

# TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LA MICORRIZA INIFAP MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS EN AVENA

**Jesús Pilar Amado Alvarez<sup>1</sup>, Manuel Gustavo Chávez Ruiz<sup>2</sup>, Ma de los Ángeles Peña del Río<sup>3</sup>, Arturo Díaz Franco<sup>4</sup>, Blanca Moreno Gómez<sup>5</sup>, Gerardo Armando Aguado Santacruz<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Campo Experimental Sierra de Chihuahua, amado.jesus@inifap.gob.mx*

<sup>2</sup>*Campo Experimental Delicias*

<sup>3</sup>*Campo Experimental General Terán*

<sup>4</sup>*Campo Experimental Río Bravo*

<sup>5</sup>*Campo Experimental Bajío*

## ANTECEDENTES

Aveldaño *et al.* (1999), reportaron que la investigación agropecuaria y la aplicación de sus resultados se han constituido en uno de los motores del desarrollo económico de los países, de tal manera que al reconocerse este hecho, los gobiernos han instituido la investigación como una de las actividades fundamentales en sus políticas de fomento. En México se inició en 1906, con las labores de investigación, enseñanza y asistencia técnica en las estaciones experimentales del Dorado, Sinaloa y de Ciudad Juárez Chihuahua. Durante el periodo 1995-2000, el INIFAP desarrolló diferentes programas como Alianza para el campo, Kilo por Kilo, Granos del Sur, Palma de Coco, Mecanización agrícola, Café y Capacitación y Extensión.

Selosse y La Tacon (1998) indicaron que los microorganismos de la Rizosfera han mantenido una relación estrecha con las plantas desde que estas últimas iniciaron la colonización de la tierra. Read (1998), De la Peña (2009), Domínguez *et al.* (2009), Martínez y Pugnaire (2009), coinciden en que los microorganismos han mantenido el funcionamiento y la estabilidad de los ecosistemas a través de la influencia en la composición de las especies de las comunidades vegetales. De acuerdo con Aguirre y Velasco (1994), los microorganismos pueden alterar la velocidad de absorción de nutrientes de las plantas por un efecto directo de las raíces e inducir modificaciones en el desarrollo del sistema radical; las rizobacterias también pueden provocar alteración en la permeabilidad celular de las raíces y un incremento en la toma de iones por planta fundamentalmente nitratos, fosfatos y potasio e incrementar la formación de los pelos radicales.

Las "micorrizas" son un tipo de asociación natural o simbiosis entre plantas y hongos: en esta asociación el hongo le entrega nutrientes provenientes del suelo a la planta, y ésta le

proporciona al hongo los carbohidratos necesarios para su sobrevivencia. Las micorrizas tienen como principal función extender la exploración de las raíces en el suelo, lo cual hace más eficiente el proceso de absorción, especialmente importante en ambientes desfavorables. Se ha descubierto y probado que la superficie de absorción de las raíces colonizadas con micorrizas se incrementa hasta en 1000 veces. Las plantas micorrizadas presentan así una mayor tolerancia ante la sequía, las altas temperaturas, los metales pesados, la salinidad, las toxinas y la acidez del suelo, Moncayo (2009). Dentro de los biofertilizantes se agrupan a aquellos productos que tienen como base microorganismos que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas y que al aumentar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial son capaces de poner a disposición de las plantas una parte importante de las sustancias nutritivas, mediante su actividad biológica. Los biofertilizantes de acción directa, como las Micorrizas habitan parcialmente o de forma total en los tejidos vegetales y por ello su acción se realizan en el vegetal y no en el medio circundante, Huerta *et al.* (2008).

