

TECNOLOGIAS BIOLÓGICAS RELACIONADAS CON LA NUTRICIÓN DE LA PALMA ACEITERA

Gustavo Bernal¹

Uno de los objetivos del Programa de Investigaciones de ANCUPA es buscar alternativas tecnológicas, que contribuyan con: 1) el manejo racional del cultivo, involucrando tanto fuentes inorgánicas (hoy en día escasas y costosas) y biológicas, y 2) con la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad del suelo.

Dentro del componente biológico, los microorganismos del suelo juegan un rol fundamental en los procesos de mineralización (ej. bacterias), inmovilización (ej. hongos micorrizicos), influyen la capacidad de intercambio catiónico (CIC), las reservas del nitrógeno, azufre, fósforo, la acidez, toxicidad, capacidad de retención de humedad, las propiedades físicas del suelo, etc. Conociendo las bondades e importancia de la contribución de los microorganismos del suelo, en la nutrición mineral de los cultivos, es dable preguntarse si las tecnologías microbiológicas podrían caber en el manejo integral de la palma aceitera, el cual es un cultivo muy exigente por grandes cantidades de nutrientes para la producción de aceite.

Por otra parte, el historial bibliográfico de las investigaciones, permiten indicar que un buen número de estudios (nacionales e internacionales) buscando alternativas biológicas en la agricultura, no han arrojado resultados exitosos o satisfactorios que puedan ser usados en la práctica. Sin embargo, analizando la metodología y los resultados alcanzados en los estudios, la mayoría de éstos revelan procedimientos o protocolos superficiales que no consideraron aspectos fundamentales en el proceso investigativo.

Así por ejemplo, la diversidad que es la heterogeneidad de un sistema, es decir la variedad de diferentes tipos de organismos trabajando juntos en una comunidad biológica. Dentro de cada tipo (grupo) de organismos, (o en la misma especie) la diversidad también puede ser considerable, como por ejemplo en las bacterias fijadoras de nitrógeno, o los hongos micorrizicos, etc. Unos trabajando más eficientemente que otros. Debemos por lo tanto evaluar un número considerable de “cepas” para conocer las de mayor eficiencia, de acuerdo al interés que buscamos.

La especificidad que es la interacción entre el microorganismo y su hospedero. Aun dentro de la misma especie vegetal, pueden existir diferentes variedades en la habilidad para interactuar con la misma cepa de un microorganismo, como por ejemplo una cepa de *Rhizobium* versus diferentes variedades de una leguminosa.

En ciertas relaciones, si bien es cierto, la especificidad no es marcada, sin embargo es importante distinguir entre la especificidad que es la habilidad innata de colonizar, la infectividad que es la cantidad de colonización, y la efectividad que es la respuesta de la planta a la colonización. Por ejemplo, en el caso de las micorrizas, éstas difieren ampliamente en el nivel de colonización que producen en un sistema radicular, y en el impacto sobre la absorción de nutrientes y crecimiento de la planta. Por lo tanto, la especificidad es un factor fundamental para aplicaciones en el campo, donde la respuesta del hospedero difiere con la especie de microorganismo.

Relacionado con la especificidad está el grado de afinidad del microorganismo con el cultivo, definido como la respuesta de crecimiento del microorganismo, por ejemplo en plantas micorrizadas versus plantas no micorrizadas, a determinado nivel de fósforo. En el caso de palmeras nativas, existen

¹ Director de investigaciones de la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera - ANCUPA.
Correo electrónico: gbernal@ancupa.com

especies como por ejemplo *Coccothrinax readii* (nativa de México) que no se asocia con micorriza, y la especie *Thrinax radiata* que necesita asociarse.

El estado nutricional del suelo es otro factor importante cuando se estudian microorganismos en el suelo. Por ejemplo, el nitrógeno aplicado en dosis mayores a 25 kg N/ha afecta seriamente el proceso de la fijación biológica de nitrógeno por parte de las bacterias fijadoras de nitrógeno, como aquellas del género *Rhizobium* al asociarse con las leguminosas (ej. Pueraria).

