

## EVALUACION DE LA EFICIENCIA SIMBIOTICA DE CONSORCIOS MICORRIZICOS EN PALMA ACEITERA, BAJO CONDICIONES DE VIVERO

1. Vladimir Bravo, 2. Lucrecia Maldonado, 3. Rocío Morales, 4. Gustavo Bernal

1. Becario Tesista ESPE – ANCUPA. Correo electrónico: Vladimir\_bravo@yahoo.com, 2. Becaria Tesista PUCE - ANCUPA, 3. Dpto. Programa de Investigación ANCUPA, 4. Consultor Estratega

### RESUMEN

Se muestreó en 9 zonas y 25 plantaciones de palma aceitera de la Costa y Amazonía Ecuatoriana, obteniendo 57 consorcios micorrízicos (Maldonado, 2008). Se determinó que en la asociación de los materiales germoplásmicos de palma aceitera, *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, híbridos (OxG) *E. guineensis* x *E. oleifera* y palmas compactas, con las micorrizas, la tasa de colonización micorrízica para el material genético de palma aceitera tuvo un promedio de 79,62%; y para las zonas de cultivo de palma aceitera se obtuvo un promedio de 62,74%, por lo que se corrobora que existe un alto grado de asociación de las raíces de palma aceitera con las micorrizas arbusculares. Con estos antecedentes se llevó a cabo un segundo estudio para evaluar los consorcios micorrízicos en fase de vivero. Los 57 consorcios se multiplicaron en plantas trampa (*Sorghum vulgare*) bajo condiciones de invernadero, sin encontrar diferencias significativas en las variables altura de planta, porcentaje de materia seca, población de esporas, densidad visual. Se seleccionaron los 4 consorcios con mejores valores de población de esporas y porcentaje de materia seca. En la fase de vivero al momento se están evaluando 4 consorcios micorrízicos con un testigo cero y 5 dosis de fósforo correspondientes al 25, 50, 75, 100 y 125% de la establecida por INIAP EESD.

### INTRODUCCIÓN

Los rendimientos de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) en el Ecuador son bajos, alcanzando los 1.981.506,98 TM de fruta fresca en el año 2007 (ANCUPA), comparados con los de nuestro referente Colombia, en donde en el 2007 se lograron producir 3.581.781 TM de fruta fresca (FEDEPALMA). Una de las causas es el mal manejo del cultivo en un buen número de plantaciones con una tecnología de fertilización que no satisface los requerimientos de la planta, considerando que los costos actuales de los fertilizantes (ej: fosfóricos) han llegado a ser costosos y escasos. Una alternativa de fertilización es la inclusión de hongos micorrízicos en el cultivo de palma aceitera (ANCUPA, 2009). De acuerdo con la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera se estima que en el Ecuador existe un total de 230000 has sembradas, distribuidas en los cuatro bloques principales (San Lorenzo, Occidental, Guayas y Oriental) generando un gran impacto socio-económico en el país. Además hoy en día, existe interés en su uso para la elaboración de biodiesel.

La nutrición del cultivo es un factor que incide significativamente en la productividad de la palma aceitera. Lamentablemente, el mal manejo de los nutrientes afecta considerablemente los rendimientos, y por otro lado los altos costos y la carencia de los fertilizantes crean la necesidad de buscar alternativas. Una alternativa que puede contribuir con el incremento del rendimiento sería la introducción de las micorrizas como bio-fertilizantes y/o como bio-protectores. Existe gran cantidad de evidencias de que las micorrizas juegan un rol importante en la absorción de nutrientes especialmente del fósforo. En Malasia e Indonesia, se han reportado incrementos positivos en el rendimiento de la palma aceitera por inoculación de micorrizas arbusculares en turba (Corley y Tinker, 2003). Blal *et al.* (1990) reportaron que palmas aceiteras propagadas vegetativamente incrementaron el coeficiente de utilización de fertilizante de 4 a 5 veces, después de la inoculación micorrízica (ANCUPA, 2009).

Con estos antecedentes, ANCUPA inició una investigación en micorrizas en palma aceitera que incluyó dos estudios: 1) “Estudio del comportamiento de las asociaciones micorrízicas en el material gemoplásmico de palma aceitera en Ecuador” y 2) “Evaluación de consorcios simbióticos micorrízicos nativos de palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.), reproducidos como bioinoculantes para el estudio de su eficiencia en fase de vivero”, con la perspectiva de desarrollar bio-fertilizantes y/o bio-protectores de la palma. Previo a la selección de cepas, fue necesario conocer el grado de asociación (compatibilidad) entre los hongos nativos aislados del suelo y la palma. Este artículo da a conocer los resultados del segundo estudio.