Aguirre *et al.* (2009). Los biofertilizantes elaborados con hongos micorriza son productos benéficos que se asocian a las raíces de las plantas y favorecen su nutrición. Están presentes en todos suelos agrícolas y su asociación con las plantas es benéfica tanto para la planta como para la micorriza debido al intercambio de sustancias nutritivas. La micorriza permite a la planta incrementar la exploración de la raíz con un aumento en la absorción y transporte de nutrientes como fósforo, nitrógeno, cobre, zinc y agua del suelo, proporcionándole mayores ventajas para su desarrollo y productividad. En el Estado de Chihuahua, Amado y Ortíz (2003), desarrollaron estudios con el propósito de evaluar la aplicación de biofertilizantes y fertilizantes químicos como fuentes de nitrógeno y fósforo más fitohormonas sobre la producción de avena bajo condiciones de temporal en armonía con los recursos agua y suelo. Estos investigadores registraron que el mejor biofertilizante fue el azospirillum, el cual influyó para obtener una producción promedio de 6,675 y 4,938 kg ha<sup>-1</sup>, de materia seca total para Santo Tomás Municipio de Guerrero, y Campo 26, Municipio de Cuauhtémoc, respectivamente, con índices de redituabilidad de 3.77 y 2.83, bajo cantidades de 257 y 200 mm de lluvia durante el ciclo de cultivo.

El objetivo del presente trabajo fue demostrar el efecto benéfico combinado del uso de la MICORRIZA INIFAP, más la fertilización química, para el cultivo de avena bajo condiciones de temporal en el Estado de Chihuahua. Validar y transferir las bondades de esta tecnología en el cultivo de avena para incrementar su producción, productividad y contribuir a elevar el ingreso de los productores y el cuidado del medio ambiente.

## **DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA**

Aguirre *et al.* (2010), reportaron que los microorganismos benéficos para la agricultura son muchos y la mayoría desarrollan sus funciones bajo la influencia de las raíces de las plantas. Dependiendo del tipo de relación con la planta, los microorganismos pueden ser benéficos

o nocivos; en el caso de los microorganismos benéficos utilizados como biofertilizantes, la relación es mutualista y es conocida como simbiosis. Los biofertilizantes son recomendados en la Agenda 21 como resultado de la llamada Cumbre de la Tierra, firmada en Río de Janeiro en 1992. Son considerados biotecnologías apropiables, que es un término creado para las herramientas biotecnológicas que contribuyen al desarrollo sostenible de un país y que proveen beneficios tangibles a los destinatarios y, además, por ser ambientalmente seguras y socioeconómica y culturalmente aceptables.

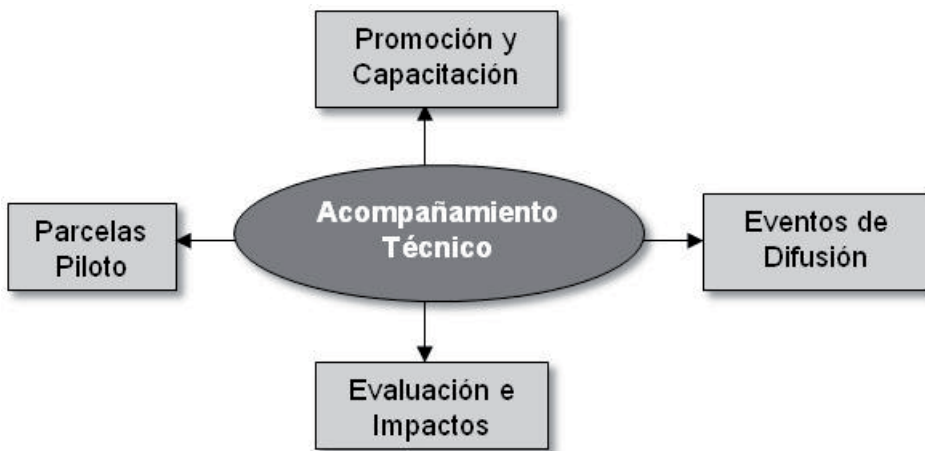
La Micorriza INIFAP esta siendo producida por el INIFAP, en cuatro centros de reproducción: General Terán, Nuevo León; en Cotaxtla Veracruz; en Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, y en Celaya Guanajuato, contiene hongos formadores de micorriza arbuscular a base de suelo esterilizado. Los resultados de pruebas de validación y transferencia de ésta tecnología indican que la colonización de los hongos micorrízicos arbusculares en las células corticales de la raíz promueven el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas, a través de asociaciones simbióticas con las plantas mejorando su desarrollo y logrando una mayor absorción de agua

## **ESTRATEGIAS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

En la Figura 1, se muestran las principales estrategias para obtener los objetivos planteados demostrando el efecto benéfico combinado del uso de la MICORRIZA INIFAP más la fertilización química y transferir las bondades de esta tecnología en el cultivo de avena para incrementar su producción, productividad y contribuir a elevar el ingreso de los productores y el cuidado del medio ambiente.

