

IDENTIFICACIÓN DE MICORRIZAS VESICULARES ARBUSCULARES (VAM) EN CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA Y SU INFLUENCIA EN LA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS

MSc. Agr. Mario Játiva Reyes
INIAP, Ecuador

1. Introducción

La amazonia ecuatoriana considerada como un sector poseedora de un emporio de riqueza invaluable por su majestuosa biodiversidad es de importancia en alto grado, radicando ésta fundamentalmente en los servicios ambientales globales que presta en la regulación climática y en la conservación de la biodiversidad cultural y en la inmensa reserva de recursos naturales renovables y no renovables que posee. (ECORAE, 1998).

La región amazónica ecuatoriana (RAE) aun cuando comparte una pequeña extensión (1,9 %) de toda la cuenca, presenta similares características y potencialidades, a la vez que contiene particularidades que le confieren una importancia singular. Este hecho nos compromete para tratar de conciliar los efectos negativos en las actividades de uso de sus recursos, basándose en el manejo sostenible.

Espero que mi trabajo acerca de la identificación de microorganismos benéficos como son las micorrizas arbusculares, que se encuentran en forma natural en los suelos de la amazonía, contribuya a generar procesos aplicables en el quehacer agrícola y así aprovechar su capacidad de asimilación de elementos como el fósforo y otros, que muchas veces se encuentran inmóviles en el suelo y ser colocados a disposición de las plantas cultivadas a través de ellos.

2. Resumen de la hipótesis

Debido a que en la región amazónica es un tema nuevo a desarrollarse, mi investigación se inició con la identificación de los principales géneros de hongos micorrizas vesiculares-arbusculares (VAM) existentes en los diferentes cultivos de importancia en la RAE y en los diversos suelos, o nichos ecológicos, teniendo como hipótesis de que hay lugares o zonas donde existen mayor concentración de micorrizas, así como cultivos de preferencias en las que ellas establecen simbiosis.

Estas fueron en el presente trabajo las principales preguntas, en las cuales se orientó y se sostuvo la investigación:

- Qué géneros de micorrizas se encuentran en la RAE y en que densidad de población?
- Cuál es la relación simbiótica de las micorrizas y las plantas de los cultivos de importancia económica de la región?
- Cuál es la relación entre la población de micorrizas, su intensidad de infección en las raíces de las plantas y el tipo de suelo?
- **Cuál es la relación entre el contenido de nutrientes en las plantas y la intensidad de infección de micorrizas en sus raíces?**

3. Región de la Investigación

El Ecuador abarca una superficie de 276000 km², ubicado al noroeste de Sudamérica. Posee cuatro regiones con diferencias ecológicas plenamente marcadas: Costa, Sierra, Galápagos y Oriente. En esta última, está la parte que corresponde a la Amazonía ecuatoriana, con una superficie de 132000 km² y representa el 48 % del territorio total del país.

Actualmente, la Región amazónica está conformada por seis provincias: Sucumbios, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. La provincia de Orellana que es donde se encuentra el área del presente estudio tiene 18625 kilómetros cuadrados de extensión y el área de investigación abarca 22000 hectáreas.

3.1. Composición del área.

Según SCHAWÉ (1998), en la región se diferencian cuatro unidades geomorfológicas, los cuales se ordenan por el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación taxonómica del USDA 1994:

1. La región de colinas terciarias con predominio de *Typic* y *Oxic Dystrupepts*
2. Las mesetas o planicies altas formadas por cubiertas de sedimentos pleistocénicos, predominando los *Andic Dystrupepts*.
3. Las planicies bajas con predominio de los *Andic Eutropets*, y
4. La región aluvial con predominio de los *Tropaquepts* y *Udivitrands*.

Estas son las cuatro zonas y tipos de suelo que se han considerado para esta investigación, considerando la aptitud de uso y su potencial.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La zona donde se hizo la toma de las muestras de suelo y raíces de plantas de cultivos de importancia económica para la identificación de géneros de micorrizas se encuentra ubicada entre los 77°01' y 77°52' de Longitud oriental y 0°28' y 0°20' de Latitud sur en el cantón La Joya de los Sachas en la Provincia de Francisco de Orellana en la región amazónica del Ecuador.

4.2. Trabajo de campo

El trabajo de campo fue realizado entre Agosto y Septiembre de 1999. En total fueron recolectadas 230 muestras de suelos y raíces, correspondiendo a 16 sistemas de cultivo existentes en la región, además muestras del bosque primario y bosque secundario, es decir, en total 18 sistemas, de las que se tomaron 200 g. entre suelo y raíces.

