hongos y la fertilización al 100% produjeron la mayor altura de planta. De forma semejante, en sorgo la inoculación con micorriza arbuscular estimuló altura de planta (112.6 m) y biomasa foliar (135.3) comparando con la fertilización química (Díaz *et al.*, 2014). En *Brachiaria decumbens*, el tratamiento con hongos formadores de micorrizas arbusculares también aumentó altura de la planta superaron al testigo (Rodríguez *et al.*, 2006).

En el rendimiento de materia seca todos los tratamientos son estadísticamente diferentes. Se observa que el tratamiento con *Glomus cubense*, fertilización al 50% y al 100% son estadísticamente iguales superando al *Glomus fasciculatum* y al testigo. En *Pennisetum purpureum* Sch. cv. Cuba CT-115, *Brachiaria hibrido* cv. Mulato (CIAT 36061) y *Canavalia ensiformis*, HMA del género *Glomus* aumentaron el rendimiento (Gonzales *et al.*, 2007; Martín *et al.*, 2010; Mujica y Molina 2017).

En la relación hoja:tallo e índice de área foliar y ancho de la hoja los tratamientos fueron estadísticamente iguales. Para la relación hoja tallo el valor más alto lo obtuvo el *Glomus cubense*, el índice de área foliar y el ancho de la hoja los valores más altos los registró la fertilización al 100%.

El número de hojas, muerte de hojas, densidad de tallo y muerte de tallos, la variedad Chihuahua superó a la variedad Turquesa (Cuadro 2). En sorgo, la inoculación con *Glomus intraradices* aumentó la longitud de la hoja a 25.2 cm, mientras que el testigo alcanzó solo 18.1 cm (Díaz *et al.*, 2013).

Hernández- Martínez *et al.* (2006) reportaron que al realizar la inoculación micorriza en el crecimiento de dos leguminosas las plantas crecieron mejor con incrementos porcentuales con respecto a las plantas no inoculadas

en número de hojas (14 y 39%). En este estudio no se observaron diferencias estadísticas a este respecto. Sáenz-Flores *et al.* (2015) evaluaron la producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización utilizaron 60-30-00+*Glomus intraradices* en donde obtuvieron que esta combinación obtuvo 264 kg MS ha<sup>-1</sup> y el testigo 181 kg MS ha<sup>-1</sup>. En este estudio el mejor tratamiento resultó la variedad Chihuahua con la combinación de *Glomus cubense* y la fertilización al 50 y 100%. Por esta razón Oropesa *et al.* (2011) plantearon que el uso de micorrizas como alternativa biológica ante el uso de productos químicos no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino hacer más eficiente su uso y fertilización poder minimizar las dosis.

## CONCLUSIONES

Bajo nuestras condiciones experimentales, la variedad Chihuahua fue la que mostró mejor rendimiento, relación hoja:tallo, índice de área foliar número de hojas, muerte de hojas y densidad de tallos. El HMA *Glomus cubense* fue superior al *Glomus fasciculatum* en las variables rendimiento; y en la muerte de hojas, en el índice de área foliar el *Glomus fasciculatum* supera la *Glomus cubense*.

**Cuadro 2.** Comparación de medias de las variables en tres factores de avena considerando variedad, inóculo y fertilización

Factores y Niveles	LH (cm)	DT (mm)	NH (N°)	MH (N°)	DT (N°)	MT (N°)
Chihuahua	14.68 a	0.28 a	14.34 a	4.94 a	7.75 a	2.50 a
Turquesa	15.34 a	0.28 a	9.22 b	4.06 b	5.18 b	1.47 b
<i>Glomus cubense</i>	14.65 a	0.27 b	12.16 a	4.68 a	6.72 a	1.91 a
<i>Glomus fasciculatum</i>	14.65 a	0.27 b	11.89 a	4.64 ab	6.70 a	1.89 a
Testigo	15.73 a	0.30 a	11.29 a	4.18 b	5.95 a	2.14 a
Fertilizante al 50%	14.66 b	0.28 ab	10.37 b	4.60 a	5.91 b	1.77 b
Fertilizante al 100%	16.03 a	0.29 a	13.79 a	4.50 a	7.43 a	2.04 ab
Testigo	14.33 b	0.26 b	11.18 b	4.41 a	6.04 b	2.14 a

LH=Largo de la hoja; DT=Diámetro del tallo; NH=Número de hojas; MH=Muerte de hojas; DT=Densidad de tallo; MT=Muerte de tallo. ab=Tratamientos con letras distintas en columnas, son estadísticamente diferentes (Tukey; P≤0.05).