## **ACTORES PARTICIPANTES**

Dentro de los principales actores se pueden citar la Delegación de la SAGARPA, Presidente de la Fundación Produce Chihuahua A.C.; INIFAP Chihuahua, Personal de la Agencia para la Gestión de la Innovación, (AGI) – Granos Básicos.



**Figura 1.** Estrategias de transferencia de tecnología

### ACTIVIDADES DE APOYO A LA TRANSFERENCIA

Una de las estrategias utilizadas en el programa de validación y transferencia de esta tecnología, fue el desarrollo de talleres de capacitación y difusión sobre características, manejo, preparación de la semilla y ventajas de utilizar los biofertilizantes. Las localidades seleccionadas fueron: Cuauhtémoc, Gómez Farías, Madera, Nahuera (Madera), Campo 28 (Cusihiuriachi), Campo 79 (Riva Palacio), Guerrero, El Molino (Namiquipa), El Sáuz, Satevó, Belisario Domínguez, General Trías, Chihuahua y Delicias. (Figura 2)

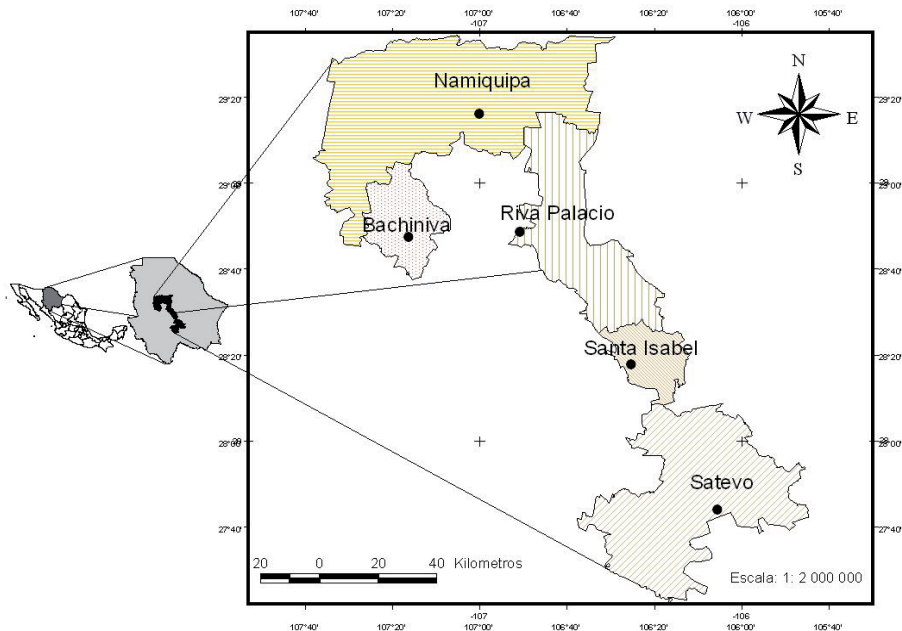


**Figura 2.** Eventos demostrativos y talleres de capacitación del proyecto.

Amado *et al.* (2010a), establecieron cinco parcelas piloto (Figura 3). Se sembraron 9,288 ha de avena bajo el sistema de temporal inoculando la semilla con la Micorriza INIFAP, beneficiando a un total de 556 productores, distribuidos de la siguiente manera: Se ubicaron 2,220 ha en el Distrito de Desarrollo Rural 05 Madera, 3,009 ha en el DDR 06, Cuauhtémoc, 2,684 ha, en el DDR 07, Guerrero, y finalmente 1,375 ha, en el DDR 08, Chihuahua las cuales tuvieron acompañamiento técnico (Fernández *et al.*, 2009).

## DIFUSIÓN Y PROMOCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Se desarrollaron 30 eventos de Capacitación y Difusión, donde fueron atendidos un total de 540 personas, entre las que se encontraban 410 productores y 130 técnicos y funcionarios de las diferentes dependencias en los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) 05, Madera; DDR 06, Cuauhtémoc, DDR 07, Guerrero y finalmente en el DDR 08, Chihuahua. (Fernández *et al.*, 2009).