El fósforo aplicado en exceso afecta la infección de la planta por parte de las micorrizas, siendo más marcado en suelos de zonas templadas. La reducción de la colonización micorrízica en las raíces, por efecto de la sobre-fertilización ha sido causa de la falsa creencia de que las micorrizas no funcionan en suelos fértiles. Los suelos tropicales, por su parte fijan el fósforo, debido a sus características propias, por lo que bajo esta situación, se requiere una apropiada micorrización, para facilitar la absorción del nutriente por el cultivo, o la solubilización por parte del microorganismo. Esto también, se requiere en suelos sometidos a épocas de sequía, en donde el fósforo es un limitante.

El potencial de los microorganismos nativos, es decir su abundancia y vigor, también es otro factor que no se considera en estudios microbiológicos del suelo, especialmente aquellos que buscan introducir microorganismos “foráneos” considerados como eficientes (bio-fertilizantes o fito-protectores). Los organismos nativos pueden presentar poblaciones altas y de buena competencia para colonizar la rizósfera de la planta, o para infectar sus raíces, sin dejar opciones al “nuevo” microorganismo para que interactúe con el cultivo. En algunos casos, los “nativos” pueden además ser ineficientes desde el punto de vista nutricional o para proteger la planta, lo cual sin duda genera resultados negativos, que si se ignora su presencia, pueden atribuirse éstos resultados, al “nuevo” microorganismo, mas aún cuando se carece de técnicas adecuadas para identificación de las cepas, tanto de las nativas como de las introducidas.

Complementariamente, no se toma en consideración de que el nuevo microorganismo proviene muchas veces de sitios con condiciones edafo-climáticas diferentes al sitio donde se pretende usarlos. Las condiciones físicas, químicas y biológicas de un suelo donde se introducen microorganismos de otro sitio, acompañado por las condiciones de clima (ej. temperatura, humedad, etc.) en muchos casos, no son compatibles con la fisiología del “nuevo” microorganismo, por lo que su adaptabilidad a las nuevas condiciones se reduce considerablemente, disminuyendo la posibilidad de ser usados como inoculantes microbianos.

Otro factor que incide la supervivencia en el suelo de los microorganismos, es el sistema de cultivo. Existen investigaciones (ej: Kurle and Pflieger, 1994; Wani et al., 1991) que permiten asegurar que los sistemas de bajos insumos (labranza reducida, presencia de cobertura, contenidos bajos de fertilizantes químicos, y pesticidas, etc.), promueven tanto la colonización de la rizósfera y del cultivo, y el mantenimiento de una elevada población (esporas) de los microorganismos en el suelo, si se los compara con los sistemas de altos insumos. Los sistemas de bajos insumos inclusive influyen en la composición de las comunidades microbianas, aumentando tanto la diversidad y cambiando la abundancia relativa de especies.

En relación a la labranza, si un suelo es disturbado físicamente, el potencial microbiano se reduce. En el caso de las micorrizas, la reducción puede deberse en ocasiones a la relación negativa entre la intensidad de la labranza y la absorción del fósforo (McGonigle et al., 1990). La red o “cableado” que forman las micorrizas en los suelos agrícolas, la cual es funcional desde la formación de raíces después de la siembra de la semilla, hace que la absorción del fósforo por parte del cultivo sea mayor en suelos sin haber sufrido alteraciones físicas. La alteración del micelio del hongo por efecto de la labranza reduce la eficiencia de la absorción no solamente del fósforo sino también de otros nutrientes. Esto puede suceder también cuando el palmicultor limpia a machete la corona de la palma, lo cual puede modificar considerablemente la población microbiana, su funcionalidad y la absorción de

nutrientes. Por otro lado, la labranza puede ejercer una presión de selección sobre las comunidades de microorganismos, favoreciendo la presencia de solo ciertas especies, que no necesariamente son buenas para absorber nutrientes, sin existir por lo tanto impacto sobre la producción del cultivo.

