

Módulo artesanal de reproducción de microorganismos benéficos y eficientes (EM y cepas) para uso agropecuario en el Jurásico de la UACH

Gómez Tovar Laura¹, Montoya Toledo José Nelson², Gómez Cruz Manuel Ángel³

Introducción

El actual modelo de producción agrícola ha promovido el uso masivo de productos de síntesis química como la única y mejor alternativa para el manejo de plagas y enfermedades, así como para la nutrición en los cultivos; en consecuencia esto ha creado diferentes problemas ambientales y de salud en los humanos.

Con el enfoque agroecológico se tienen distintas alternativas tecnológicas, por ejemplo el control biológico y el uso de microorganismos efectivos o eficientes (EM). El control biológico intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos o sus metabolitos, para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales; por otro lado los EM, están compuestos por organismos benéficos y altamente eficientes que en sinergia ofrecen una serie de beneficios a los cultivos, por lo que pueden ser empleados para mejorar la calidad de los suelos y la nutrición de los cultivos, así como para reducir poblaciones de insectos plaga y patógenos.

Según Miranda (2014), existe un marcado desaire de la UACH en mostrar su presencia ante los productores agropecuarios y forestales de su área de influencia. Por ello el Departamento de Agroecología de forma conjunta con el Centro de Investigación Interdisciplinaria para el Desarrollo Rural Integral, CIIDRI a través de un convenio de colaboración establecieron un módulo artesanal de reproducción de microorganismos benéficos en la Universidad Autónoma Chapingo, con el fin de mejorar la vinculación con los productores de la áreas aledañas a la universidad, para ayudarlos en el manejo de plagas y enfermedades y mejora de sus suelos con el uso de métodos ecológicos adaptados a sus capacidades económicas.

Objetivos

Establecer un modulo artesanal de reproducción de organismos benéficos (cepas y microorganismos eficientes) para mostrar su potencial a productores en el área de influencia de la UACH.

Materiales y Métodos

Se empleó el método cubano rústico para la reproducción de los microorganismos benéficos, tipo cepas; y la metodología propuesta por Terou Higa (Higa, 2009 y 2013) para la elaboración y reproducción de microorganismos eficientes.

¹ Departamento de Agroecología de la UACH. Carretera México Texcoco, Km. 38.5, Chapingo, Edo. de México. Tel. 01 595 95 2 15 00 Ext. 5208. Correo E. gomezlaura@yahoo.com

² Departamento de Agroecología de la UACH. Carretera México Texcoco, Km. 38.5, Chapingo, Edo. de México. Tel. 01 595 95 2 16 04. Correo E. agroecologia.uach@gmail.com

³ CIIDRI. Carretera México Texcoco, Km. 38.5, Chapingo, Edo. de México. Tel. 01 595 95 2 15 06. Correo E. ciidri2008@yahoo.com.mx

Se habilitó una construcción de 24 m² para el módulo de los microorganismos. El CIIDRI donó 23 cepas (microorganismos y consorcios de microorganismos benéficos). Las cepas que se están reproduciendo son *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Azotobacter sp*, *Paecilomyces fumosorosseus*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecani*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viridae*, *Trichoderma II*, *Glomus sp*, *Azospirillum brasilense*, *Metarhizium anisopliae*, *Rhizobium sp*, *Bacillus megaterium*, *Heterhorabditis bacteriophora*, *Metarhizium anisopliae II*, *Metarhizium anisopliae III*, Consorcio EM Tabasco, Consorcio EM Tabasco cero, Microorganismos del Rumen, Consorcios San Pablo, Consorcio Loxicha, Consorcio Montaña de Geño, y Consorcio de 22 cepas.

Los consorcios se reproducen cada 3 semanas con materiales locales que contengan carbohidratos, almidones y ácido láctico.

Resultados y Discusión

Las cepas que se han logrado reproducir en el módulo corresponden a las siguientes categorías; entomopatógenas, microorganismos benéficos tipo biofertilizantes y microorganismos eficientes.

Entomopatógenos

El término entomopatógeno se ha definido como aquellos organismos (bacterias, hongos, nemátodos y virus) que son capaces de atacar insectos (Devotto *et al.*, 2000), o como los que reducen las poblaciones de insectos plagas a niveles que no causan daño económico a los cultivos, o bien los que son un medio de control en la reducción de poblaciones de insectos vectores de enfermedades (Tanzini *et al.*, 2001).

Los entomopatógenos han demostrado tener potencial para infectar o eliminar a cualquier insecto en algunas de sus fases de ciclo biológico; no produce efecto inmediato como los productos químicos, pero una vez que están en su ambiente dado, pueden sobrevivir, incrementarse e infectar a los insectos (Alatorre, 1998).