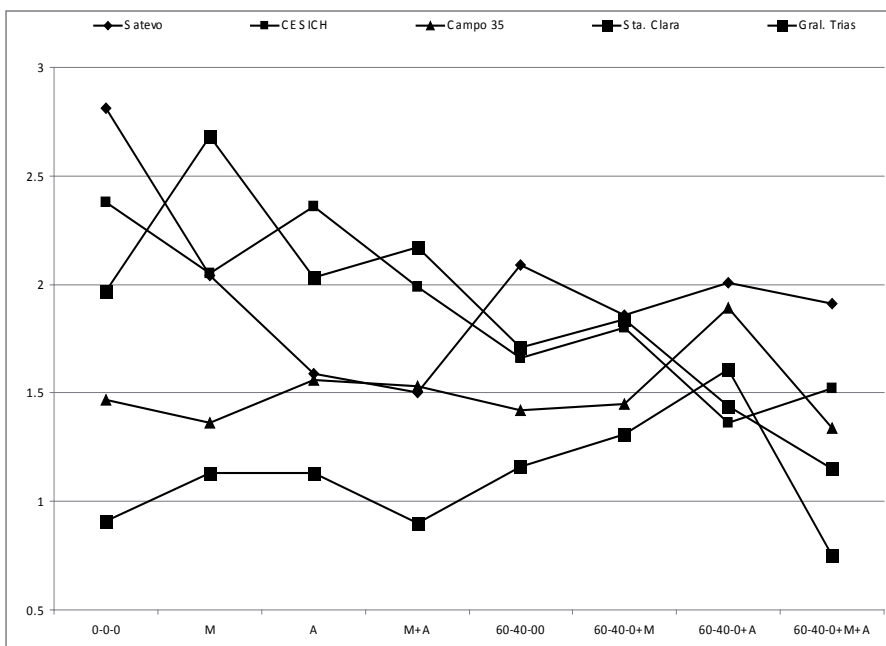
**Figura 3.** Distribución de los sitios de estudio de Micorriza – INIFAP, sobre la Productividad de avena bajo condiciones de temporal

## ACTIVIDADES DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

La AGI-Granos Básicos acudió al INIFAP-CHIHUAHUA para solicitar apoyo y transferir los resultados de investigación con el producto Micorriza INIFAP, además de solicitar financiamiento a la SAGARPA, a través de la Fundación Produce Chihuahua A.C..

### RESULTADOS, IMPACTOS Y LECCIONES APRENDIDAS.

Los resultados obtenidos en las cinco parcelas piloto mostraron indicadores de rendimiento (Grano - Forraje), ingreso e índices de redituabilidad a favor de utilizar el biofertilizante Micorriza – INIFAP. En la Figura 5 se puede apreciar que los mayores beneficios se logran con el uso de la Micorriza INIFAP (M) del lado donde no se usan los fertilizantes químicos (Amado *et al.*, 2010 a). Estos datos coinciden con los reportados por otros autores como: Aguilera *et al.* (2008), Batten *et al.* (2008), Charlton *et al.* (2008), Colin *et al.* (2007).



**Figura 4.** Índices de redituabilidad obtenidos con la combinación de fertilizantes biológicos y químicos en la producción de avena bajo condiciones de temporal.

El factor más determinante en la obtención de buenos resultados es sin duda la precipitación pluvial, como se muestra en la Figura 6. La tendencia general es que a mayor cantidad de lluvia la respuesta es mayor, así en la localidad de General Trías, donde los suelos son muy pobres, además de la baja cantidad de lluvia (160 mm, equivalentes al 50% de los requerimientos hídricos) durante el verano del 2009, que afectaron significativamente la producción de avena. El incremento en el rendimiento de materia seca total es de 456 kg ha<sup>-1</sup> en el tratamiento testigo 0-0-0 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, a favor del uso de las Micorriza INIFAP. Este panorama es común ya que la región se caracteriza por ser de bajo potencial productivo y con alto riesgo de siniestro, con lo cual argumentamos que es conveniente impulsar el uso del Micorriza INIFAP, por las ventajas, que se irán obteniendo a medida que se vayan utilizando los biofertilizantes. Sobre el tema, (Reinhart, 2006) reporta que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos cosmopolitas. Xia Yun-sheng *et al.* (2008), Yao *et al.* (2008), Young *et al.* (2003), registraron que los microorganismos están ecológicamente adaptados y pueden ser sujetos de manipulación para la producción de inoculante, con el objetivo de mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas, particularmente en condiciones adversas para los cultivos.