Ciertos agro-químicos pueden también afectar a los microorganismos, como por ejemplo los herbicidas (sistémicos). Estos productos a pesar de no ser bactericidas o fungicidas, sin embargo al eliminar las raíces de plantas hospederas, pueden afectar la población y diversidad microbiana, especialmente de microorganismos eficientes que interactúan positivamente con el cultivo principal (comercial). Se recomienda por lo tanto, no aplicar herbicidas y más bien realizar la limpieza de las “malas hierbas” sin afectar sus sistemas radiculares, los cuales pueden de manera significativa mantener las poblaciones de microorganismos benéficos y contribuir con la fertilidad del suelo, especialmente en sistemas donde no se utilizan coberturas ni cultivos intercalados.

Estudios biológicos relacionados con la nutrición, ejecutados por ANCUPA

ANCUPA lleva a cabo estudios microbiológicos conjuntamente con algunas entidades nacionales encargadas de investigación, que permitan tener un conocimiento más profundo del comportamiento de los grupos funcionales del suelo (hongos incluidos las asociaciones micorrízicas, bacterias, actinomicetos, organismos solubilizadores de P, celulolíticos, etc). Los resultados permitirán saber si existe la posibilidad práctica de producir a futuro inoculantes microbianos que aporten con la nutrición mineral, y adicionalmente con la protección del cultivo.

El estudio de micorrizas primeramente trata determinar el comportamiento micorrízico (grado de infección) en el cultivo de la palma aceitera, para posteriormente, seleccionar cepas eficientes en la absorción de nutrientes, y protección del cultivo. Se pretende utilizar la micorriza tanto como bio-fertilizante, y como bio-protector, a nivel de vivero.

Otro estudio está relacionado con el aislamiento y caracterización de cepas de la bacteria benéfica del suelo (“*Rhizobium*”) que hace simbiosis con la Pueraria, para luego evaluar la capacidad de fijación biológica de nitrógeno. La mejor cepa fijadora del macro-nutriente, será ofrecida al palmicultor como inoculante de la semilla de Pueraria a sembrarse en zonas donde la leguminosa tiene buena adaptación. Sin embargo, se ha observado en el CIPAL, y en plantaciones de Quevedo, que la Pueraria disminuye en densidad en los lotes experimentales de palma sometidos a riego. Además, en zonas como en Quevedo donde la época seca es rigurosa, se ha observado que la Pueraria tiende a secarse y a desaparecer. Si zonas del bloque occidental palmero del Ecuador, requieren de riego (entre otros aspectos) para subir la productividad del cultivo, y si la Pueraria no tolera al riego, debemos por lo tanto buscar otras alternativas de cobertura que se adapten a la condiciones de humedad. Por ejemplo, el maní forrajero (*Araquis pintoi*) o la Mucuna (*Mucuna cochinensis* o *M. bracteata*), que también evitan la pérdida del suelo con su rapidez de cubrimiento y fijación de nitrógeno. Además aportan cantidades significativas de materia orgánica al suelo a través del desprendimiento de hojas.

En el caso del maní forrajero, a pesar de que algunos técnicos de ciertas plantaciones indican que esta leguminosa no tolera ni la sombra ni el pisoteo, sin embargo, se ha observado en plantaciones del bloque occidental (ej. Santo Domingo, Quevedo), su buena adaptabilidad, mostrando tolerancia al riego, al pisoteo, y a la sombra, lo cual es corroborado por Peters (2008). En el CIPAL, se ha observado que el maní forrajero compite exitosamente con las “malas hierbas”, creciendo normalmente bajo la sombra de éstas, y produciendo considerable masa vegetal.