4.3. Trabajo en laboratorio

Correspondió a la identificación de los géneros de micorrizas, a la infección de los suelos por las esporas, a la tasa de infección de raíces y a la intensidad de infección de las estructuras del hongo en las raíces de las plantas hospedante.

5. Método estadístico

Debido a que la identificación de los géneros de micorrizas se la realizó a través de un catálogo de semejanza fenotípica no se aplicó ningún diseño experimental al respecto, por lo tanto solo se utilizaron algunas herramientas estadísticas como la media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación y correlación, mediante el uso del programa Systat, las que se aplicaron para determinar si existe alguna relación entre los nutrientes existentes en cada zona de cultivo y la presencia e infección de las micorrizas, así como también para determinar si existía relación entre el contenido de nutrientes en las plantas y el efecto benéfico de los VAM en la asimilación de éstos.

6. RESULTADOS

6.1. Identificación de Géneros de hongos de micorrizas presente en la RAE

Los géneros de los hongos de micorrizas identificados en el presente estudio fueron: **Glomus**, **Gigaspora**, **Entrophospora** y **Acaulospora**. La mayor intensidad de infección en el suelo la presentó el género **Glomus**, encontrándose casi en todos los cultivos y regiones.

6.2. Infección de Micorrizas en el suelo

En el suelo, la parte o componente de los hongos de las micorrizas que se encuentra presente, es la espora, el cual es el elemento de reproducción asexual que se lo encuentra infectándolo. La mayor infección de esporas en el suelo por parte de estos géneros la presentó *Glomus sp.* con un promedio de 4,87 esporas en 50 g. de suelo. El género *Acaulospora* se lo encontró como el segundo en este tipo de infección con 2,07 y los géneros *Gigaspora* y *Entrophospora* con muy baja presencia en el suelo con promedios menor a una espora en 50 g de suelo. Este resultado lo confirma MOAWAD (1999), el hecho de que el género *Glomus* es el más difundido en globo terrestre, (información personal).

El comportamiento de la incidencia de esporas en los cuatro tipos de suelo existente en la región fue el siguiente: En las planicies bajas (Andic Eutropepts), solo estuvieron presente los géneros *Glomus* y *Entrophospora* con 2,03 esporas. En los suelos de las colinas rojas (Typic y Oxic Dystropepts), se encontraron *Glomus* y *Acaulospora*, ambos géneros estuvieron en el cultivo de pasto. Los géneros *Gigaspora* y *Entrophospora* no se encontraron infectando estos suelos. En esta zona se determinó la mayor cantidad de esporas (27 esp/50g).

La mayor variabilidad de géneros encontrados en esta región de la Amazonía se dió en los suelos cultivados con cacao, pero el mayor número de esporas fue en el cultivo de pasto y en la zona de las colinas rojas, (Gráfico 1). Este comportamiento se debe, a que las Micorrizas emplean un medio de sobrevivencia en un cultivo que está sometido a constante pastoreo, como también a que el pasto está sometido a libre exposición solar y al bajo pH del suelo, por lo que las condiciones no le son favorables para colonizar las raíces, de allí que el hongo opta solamente por preservar las esporas a nivel de suelo.

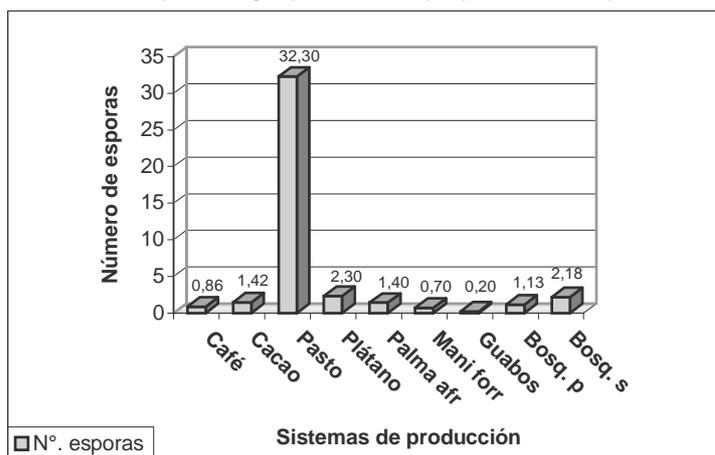


Gráfico 1. Infección global de esporas de micorrizas en suelos en diferentes cultivos de la RAE.