En el otro extremo el factor principal fue la precipitación pluvial (268.7 mm, equivalentes al 84 % de los requerimientos hídricos), dentro de las consideraciones sobre la distribución del agua de lluvia, se puede apreciar que los eventos fueron en promedio de los 10 mm, sobresaliendo una lluvia mas fuerte (43 mm) el 22 de agosto, fecha muy cercana a la etapa fenológica de formación de hijuelos (también conocida como amacolle), posteriormente entre los 40 y 50 días de establecido el cultivo de avena (plena floración y llenado de fruto) se presentaron dos eventos con cantidades superiores a los 20 mm, lo cual favoreció significativamente a la producción y productividad de avena. El incremento en el rendimiento de materia seca total es de 944 kg ha<sup>-1</sup> en el tratamiento testigo 0-0-0 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, a favor del uso de las Micorriza INIFAP. Estos datos fueron reportado por Ramírez *et al.* (2010), Herrera *et al.* (2010), Jiménez *et al.* (2010), y Amado *et al.* (2010b).

En la parte intermedia de la zona se localiza el campo 35, el cual se caracterizó por tener una de las mayores proporciones de Limo (38.72 %), lo cual facilitó el crecimiento radicular, registrando valores hasta de 24.5 cm de longitud en las plantas tratadas con el producto Micorriza INIFAP, sin fertilizante químico, mientras que las plantas de avena tratadas con Micorriza INIFAP más fertilizante químico en la etapa fenológica correspondiente a la floración (29 de Septiembre del 2009), la longitud promedio de las raíces se consigné en 11.4 cm, lo cual confirma que la mayor respuesta de las plantas los hongos micorrízicos arbusculares se presenta en suelos con limitaciones nutrimentales, en tanto que el mayor aprovechamiento y captación de elementos por estos hongos depende de factores inherentes a la planta y del suelo. En la simbiosis se forma una extensa red de hifas capaces de explorar mayor volumen de suelo y sitios donde la raíz es incapaz de llegar (Klironomos, 2002; Parker *et al.* 2006; Rodríguez *et al.* 2009).

Respecto al rendimiento total de materia seca, se registró que el mejor valor (5,531 kg ha<sup>-1</sup>) fue para las plantas tratadas con fertilizantes químicos más Azospirillum, las cuales resultaron además estadísticamente diferentes del resto de los tratamientos. La lluvia total fue de 228.6 mm (71 % de los requerimientos hídricos de la avena), la mayor acumulación se presentó cuando las plantas entraban a la etapa de amacolle (26 días después de la siembra); posteriormente hubo una buena distribución hasta la floración (54 días después de la siembra), luego se presentó un fuerte evento (12 de octubre) superior a los 40 mm de lluvia, lo que facilitó llegar con buen porte a la etapa de madurez fisiológica. Trabajos similares han sido documentados (Jordán *et al.* 2008). Resulta indispensable establecer un mecanismo para que cumplir con las demandas que tienen los productores en tiempo y forma de los biofertilizantes.