## LITERATURA CITADA

- Araya, M. M. y Boschini, F. C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica Agronomía Mesoamericana, 16, (1), 37-43.
- Arriaga, M. R., Portugal, V. O., Reyes, R. B.G., González, H. A. y Aguilera, G.L. I. (2009). Influencia de *Glomus fasciculatum* en el crecimiento y desarrollo de *Lilium* sp. cv Orange Pixie. Agricultura Técnica en México, 35(2), 201-210.
- Bobadilla, M. M., Gámez, V. A. J., Ávila, P. M. A., García, J. J., Espitia, R. E., Moran, V.N. y Covarrubias, P. J. (2013). Rendimiento y calidad de semilla de avena en función de la fecha y densidad de siembra. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 4(7), 973-985.
- Campos, C. S., de Mello, P. R., Castellanos, G. L., Abreu, J. M. y Rosatto M. L. (2016). Fuentes de fosfato asociadas a la cachaza y el biofertilizante sobre los microorganismos solubilizadores de fósforo y su contenido en el suelo. Cultivos Tropicales, 37(1), 22-27.
- Carrillo, R. R., Esqueda, C. M. H., Báez, G. A. D., Reyes, M. H., Royo, M. M. J. y Ibañez, G. 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.
- Cruz, H. Y., García, R. M., León, G. Y. y Hernández, M. J. M. (2012). Influencia de las micorrizas arbusculares en combinación con diferentes dosis de fertilizante mineral en algunas características morfológicas de las plántulas de tabaco. Cuba. Cultivos Tropicales. 33 (3): 23-26.
- Díaz, F. A., Cortinas, E. H. M., de la Garza, C. M., Valadez, G. J. y Peña, R. M. A. (2013). Micorriza arbuscular en sorgo bajo diferente manejo agrotecnológico y ambiental. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 4(3):215-228.
- Díaz, F. A., Salinas, G. J., Sandoval, E. F., Peña del Río, M. A., De la Garza, R. R. F. y Grageda, C.O.A. (2014). Características de planta, suelo y productividad entre sorgo fertilizado e inoculado con micorriza arbuscular. México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5 (3):379-390.
- Elizondo-Salazar, J. A. (2009). Respuesta de la morera (*Morus alba*) a niveles crecientes de nitrógeno orgánico. Pastos y forrajes. 3 (3):132-142.
- Espitia, R. E., Villaseñor, M. R. G., Tovar, M. y de la O Olán, O. A. (2012). Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3 (4):771- 783.
- García-León, E., Leyva-Mir, S. G., Villaseñor-Mir, H. E., Rodríguez-García, M. F. y Tovar-Pedraza, J. M. (2013). Identificación e incidencia de tres hongos fitopatógenos, de reporte nuevo, en avena (*Avena sativa* L.) en la meseta central de México. México. Agrociencia. 47(8):815-827.
- García, O.G., Moreno, M. V. R., Rodríguez, L. I. C., Mendoza, H.A. y Mayek, P.N. (2006). Biofertilización con *Azospirillum brasilense* en sorgo, en el norte de México. México. Revista Agricultura Técnica en México. 32 (2):135-141.
- Gómez-Carabalí, A., Rao, I.M. y Otero J. T. (2015). Influencia de la fertilización, la época y la especie forrajera en la presencia de micorriza arbuscular en un Andisol degradado de Colombia. Colombia. Acta Agronómica. 60 (1): 84-92.
- González, P. J., Plana, R., Fernández, F. y Igarza, E. (2007). Respuesta de *Brachiaria híbrido* cv. Mulato (CIAT 36061) a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares. Colombia. Pasturas Tropicales. 29 (1): 19-25.