6.3. Infección de micorrizas en las raíces

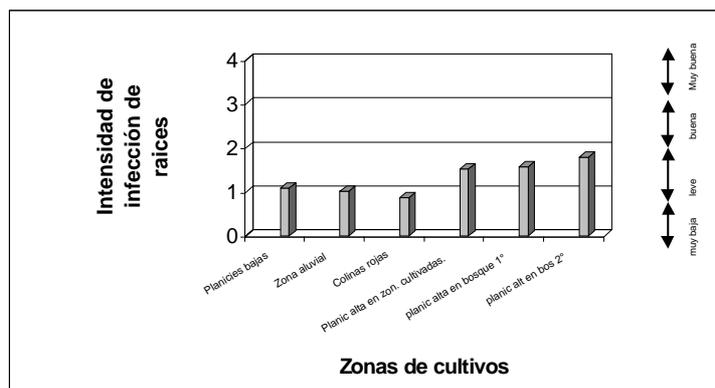
En las raíces, las partes o componentes de los hongos de las micorrizas que se encuentran presente, son : **micelios**, **arbúsculos** y **vesículas**, los cuales se pueden encontrar en diferentes grados de intensidad infectando las raíces de las plantas. En base a la presencia de estas estructuras dentro de las raíces, se utilizó una escala de 0 a 4 para determinar la intensidad de infección. Mientras que la tasa de infección está dada solamente por el porcentaje de raíces infectadas independientemente de su intensidad.

6.4. Tasa e Intensidad de Infección de las raíces de los principales cultivos de la RAE de acuerdo a los diferentes tipos de suelo

En los suelos de las planicies bajas, la intensidad fue muy baja y la tasa regular. En la zona aluvial la intensidad de infección en los cultivos también fue muy baja demostrando un comportamiento similar de infección de las raíces, a pesar de que la tasa fue regular. En las colinas rojas terciarias el cultivo del café robusta, presentó la mayor tasa e intensidad de infección, sin embargo, está considerada como muy baja infección al igual que en los cultivos de pasto y cacao. En las planicies altas fue donde hubo mayor infección de raíces, en los dos parámetros evaluados, mostrando ser la zona con las condiciones adecuadas para el desarrollo de las micorrizas.

Gráfico 2. Tendencia de la infección de micorrizas en raíces de cultivos en las diferente zonas de la RAE.

6.5. Infección de micorrizas en las raíces de acuerdo a los diferente cultivos



Debido a que ciertas especies de plantas requieren necesariamente de la presencia de las micorrizas en sus raíces, más que otras, lo que se conoce usualmente como dependencia de micorrizas, lo cual es el grado con que una planta es dependiente de la condición en que se encuentra micorrizada para producir su máximo crecimiento y producción en un nivel dado de la fertilidad del suelo, los resultados siguientes se presentan para ser analizados y constatar en esta zona la relación existente entre los cultivos y las micorrizas nativas del sector.

La intensidad de infección por parte de las micorrizas en las raíces del cultivo del café robusta (*Coffea canephora*) fue muy baja en todas las zonas evaluadas a pesar de que tuvo buena tasa de infección. En el cultivo del cacao, la intensidad fue igual que a la del café, es decir, muy baja en promedio de todos los sectores, sin embargo, el cacao establecido en los terrenos del INIAP (Bo/12), se encontró una buena intensidad de infección con abundante formaciones de estructuras del hongo, (vésculas e hifas) tanto internas como externas. Posiblemente la diferencia se debió al buen manejo agronómico que presentó el primero, así como también a que dos años atrás se le aplicó fertilización a base de N P y K, lo que pudo haber repercutido en un buen comportamiento en el desarrollo de la infección de las micorrizas.

En los pastizales, la intensidad de infección fue también de muy baja y con un comportamiento similar en los diferentes lugares establecidos con pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*) a pesar de que la tasa infectiva fue relativamente buena en todos los sectores. En el cultivo del plátano hubo una leve intensidad de infección de raíces y buena tasa de infección con 84 % (Gráfico 2), pero en el cultivar de banano (*Musa paradisiaca* L.), mientras que en los demás sectores estuvo la intensidad y tasa de infección muy baja. En este comportamiento diferente no influye el tipo de suelo (ya que todos las plantaciones están en planicies altas), sino el cultivar, y las características especiales en que el cultivo está establecido, bajo diferentes árboles de sombra, los que fueron seleccionados por los propietarios a partir del bosque primario con propósito de uso múltiple, por lo que bajo estas condiciones las micorrizas han encontrado un medio favorable para infectar las raíces del banano. En el cultivar de plátano del INIAP a pesar de encontrarse bajo sombra de leguminosas, la infección fue muy baja, sin embargo en las especies que actuaban como sombra y como cobertura al suelo, hubo una buena intensidad de infección, este comportamiento en las leguminosas se debe a la excelente simbiosis tripartita entre los *Rhizobium* presente en los nódulos de las leguminosas, la leguminosa y las micorrizas. Lo que favorece grandemente a las leguminosas y que en cambio se está dando una competencia por nutrientes especialmente por Ca, Mg, Cu y Zn, particularmente con la especie de cobertura al suelo *Arachis pintoii*, que presentó valores por sobre el 300 % en la concentración de estos elementos con respecto al plátano. El cultivo de la palma africana demostró ser una planta con características poco favorable para la infección de las micorrizas (gráfico 3), ya que presentó una intensidad de infección muy baja y de todos los cultivos evaluados, fue el que presentó la más baja infección, debiéndose este comportamiento a la forma de manejo del cultivo, sometido a un riguroso uso de agroquímicos lo que va en desmedro de la vivencia de los VAM. En el bosque primario y secundario la intensidad de infección estuvo en la categoría de leve y la especie *Cecropia peltata* L. (Cecropiaceae) demostró ser buena hospedera de micorrizas¹.