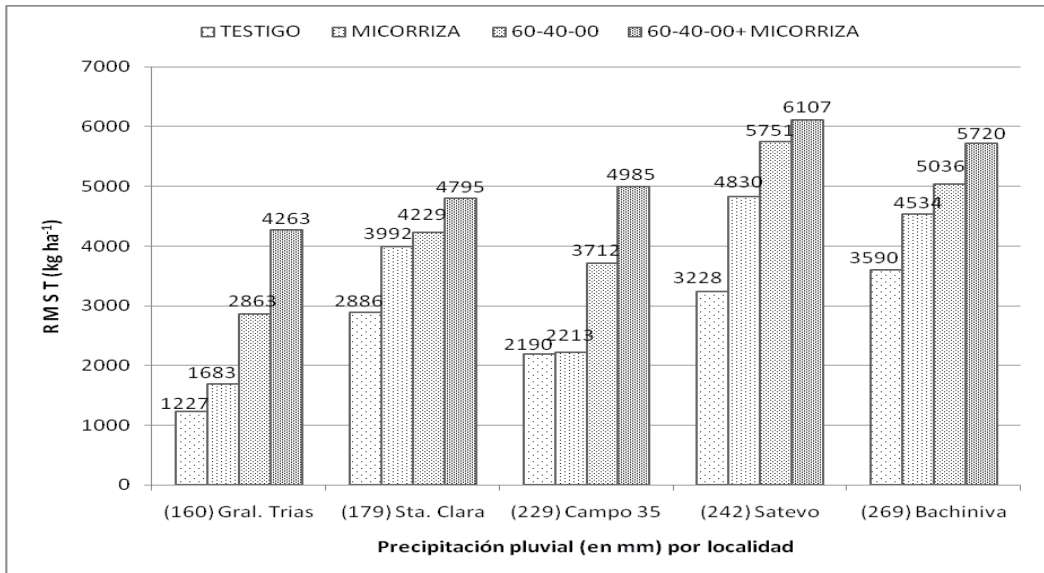


Figura 6. Rendimiento de Materia seca total (kg ha<sup>-1</sup>), en relación a la cantidad de lluvia registrada por localidad y la aplicación de Micorriza INIFAP.

El Impacto registrado con el desarrollo de éste proyecto indica que se obtuvo un rendimiento promedio de 3,040 kg ha<sup>-1</sup>, equivalente a 101 pacas y a un valor en la producción de \$3,030 en las parcelas donde no se aplicó la micorriza INIFAP; mientras que con la aplicación del



biofertilizante en cuestión se recolectaron 4,725 kg ha<sup>-1</sup>, equivalentes a 150 pacas , con un valor de \$4,740, obteniendo un ingreso adicional de \$ 1,710 ha<sup>-1</sup>, en 9288 ha registradas en este proyecto indica un monto total de \$ 15' 882,480. La relación general del Beneficio Costo fue de 16.27 (Fernández *et al.* 2009).

## PROGRAMA DE TRANSFERENCIA REGIONAL DE LA MICORRIZA INIFAP

Otra acción fundamental estuvo a cargo de la SAGARPA, Fundación Produce Chihuahua, la AGI-Granos Básicos y el INIFAP, coordinando, apoyando y asesorando con personal técnico capacitado la siembra de parcelas demostrativas en las diferentes regiones agroecológicas del Estado de Chihuahua. Los resultados obtenidos con el uso de esta tecnología indican incrementos netos promedio en la producción de grano y forraje del 55%, en comparación con el testigo del productor a favor del producto Micorriza INIFAP, como se puede apreciar en el Cuadro 1. (Fernández *et al.*, 2009).

**Cuadro 1.** Incremento en la producción de forraje por municipio en Chihuahua

Municipio	Producción de Forraje		Incremento
	Sin Micorriza	Con Micorriza	
	kg ha <sup>-1</sup>		%
Gómez Farias	4306	7048	63.7
Guerrero	2310	4010	73.6
Namiquipa	2335	3342	43.1
Riva Palacio	3210	4500	40.2

El comportamiento en general del uso de esta tecnología y de acuerdo a los resultados tanto de investigación como demostración, indican que la aplicación de los biofertilizantes aumentó la producción y productividad del cultivo de avena bajo condiciones de temporal en el estado de Chihuahua. Lo anterior establece las bases técnicas para en el futuro disminuir la dependencia del uso de fertilización química en éste y otros cultivos, con beneficios económicos y ecológicos para el productor y la sociedad en general.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las cinco parcelas piloto de validación y transferencia de tecnología sobre el uso de Micorriza-INIFAP, mostraron indicadores de rendimiento (forraje-grano), ingreso e índices de rentabilidad a favor de este biofertilizante.

El programa logró promover y difundir la tecnología de este tipo de nutrición con 30 eventos de capacitación y difusión con asistencia de 540 personas entre los que se encontraban 410 productores y 130 técnicos y/o funcionarios las diferentes dependencias.

En las parcelas de demostración y transferencia de tecnología apoyadas por la SAGARPA, Fundación Produce Chihuahua, y la AGI-Granos Básicos, se aumentó la producción y productividad del cultivo de avena en 9,288 ha bajo condiciones temporal, utilizando el producto Micorriza-INIFAP; registrando incrementos netos promedio en la producción de grano y forraje del 55%, equivalentes a \$ 1,710 ha<sup>-1</sup> y una derrama económica de \$ 15'882,480.