Microorganismos benéficos, tipo biofertilizantes: micorrizas y microorganismos fijadores de N.

Micorrizas

La palabra micorriza proviene del griego *Mykes*=hongo y *rhiza*=raíz y es utilizada para designar la relación mutualista que se establece entre las hifas de un hongo y los tejidos radicales de un gran número de plantas vasculares. Las raíces micorrizadas adquieren ciertas ventajas fisiológicas ya que el hongo crece rápidamente y aumenta la absorción y traslocación de nutrientes como el P, Zn, Ca, S, Cu y Mg. A su vez, la planta suministra al hongo carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos, lípidos, hormonas y vitaminas. Además del beneficio en la absorción de diferentes nutrimentos las plántulas micorrizadas aumentan en tamaño, y las plántulas resisten al cambio de trasplantes por tener mayor absorción (Ferrera y Alarcón, 2010).

Algunos factores que afectan el desarrollo de este tipo de microorganismos son: temperatura, cuando es baja (0°C) se presenta poca actividad de la nitrogenasa y cuando aumenta (12 °C) estimula la fijación, la temperatura óptima va de 22-30°C;

luz, la disminución afecta la capacidad fotosintética de la planta huésped, por tanto la síntesis de compuestos carbonados que se dirijan a la raíz influye en la rizosfera afectando a los habitantes de ella; humedad, un exceso de agua produce anaerobiosis y permite la proliferación de otras bacterias que pueden ser antagónicas, aunque algunos microorganismos han implementado técnicas de resistencia (Ferrera y Alarcón, 2010).

Microorganismos fijadores de N.

Los géneros *Rizobium*, *Azotobacter*, y *Azospirillum* son bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, que aumentan la capacidad de solubilización del fósforo orgánico e inorgánico del suelo, colonizan las raíces de las plantas produciendo fitohormonas como giberelinas (inducen a la germinación de las semillas y controlan el crecimiento vegetal), citocininas (fomentan y favorecen el crecimiento de las yemas laterales), auxinas (sustancias promotoras del crecimiento vegetal), esto trae como consecuencia un aumento en la captación de nutrientes (Díaz y Mayek, 2008).

Microorganismos efectivos, eficientes o EM

Se denomina de forma generalizada la “mezcla de microorganismos efectivos” o EM, término acuñado por Teruo Higa, quien ha desarrollado en más de veinte años de investigación, esta mezcla de microorganismos benéficos efectivos y eficientes (particularmente levaduras, actinomicetos, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas), que resultó ser un recurso polifacético en innumerables campos de la vida cotidiana: en la agricultura, agua, construcción, energía, industria, hotelería, hogar y medicina (Mau, 2011).

Se emplea el EM (que se activa bajo los siguientes porcentajes: EM al 10%, melaza al 10%, vinagre al 10%, alcohol de caña al 10% y agua al 60%) como modulador de enfermedades, pero el efecto solo se logra si el suelo se ha regenerado lo suficiente, es decir, si la microbiología vuelve a estar en pleno funcionamiento. La mayor parte de los parásitos tienen una característica en común: su preferencia por las sustancias oxidadas, las plantas con tratamientos químicos, las provenientes de suelos contaminados y las enfermas o estresadas retienen grandes cantidades de oxidantes que atraen a su vez a muchos parásitos. Las plantas y circunstancias medioambientales con un alto grado de antioxidantes rechazan estos parásitos, estos antioxidantes se encuentran contenidos en el EM. Otra característica es que la mayor parte de los parásitos son herbívoros, se alimentan de plantas enfermas o débiles, mientras que los antiparasitarios suelen ser carnívoros. Los antioxidantes que reciben tratamientos EM favorecerá el desarrollo de los antiparasitarios, mientras que tiende a ahuyentar los parásitos (Mau, 2011; Higa, 2009 y 2013).

A continuación en el Cuadro 1 se presentan algunos ejemplos de utilización de las cepas puras y los microorganismos eficientes, que se están reproduciendo en el módulo artesanal. Estas estrategias se caracterizan por ser ecológicas, y están permitidas por las normas de agricultura orgánica.

Cuadro 1. Cepas y microorganismos eficientes reproducidos en el módulo Jurásico de la UACH y su uso para el manejo de plagas y enfermedades; nutrición y mejoramiento de la calidad del suelo.

