

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 Yazmin¹; Villegas-Aparicio Y.^{1*}; Castro-Rivera R.²; Carrillo-Rodríguez J. C.¹; Castañeda-Hidalgo E.¹; Gómez-Vásquez A.³

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

*Autor de correspondencia: 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⁻¹) 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⁻¹) 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.

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,

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,

para un total de 18 tratamientos, cada uno de ellos con 20 m² 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 m², 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⁻¹. 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 m², 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 m², 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 ($P \leq 0.05$).

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⁻¹, 4.27 t MS ha⁻¹, 0.87, 0.55 155.27, 98.69). La variedad Chihuahua alcanzó hasta 13.5 t MS ha⁻¹ y la variedad Turquesa hasta 12.3 t MS ha⁻¹. 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⁻¹, 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 ⁻¹)	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; $P \leq 0.05$).

de Oaxaca produce 2319 t MS ha⁻¹ y obtiene un rendimiento de 16.466 t MS ha⁻¹ (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⁻¹ y el testigo 181 kg MS ha⁻¹. 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 secano. 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., Jaimes, 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.