Se recomienda continuar con la difusión de los biofertilizantes y promover facilidades para que los productores cuenten con el biofertilizante necesario en el tiempo adecuado para su establecimiento oportuno al momento de la siembra.

## LITERATURA CITADA

- Aguilera G., L. I., V. Olalde P., M. Rubí A., y R. Contrras A. 2008. Micorrizas arbusculares. CIENCIA ergo sum. Vol. 14-3. Noviembre 2007-febrero 2008. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. Pp.300-306.
- Aguirre M., J. F., M. B. Irizar G., A. Durán P., O. A. Grageda C., M. de los A. Peña del R., C. Loreto O., y M. C. A. Gutiérrez B. 2010. Los Biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México. Folleto Técnico Num. 5. INIFAP-CIR-PACÍFICO SUR-CE-Rosario Izapa, Tuxla Chico, Chiapas, México
- Aguirre M., J. F., M. B. Irizar G., M<sup>a</sup> de los A. Peña del R., A. Durán P., O. A. Grageda C. y F.J. Cruz. Chávez. 2009. MICORRIZA INIFAP. Biofertilizante para la Agricultura –Mejor nutrición-Mayor crecimiento de raíz. Hoja desplegable. [www.inifap.gob.mx](http://www.inifap.gob.mx). (Consulta 22 de Mayo del 2009).
- .Aguirre M., J. F. y E. Z. Velazco, 1994. Componentes morfológicos y Fisiológicos del rendimiento en *Leucaena leucocephala* al inocularse con micorriza VA y/o *Rhizobium Loti I*. Agricultura Técnica en México. 20(1):43-45.
- Amado A., J. P., M. R. Ávila M., R. Jacinto S., J. C. Jiménez G, M. Dense H., O. Ramírez V. y J. L. Jacobo C. 2010 b. La función de los biofertilizantes sobre la productividad de avena bajo condiciones de temporal. (Capitulo de libro sobre agricultura orgánica. En Prensa).
- Amado A., J. P., M. Dense H., M. R. Ávila M., O. Ramírez V., J. C. Jiménez G, R. Jacinto S. y J. L. Jacobo C. 2010 a. Micorriza INIFAP, y el Incremento de la productividad de avena bajo condiciones de temporal. (Artículo científico en prensa).

- Amado A., J. P. y P. Ortiz F. 2003. Evaluación de fitohormonas, fertilizantes químicos y biológicos, sobre la producción de avena de temporal. Capitulo IX. pp: 163-184. (in) Enrique Salazar Sosa, Manuel Fortiz Hernández, Antonio Vázquez Alarcón y Cirilo Vázquez Vázquez (Eds.) Abonos Orgánicos y plasticultura. CMSC, FAZ, UJED, COCYTED. ISBN: 658-6404-63-5.
- Aveldaño S., R., A. Tapia N. y A. Espinosa C. 1999. Generación y transferencia de tecnología en el INIFAP, para el desarrollo de la agricultura mexicana. Terra Latinoamericana. Vol.17, número 3. Universidad Autónoma Chapingo. pp.265-270.
- Batten, K., K. Scow, K Davies, and S. Harrison. 2008. Two invasive plants alter soil microbial community composition in serpentine grasslands. *Biological Invasions* 8: 217-230.
- Colin, R. M., V.V.M. Zamora, R. A. J. Lozano, Z. G. Martínez, T. M. A. Torres. 2007. Caracterización y selección de nuevos genotipos imberbes de cebada forrajera para el norte y centro de México. *Tec. Pecu. Méx.* 45(3):249-262.
- Charlon V., L. Romero, A. Cuatrin y M. Taverna. 2007. Utilización de residuos orgánicos en el rendimiento y la calidad de un cultivo de avena. *Revista argentina de producción animal.* Vol. 27 Supl.1 pp: 214-215.
- De la Peña, E.2009. Efectos de la biota edáfica en las interacciones planta-insecto a nivel foliar. *Ecosistemas* 18 (2):64-78.
- Domínguez, J., M. Aira y M. Gómez B. 2009. El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. *Ecosistemas* 18(2):20-31.
- Fernández H., P., O. Félix V., C. O. Quezada R., J. G. Castillo A., D. Rubio M., L. P. Contreras C. y J. P. Amado Á. 2009. Programa de promoción y uso de biofertilizantes (MICORRIZA) en el cultivo de avena de temporal en chihuahua, 2009. (Informe sin publicar).
- Herrera, M. D., J. P. Amado A., O. Ramírez V., R. Jacinto S., M. R. Ávila M., y J. C. Jiménez G. 2010. Uso Combinado de fertilizante químico y biofertilizante para la producción del cultivo de avena. *AFROFAZ.* VOL. 10 (1):27-35
- Huerta, E., R. Gómez y M. Constantino.2008. Manual de aplicación y reproducción de biofertilizantes. El Colegio de la Frontera Sur, unidad Villahermosa, Carretera Villahermosa-Reformakm 15.5. Ranchería 15.5 Ranchería Guineo, 2ª Sección. Villahermosa, Tabasco.