Microorganismo o consorcio	Uso
<i>Metharrhizium anisopliae</i>	Gusano cogollero, gusano alfiler, escamas, hormiga común y hormiga arriera (<i>Atta cephalotes</i>), gallina ciega, mosca pinta del ganado, trips, ácaros, babosas, cochinillas, caracoles, termitas, y garrapatas. Ataca distintos insectos de las ordenes Homoptera, Coleoptera y Lepidoptera.
<i>Beauveria Bastiana</i>	Mosquita blanca, broca del café y otros insectos de los ordenes Coleoptera, Lepidoptera y Diptera.
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Mariposa blanca de la col, mariposa dorso de diamante, larvas de lepidópteros, coleópteros y mosquitos
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Mosquita blanca, trips, pulgones, palomilla de la col, escamas y pulgón negro (<i>Toxoptera aurantii</i>) y pulgón verde (<i>Aphis citricola</i>),
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>	Picudos, barrenadores, gallina ciega, trips, mosquita blanca
<i>Trichoderma harzianum</i>	Hongos como <i>Phytophthora sp</i> , <i>Verticillium sp</i> , <i>Fusarium sp</i> , <i>Armillaria sp</i> . y <i>Damping off</i> . Incrementa tasa fotosintética-promotora de crecimiento
<i>Lecanicillium lecani</i> (antes <i>Verticillium lecani</i>)	Roya del café, pulgones, escamas, trips y chinche negra de los cítricos (<i>Acanthocephala terminalis</i>)
<i>Heterhorabditis bacteriophora</i>	Nemátodos patógenos, gusano cogollero, gallina ciega, gusano del alambre, escarabajo japonés, escarabajo de la papa, escarabajo del pepino, y barrenador del tallo en caña de azúcar.
<i>Bacillus subtilis</i>	Tratamiento de semillas vs diferentes hongos, <i>Rhizoctonia sp</i> , <i>Pythium sp</i> , <i>Phytophthora sp</i> , <i>Fusarium sp</i> , <i>Rhizopus sp</i> , <i>Mucor sp</i> , <i>Oidium sp</i> , <i>Botrytis sp</i> , <i>Colletotrichum sp</i> , <i>Erwinia sp</i> , <i>Pseudomonas sp</i> , <i>Xanthomonas sp</i> . Produce fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nematodos patógenos. Promotora de crecimiento.
Consortio 22 cepas	Garrapata, roya del café, pulgón verde (<i>Aphis citricola</i>) y pulgón café de los cítricos (<i>Toxoptera aurantii</i>), minador de los cítricos (<i>Phyllocnistis citrella</i>), chinche negra de los cítricos (<i>Acanthocephala terminalis</i>), araña roja y otros ácaros. Incremento de raíces, incremento de tasa fotosintética, promotor de crecimiento.
Consortio EM Tabasco	Incremento tasa fotosintética, mejora de la calidad del suelo, Contra garrapata, araña roja y otros ácaros, minador en cítricos y chinche negra de los cítricos (<i>Acanthocephala terminalis</i>)
Consortio EM Tabasco cero	Incremento tasa fotosintética, mejora de la calidad del suelo, Contra garrapata, araña roja y otros ácaros, minador en cítricos y chinche negra de los cítricos (<i>Acanthocephala terminalis</i>)

Consortio EM San Pablo,	Incremento tasa fotosintética, mejora de la calidad del suelo, contra araña roja y otros ácaros, garrapata, y chinche negra de los cítricos (<i>Acanthocephala terminalis</i>)
Consortio EM Loxicha	Incremento tasa fotosintética, mejora de la calidad del suelo, contra garrapata, araña roja y otros ácaros, y minador en cítricos y chinche negra de los cítricos (<i>Acanthocephala terminalis</i>)
Consortio Montaña de Geño	Incremento tasa fotosintética, mejora de la calidad del suelo, Contra garrapata, araña roja y otros ácaros y chinche negra de los cítricos (<i>Acanthocephala terminalis</i>) y minador en cítricos
<i>Glomus sp</i>	Micorriza, Aumenta la absorción y traslocación de nutrientes como el P, Zn, Ca, S, Cu y Mg. Mayor resistencia de las plantas a la falta de agua
<i>Azotobacter sp</i>	Fijación de N, aumentan la capacidad de solubilización del fósforo orgánico e inorgánico del suelo, incremento en la tasa fotosintética
<i>Azospirillum brasilense</i>	Fijación de N, aumentan la capacidad de solubilización del fósforo orgánico e inorgánico del suelo, incremento en la tasa fotosintética
<i>Rizobium sp</i>	Fijación de N, aumentan la capacidad de solubilización del fósforo orgánico e inorgánico del suelo.
<i>Bacillus megaterium</i>	Promotora de crecimiento

Fuente: Elaboración propia con base a la experiencia experimental y Díaz y Mayek, 2008; Higa, 2013; Ferrera y Alarcón, 2010; Alatorre, 1998; y Hoyos, 2012.