### METODOLOGIA

El estudio “Evaluación de consorcios simbióticos micorrízicos nativos de palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.), reproducidos como bioinoculantes para determinar su eficiencia se realizó en dos fases: la primera de invernadero realizada en la propiedad de un palmicultor de la zona de La Concordia, y la segunda de vivero realizada en las instalaciones del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Experimental Santo Domingo (EESD).

En la fase de invernadero se estudió el comportamiento micorrízico usando 57 tratamientos (consorcios micorrízicos) obtenidos en el estudio de Maldonado (2008). Estos fueron multiplicados en macetas plásticas con 5 plantas trampa (*S. vulgare*) durante 3 meses bajo condiciones de invernadero. Se evaluaron las siguientes variables: Altura de planta, Emisión foliar, Producción de materia fresca, Producción de materia seca, Porcentaje de materia seca, Población de esporas según lo descrito por Gerdemann y Nicolson (1963), Porcentaje de colonización endomicorrízica y Densidad del endófito, según lo descrito por Herrera (1993). Se empleó un diseño experimental DCA, con tres repeticiones por tratamiento.

En la fase de vivero se estudió los consorcios micorrízicos (CM) y las dosis de fertilización fosforada (P), interactuando para formar los tratamientos. Los CM fueron los 4 mejores consorcios micorrízicos de la fase de invernadero y una cepa testigo cero y las P correspondieron al 25, 50, 75, 100 y 125% de la dosis establecida por INIAP EESD para el vivero; resultando en 21 tratamientos. Se evalúan las variables: Altura de planta, Emisión foliar, Diámetro del estípite, Materia seca foliar, Área foliar, Porcentaje de colonización endomicorrízica y Densidad del endófito según lo descrito por Herrera (1993) y Concentración de nutrientes en biomasa. Se empleó un diseño experimental DCA con arreglo factorial 4x5+1, con ocho repeticiones por tratamiento.

La inoculación micorrízica se realizó a las 3 semanas después del trasplante de las plántulas de previvero a vivero aplicando 20 g de sustrato con aproximadamente 500 esporas viables de hongos micorrízicos.

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Fase de Invernadero

En la evaluación de los 57 consorcios micorrízicos no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variables razón por la cual se seleccionó los cuatro mejores consorcios micorrízicos asignando puntajes en una matriz para los valores de promedios más altos de cada variable. Se consideró doblemente al porcentaje de materia seca y la población de esporas, debido a la importancia de la población de esporas presentes en el inoculante para la segunda fase (Cuadro 2).

El análisis de varianza (Cuadro 1) para la variable materia seca obtuvo un promedio de 7.39 g y un coeficiente de variación de 27.1%, en la figura 1 se presentan los valores correspondientes a la materia seca de los mejores 10 consorcios micorrízicos; para la variable población de esporas se obtuvo un promedio de 2185.65 esporas/100gss con un coeficiente de variación de 29.2%, en la figura 2 se presentan los valores correspondientes de población de esporas de los mejores 10 consorcios micorrízicos; y la variable densidad del endófito obtuvo un promedio de 1.84% y un coeficiente de variación de 33.3%, en la

figura 3 se presentan los valores correspondientes de densidad del endófito de los mejores 10 consorcios micorrízicos. El consorcio micorrízico 24 de la zona de Quinindé obtuvo el mayor promedio de porcentaje de materia seca con un 45% y el consorcio 46 de la zona de Quevedo tiene el mayor promedio de población de esporas con 3401.65 esporas/100gss y densidad del endófito con 3,24% (Cuadro 2). Los consorcios micorrízicos seleccionados corresponden a las localidades: Quinindé (24), San Lorenzo (34), La Concordia (5) y Quevedo (46) (Cuadro 3).

Los porcentajes de densidad del endófito son muy bajos, pues los mejores consorcios micorrízicos alcanzaron solamente porcentajes de 3.24%, 3.22%, 1.52%, 1.01% para las zonas Quevedo, San Lorenzo, La Concordia y Quinindé, valores muy bajos considerando que el porcentaje óptimo para la acción micorrízica es de 35.5% a 47.5%. Estos valores bajos sugieren que las plantas no se asociaron rápidamente a los hongos micorrízicos de manera que la “infección” no alcanzó densidades visuales altas.