¹ Comunicación personal del Ing. Pedro Ramirez, manifiesta también que la especie *Cecropia peltata* es una excelente planta hospedera de Micorrizas.

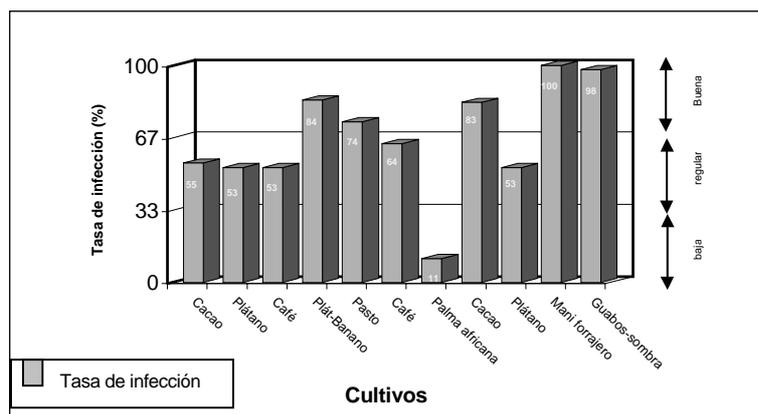


Gráfico 3. Tasa de infección de las raíces por los VAM en planicies altas de la RAE

6.6. Correlaciones entre la intensidad de infección de micorrizas en las raíces y el contenido de nutrientes en la planta en los cultivos de la RAE.

La intensidad de infección de micorrizas en las raíces demostró tener una relación estrechamente vinculada con el contenido de nutrientes en la planta en los cultivos de la RAE. El presente estudio comprobó que las micorrizas tienen influencia muy grande en la asimilación de el **Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Manganeso Azufre, Aluminio y Zinc**, ya que con cada elemento se dio una correlación altamente significativa. De estos el P (Gráfico 4) y el Mn fueron los de mayor valor en cuanto al coeficiente de correlación (r), con 81 y 84 % en su orden; esto demuestra la alta influencia que han tenido las micorrizas en la asimilación de estos nutrientes en la planta, encontrándose su concentración para el caso del Mn en niveles óptimos (STIETENROTH, D, 1999). Así en el cacao (B0/12) y en el plátano/banano (Bo/3) fue donde se encontró la mayor intensidad de infección de las raíces por las AM, mientras que la palma africana (Bo/5) presentó la infección más baja de todos los cultivos en la región y en el cual los niveles de estos elementos siempre estuvieron deficitarios. Otro aspecto muy importante es que las concentraciones del P en las plantas para todos los casos es deficitario (STIETENROTH, D, 1999), de allí que el empleo de los VAM aquí desempeñarían un rol muy importante en la actividad agropecuaria de la RAE, especialmente en cultivos como la palma que exige de muchos insumos, lo cual reduciría grandemente los costos y prolongaría también la vida útil de estas plantaciones.