El módulo fue instalado a fines de 2014 y durante los siguientes meses a la fecha se han estado reproduciendo cada una de las cepas y las fases líquidas de los distintos consorcios de microorganismos.

En los primeros meses de operación del módulo este ya ha sido visitado por más de 150 productores, estudiantes y técnicos del área de influencia de la UACH, así como de los estados de Michoacán y Distrito Federal. A su vez, se realizó una capacitación intensiva a estudiantes de la UNAM-FES Aragón de la carrera de Biología para el uso y reproducción de estos microorganismos.

Se han realizado algunas donaciones a pequeños productores de escasos recursos, de organizaciones sociales de las regiones de Sierra Loxicha en Oaxaca de los municipios de San Bartolomé Loxicha, Candelaria Loxicha, San Agustín Loxicha y San Mateo Piñas; Sierra Norte de Oaxaca en Comunidades vecinas a Talea de Castro; Amatepec, Estado de México; y a los productores del Grupo Tataabuelo en el municipio de Ocosingo, Chiapas para el para el manejo ecológico de la roya del café (*Hemilea vastatrix*), el problema mas grave que afecta la cafecultura nacional, ofreciendo respuestas a esta emergencia nacional.

A su vez se han realizado algunas donaciones a estudiantes para el uso de las cepas y microorganismos en los cursos de agronomía y agroecología; incluyendo a alumnos de la UACH y de la UAEM, Campus Zumpango.

El modulo también es un espacio educativo, pues permite la capacitación en ésta área de reciente desarrollo tecnológico en México para los estudiantes de agroecología, así como estudiantes de posgrado y otros estudiantes de otros departamentos de la universidad.

Actualmente se está iniciando el proceso de análisis de pureza de los microorganismos empleados y de la identificación de los grupos de microorganismos presentes en los consorcios que se han recolectado de diversas regiones, p.e. Zona Loxicha en la Sierra Sur de Oaxaca.

Conclusiones

El modulo artesanal de reproducción de microorganismos benéficos y microorganismos eficientes, significa la posibilidad para la Universidad Autónoma Chapingo para posicionarse en una de las áreas más importantes de desarrollo tecnológico, al ofrecer tecnologías limpias, ecológicas y de bajo costo a los productores cercanos al área de influencia de la UACH.

Con la estandarización del proceso de reproducción de microorganismos en el módulo artesanal, así como la determinación del grado de pureza de las cepas específicas y la identificación de los grupos de microorganismos presentes en los consorcios se estará en condiciones de iniciar un proceso de escalamiento de la producción y transferencia de la tecnología a organizaciones de productores.

Literatura citada

- Alatorre, R. R. 1998. Hongos Entomopatógenos. En: Memoria del IX Curso Nacional de Control Biológico. Secretaria de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional De Investigación de Forestales y Agropecuarias, Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria y Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tamaulipas, México. 109-112 pp.
- Devotto L., M. Gerding y A. France. 2000. Hongos Entomopatógenos: una alternativa para la obtención de Biopesticidas. *Bioleche*. 23:30-33.
- Díaz Franco A. y N. Mayek Pérez. 2008. La biofertilización como tecnología sostenible. Editorial Plaza y Valdes-CONACYT-COTACYT-FOMIX. México, D.F. 255p.
- Ferrera Cerrato R y A. Alarcón. 2010. Microbiología agrícola. Editorial Trillas. Segundo Reimpresión. México, D.F. 568p.
- Higa, Teruo. 2009. Eine Revolution zur Rettung der Erde. Mit effektiven Mikroorganismen die Probleme unserer Welt lösen. Ed. EM, Bremen, Alemania, 268p.
- Higa, Teruo. 2013. Effektive Mikroorganismen – unsere Perspektive. Edition EM, Heimerzheim, Alemania, 2013, 190p.
- Hoyos Carvajal L. 2012. Enfermedades de plantas: control biológico. ECOE Ediciones-Universidad Nacional de Colombia, Bogota, Colombia, 219p.
- Mau, F.-P., 2011. EM- Fantastische Erfolge mit effektiven Mikroorganismen in Haus und Garten für Pflanzenwachstum und Gesundheit. Ed. Goldmann, Alemania.
- Miranda, R. M. K. 2014. Producción y cadena de suministro hortofrutícola en Texcoco, Estado de México. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- Tanzini M., S. Alves, A. Setten y N. Augusto. 2001. Compatibilidad de agentes tensoactivos con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 59:15-18.