- Hernández-Martínez, M.; Cetina-Alcalá, V.M.; González-Chávez, M.C. y Cervantes-Martínez, C.T. (2006). Inoculación micorrizica y su efecto en el crecimiento de dos leguminosas arbóreas. México. Revista.Terra Latinoamericana. 24 (1): 65-73.
- Información del Sistema Agropecuario (INFOAGRO). (2010). Cultivo de avena. Información agronómica. InfoAgro Systems. Madrid, España. www. INFOAGRO. com/herbaceos/cereales/avena. htm (Consultado 27de marzo de 2017).
- Martín, G.M., Arias, L. y Rivera, R. (2010). Selección de las cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) más efectivas para la *Canavalia ensiformis* cultivada en suelo Ferralítico Rojo. Cuba. Revista. Cultivos Tropicales. 31 (1): 27-31.
- Mujica, P. Y. y Molina, D. L. (2017). Influencia de hongos micorrízicos arbusculares (*Rhizoglyphus intraradices*) y un estimulador del crecimiento vegetal en *Pennisetum purpureum* Sch. cv. Cuba CT-115.Cuba. Revista. Cultivos Tropicales. 38 (1):131-137
- Rodríguez, S. T., Sánchez, N.J., Morales, G. E. y Cruz, C. F. (2006). Interacción micorrizas arbusculares *Trichoderma harzianum* (Moniliaceae) y efectos sobre el crecimiento de *Brachiaria decumbens* (Poaceae). Colombia. Acta Biológica Colombiana. 11 (1): 43-54.
- Rosales, J. P. R., González-Cañizares, P. J., Ramírez, P. J. F. y Arzola, B. J. (2017). Selección de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares para el pasto guinea (*Megathyrsus maximus* cv. likoni). Cuba. Cultivos Tropicales. 38 (1):24-30.
- Ruiz, S. M., Santana, B. Y., Muñoz, H. Y., Yoan, M. A., Benítez, M., Beesham, V. B. y Peña, C. Y. (2015). Simbiosis de micorrizas arbusculares en plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de inundación y seco. Colombia. Acta Agronómica. 64 (3):227-233
- Sáenz-Flores, E., Saucedo-Terán, R. A., Morales-Nieto, C. R., Jurado, P. G., Lara-Macías, C. R., Melgoza-Castillo, A. y Ortega-Gutiérrez J. A. (2015). Producción y calidad de semilla de pastos forrajeros como respuesta a la fertilización en Aldama, Chihuahua. México. Revista TecnoCiencia Chihuahua. 9 (2):1-9.
- Santillana, V. N. (2006). Producción de biofertilizantes utilizando *Pseudomonas* sp. Perú Ecología Aplicada. 5 (1,2): 87-91.
- Statistical Analysis System (SAS). (2005). The SAS for Windows. V. 9.01. SAS Institute. Cary, NC, USA. 480 p
- Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2016). Cultivo de Avena. <http://www.gob.mx/siap/>. (Consultado 27de marzo de 2017).
- Trujano, S. L. D., González P. A., Jaimés, J. J., Cueto, W. J. A. y Hernández S. J. R. (2008). Evaluación de fertilizantes sobre la avena forrajera. México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 7: 73-82.
- Villaseñor, M. H. E., Limón, O. A., Huerta, E. J., Rodríguez, G. M. F., Espitia, R. E. y Leyva, M. S. G. (2009). El cultivo de avena en el Estado de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. Campo Experimental Valle del México. Chapingo, Estado de México, México. Folleto técnico. 29. 21 p.
- Zamora, V. V. M., Lozano, R. A. J., López, B. A., Reyes, V. M. H., Díaz, S. H., Martínez, R. J. M. y Fuentes, R. J. M. (2002). Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. México. Revista Técnica Pecuaria.40 (3):229-242.