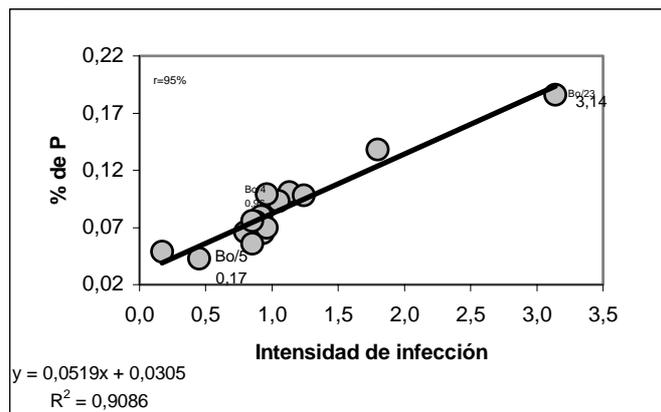


Gráfico 4. Correlación entre el contenido de P en la planta y la intensidad de infección de VAM en raíces de los cultivos de la RAE. (** sign. para $P < 0,01$. $n = 15$).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Definitivamente este trabajo confirmó una vez más el gran efecto positivo que los hongos arbusculares micorrizas ejercen en bien de los cultivos en lo referente a la asimilación de nutrientes a partir del suelo. Los VAM han demostrado en esta investigación que muchos de los elementos presente en las plantas de la RAE han sido tomados a través de ellos, habiendo una estrecha relación entre el contenido en la planta de: P, K, Na, Mn, S y Zn y con mayor especificidad para el P, Mn y Zn, con respecto a la infección de las raíces por parte de las micorrizas, es decir, que los VAM han influido en la toma de estos elementos, ya que en la medida de la intensidad de la infección de las raíces fluctuó también el contenido de estos nutrientes.

Ante este comportamiento tan significativo de los VAM en beneficio de la agricultura, importante es impulsar y desarrollar los sistemas agroforestales, con medidas de manejo adecuadas, los cuales ofrecen un ambiente favorable para que éstos se desarrollen simbióticamente, más aún tomando como base los resultados de este trabajo, que ha comprobado de la existencia de las micorrizas en forma nativas en los suelos de la Región Amazónica del Ecuador, las cuales solo esperan que su medio o nicho ecológico sea revertido a su favor para entregar todo su aporte benéfico.

La RAE por ser una zona de importancia mundial y por poseer características ecológica muy particulares que denotan fragilidad de sus componentes, amerita que todas las medidas que se emprendan para desarrollar explotaciones de toda índole, se las aplique en función de su preservación y conservación en el tiempo, tratando de reducir al mínimo los efectos nocivos contra ella. En el ámbito de la agricultura en esta región, la cual es la principal actividad como fuente de ingreso para los habitantes de ella, debe ser cada día mejorada y en este contexto los resultados de esta investigación de seguro, espero yo, contribuyan con este noble objetivo en beneficio de quienes ejercen esta profesión.

Se ha logrado determinar dos factores muy importantes: que los sistemas agroforestales tienen hoy en día una validez invaluable en la actividad agrícola y que estos sistemas a la vez ofrecen el mejor medio para que se establezcan simbiosis entre plantas y los hongos benéficos de vesiculares arbusculares micorrizas, beneficiando de esta forma en la nutrición y estado sanitario de los cultivos de importancia económica para la región.

Por lo que, el desarrollo de la agricultura en la RAE, debe estar condicionado a el uso de sistemas agroforestales en cualquiera de sus formas, dependiendo de la capacidad de adaptación del cultivo y sus componentes, es decir, con el uso de sistemas multiestratos, en callejones, coberturas al suelo, cortinas rompevientos, etc. y en especial en las zonas con menor capacidad productiva, como son los suelos de las colinas rojas, que por sus condiciones de acidez limita la producción como también el desarrollo de la actividad microbiana del suelo como ha acontecido con la micorrizas.

8. BIBLIOGRAFIA

CHULTZ, Claudia. GINTIG, G. MOAWAD, A.M. und VLEK, P., 1999. Verbesserung der Überlebensrate in vitro vermehrter Ölpalmen in der Aklimatisierungsphase durch (V) A-Mykorrhizapilze.

ECORAE, 1997. Plan Maestro para el ecodesarrollo de la RAE. Diagnóstico integral de la región amazónica ecuatoriana. Quito, Ecuador. 180 P

KONRAD Vielhauer, 1992. Untersuchungen zur Rolle von Phosphatasen im P Aufnahmemechanismus von VA-Mykorrhizen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs Agrarwissenschaften (Landwirtschaftliche Fakultät) der Georg-August-Universität zu Göttingen. P 55-61.

MOAWAD A. 1999. Vorlesung der Bodenbiologie für das Aufbaustudiumprogramm in der Göttingen Universität.

SCHAWWE, Marcus. 1998 : Bodendifferenzierung und Bodenqualität im Amazonastiefland. Ecuador/Coca.

SIEVERDING, Ewald. 1983. Manual de métodos para la investigación de la Micorriza vesículo- arbuscular en el laboratorio. S 116.

STIETENROTH, DANIEL. 1999: Nährstoff-Blattgehalte verschiedener Kulturpflanzenarten auf verschiedenen Bodentypen im Oriente Ecuadors (Region Coca – San Carlos).