En el caso de la mucuna, ésta es una leguminosa que se la utiliza en Malasia como cobertura de la palma, evitando la pérdida del suelo con su rapidez de cubrimiento y fijación de nitrógeno, y aportando gran cantidad de material orgánica al suelo a través de sus hojas que al descomponerse aportan nutrientes. Por otro lado, la Universidad Técnica de Quevedo ha generado ya resultados de adaptabilidad de esta leguminosa al asociarse con maíz, en suelos de Quevedo.

Para obtener cepas de “*Rhizobium*” eficientes en fijación del nitrógeno, será necesario un estudio previo que permita identificar a la mejor cepa que al asociarse con las leguminosas, haga una buena simbiosis, permitiendo a la planta desarrollarse rápidamente para competir con las malezas y así producir suficiente masa vegetal. Con éstos antecedentes, se lleva a cabo un estudio cuyos objetivos son: a) evaluar la eficiencia fijadora de nitrógeno de cepas de la bacteria “*Rhizobium*” aisladas de maní forrajero (*Araquis pintoi*) y de Mucuna, y b) evaluar la adaptabilidad de éstas leguminosas como cultivo de cobertura de la palma aceitera.

Otro estudio está relacionado con el manejo de coronas en palma aceitera. La práctica de mantenimiento de la corona por parte del palmicultor, consiste en dejar completamente limpio el espacio (corona) alrededor de la planta, ya sea manualmente utilizando machete, o químicamente usando herbicidas como el glifosato. Esta práctica, sin duda facilita la labor de cosecha, evitando la pérdida de frutos. Sin embargo, es muy posible que cualquiera de las dos formas de mantenimiento, destruyan una considerable cantidad de raíces terciarias y cuaternarias de la palma, las cuales son responsables de la absorción de nutrientes, y al mismo tiempo, especialmente en el caso del método químico, éste pueda estar afectando la diversidad microbiana benéfica asociada a la rizósfera de la palma.

Con este antecedente, se lleva a cabo un estudio, cuyo objetivo es evaluar la influencia de diferentes sistemas de manejo de la “corona” de palma aceitera, en la absorción de dos importantes macronutrientes: el nitrógeno y el potasio, aplicados como “trazadores” (N-15 para nitrógeno, y Rb-85 para potasio). Este último, presenta comportamiento similar al potasio, y puede ser monitoreado en el sistema vegetal, como un elemento trazador, al igual que el N-15. Los sistemas de mantenimiento (tratamientos) evaluados son: 1) corona a machete, 2) corona a machete + enraizador, 3) corona + glifosato, 4) corona invertida, 5) corona cubierta con raquis, y 6) corona cubierta con saquillos de polietileno.

Dos meses después de las aplicaciones de los fertilizantes “trazadores”, se realizará el análisis foliar para determinar el contenido de nitrógeno y de potasio en cada tratamiento, lo cual permitirá identificar al sistema de manejo, que permite una mejor absorción de los dos nutrientes importantes para la palma. Adicionalmente, se evaluará el efecto de cada tratamiento en las poblaciones de los principales microorganismos del suelo. Conociendo el mejor sistema de manejo de corona, la información será difundida y recomendada al palmicultor para su adopción, permitiendo así un apropiado manejo, para una eficiente nutrición del cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- McGonigle, T.P., D.G. Evans, and M.H. Miller. 1990. Effect of degree of soil disturbance on mycorrhizal colonization and phosphorus absorption by maize in growth chamber and field experiments. *New Phytol.*, 116:629-636.
- Kurle, J.E. and F.L. Pflieger. 1994. Arbuscular mycorrhizal fungus spore populations respond to conversions between low-input and conventional management practices in a corn-soybean rotation. *Agron. J.* 86:467-475.
- Peters, M. 2008. Comunicación personal. Director del Departamento de Pastos Tropicales y Leguminosas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Wani, S.P., W.B. McGill, and J.P. Tewari. 1991. Mycorrhizal and common root-rot infection and nutrient accumulation in barley grown on Breton loam using N from biological fixation or fertilizer. *Biol. Fertil. Soils*, 12:46-54.