- Jiménez G., J. C., R. Jacinto S., O. Ramírez V., M. R. Ávila M., J. L. Jacobo C. , J. P. Amado A. y M D. Herrera. 2010. Rendimiento de avena para forraje con biofertilizantes en Santa Clara Namiquipa, Chihuahua (Artículo científico en prensa).
- Jordan, N. D. Larson and S. Huerd. 2008. Soil modification by invasive plants: effects on native and invasive species of mixed-grass prairies. *Biological Invasions* 10:177-190
- Klironomos, J. N. 2002. Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities. *Nature* 417:67-70.
- Martínez, L. B. y F. I. Pugnaire. 2009. Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los Ecosistemas semiáridos. *Ecosistemas* 18 (2): 44-45
- Moncayo R., I. 2009. Micorrizas: Solución para la reforestación y recuperación de suelos contaminados. BioTriton S. A. Tríptico. [www. biotri-ton.cl](http://www.biotri-ton.cl) . (consulta 16 de abril del 2009).
- Parker, M. A., W. Malek, M. I. Parker. 2006. Growth of an invasive legume is symbiont limited in newly occupied habitats. *Diversity and Distributions* 12: 563-571.
- Ramírez V., O., J. P. Amado A., M. R. Ávila M., J. C. Jiménez G., R. Jacinto S., M. D. Herrera y J. L. Jacobo C. 2010. Influencia de la biofertilización y fertilización química sobre la productividad de avena en Chihuahua. *AFROFAZ*. VOL. 10 (1):37-46.
- Read, D. 1998. Plants on the Web. *Nature*.396:22-23.
- Reinhart, K.O., F. T. Maestre, and R. M. Callaway. 2006. Facilitation and inhibition of seedlings of an invasive tree (*Acerplatanoides*) by different tree species in a mountain ecosystem. *Biological Invasions* 8: 231-240.
- Rodríguez E.S., J. A. Crisóstomo, C. Nabais, H. Freitas. 2009. Belowground mutualists and the invasive ability of *Acacia long folia* in coastal dunes of Portugal. *Biological Invasions* 11: 651-661.
- Selosse, M. A. and Le Tacon, F. 1998. The land flora: a phototroph-fungus partnership tree. *13(1):15-20*
- Xia Yun-sheng, Chen Bao-dong, Christie Peter, Smith Andrew, Wang You-shan and LI Xiao-lin. 2007. Arsenic uptake by arbuscular mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in an arsenic-contaminated soil with added phosphorus. *Journal of Environmental Sciences* Volume 19, Issue 10, 2007, Pages 1245-1251.

- Yao Q., H. H. Zhu, Y. L. Hu and L. Q. Li. 2008. Differential influence of native and introduced arbuscular mycorrhizal fungi on growth of dominant and subordinate plants. *Plant Ecol* 196:261-268
- Young, C.C., Lai, W.A., Shen, F.T., Hung, M.H., Hung, W.S. & Arun, A.B. 2003. Exploring the microbial potentiality to augment soil fertility in Taiwan. In *Proceedings of the 6th ESAFS International Conference: Soil Management Technology on Low Productivity and Degraded Soils Taipei, Taiwan*. pp. 25-27.