Las cantidades de esporas obtenidas luego del ciclo de invernadero son superiores a las cantidades obtenidas por Maldonado (2008), pues estas son menores en 3 de los 4 CM reproducidos (Cuadro 3). Los CM de la zona de Quinindé aumentaron en 4,5 veces, los de Quevedo en 3,6 veces y los de La Concordia en 1,3 veces, pero los de la zona de San Lorenzo disminuyeron. Los inóculos consistieron en 20 g con cuatro poblaciones conteniendo 607, 508, 568 y 680 esporas de los CM de las zonas de Quinindé, San Lorenzo, La Concordia y Quevedo respectivamente, una cantidad más alta que otros inóculos pues Enríquez (2008) inoculó 40 g con 536 esporas del producto FUNGIFERT para obtener buenos resultados, lo que sugiere buena población de esporas, inclusive más altas que las presentes en productos comerciales. La reproducción de los inóculos se logró satisfactoriamente en esta fase, a pesar de que la colonización no fue alta en las raíces, pero lo suficiente para empezar a producir esporas, pues es importante tener en cuenta que el inicio de la esporulación se da a las 3 o 4 semanas después de la colonización, luego que esta ha pasado el umbral crítico (INVAM, 2010).

La ausencia de diferencias significativas sugiere que la acción de los hongos micorrízicos es igual en las plantas trampa debido a que están asociados generalmente a plantas herbáceas como el sorgo (Juárez, 1995) por lo que permite propagarlos masivamente, por ser una planta micotrófica facultativa de buena respuesta. Esto dilucida la respuesta de las plantas con todos los CM, pues las variables altura de planta, emisión foliar, producción de materia seca, porcentaje de materia seca no presentan diferencias significativas por conseguir las mismas condiciones de nutrientes adquiridos por los CM, debido a que la presencia de diferentes géneros de hongos puede permitir la asociación de cierto número de ellos con las raíces de la planta, ya que la diversidad de hongos involucrados, es un importante determinante del beneficio de la colonización (Kernaghan, 2005) y la coexistencia de varias especies micorrízicas de diferentes géneros permite la variación de compatibilidad entre la planta y el hongo, por lo tanto los cambios inducidos por los hongos micorrízicos en la planta dependen de las combinaciones entre planta-hongo. (Dodd, 2000). Van der Heijden *et al.* citado por Hodge (2000) demostraron que en la relación hongo-planta, el huésped es capaz de seleccionar el hongo micorrízico que le otorgue mejores características, por lo que es posible que los mismos géneros y especies estén presentes en los consorcios de diferentes localidades, actuando de una manera similar sobre las plantas trampas.

### Fase de Vivero

Los cuatro mejores consorcios micorrízicos (24, 34, 5 y 46) fueron seleccionados para evaluar su eficiencia en la fase de vivero bajo condiciones normales de manejo agronómico del cultivo. Estos están siendo evaluados en plantas de vivero de 9 meses de edad. Los resultados estarán listos en 3 meses más.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los cuatro consorcios micorrízicos de diferentes zonas palmicultoras (Quinindé, San Lorenzo, La Concordia y Quevedo) seleccionados fueron los mejores productores de esporas y dieron mejores características vegetativas a la planta trampa.

Se sugiere continuar con la evaluación de las plántulas “infectadas” con micorrizas arbusculares cuando sean transplantadas en sitio definitivo para comprobar su adaptabilidad en el campo bajo condiciones normales.

Se recomienda evaluar el desempeño del inoculante en plantaciones en campo, para comprobar la posibilidad de su uso como inoculante.

### PERSPECTIVAS

Con los resultados obtenidos en la fase de vivero se conocerá el mejor consorcio micorrízico, el mismo que será reproducido a mediana escala y servirá como inoculante para vivero, inicialmente, hasta conocer su capacidad de asociación con plantas establecidas.

### BIBLIOGRAFIA

- ANCUPA. Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera. [Consulta en línea]. 30 de septiembre del 2010.
- ANCUPA. 2009. La asociación micorrízica: Una alternativa en la fertilización y en la protección de la palma aceitera. Boletín técnico N°5. Pasquel producciones. Quito-Ecuador.
- Bernal, G., Morales, R. 2006. Micorrizas: Importancia, Producción e Investigación en el Ecuador. Centro de Publicaciones Massgráficos. Quito, Ecuador.
- Blal, B., Morel, C., Gianinazzi-Pearson, V., Fardeau, J.C., Gianinazzi, S. 1990. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on phosphate fertilizer efficiency in two tropical acid soils planted with micropropagated oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Biology and Fertility of Soils* 9: 43-48.
- Corley, R. H. V., Tinker, P. B. H. 2003. *The Oil Palm*. 4th Edition. Blackwell Publishing Ltd. UK. England.
- Dodd J., Boddington C., Rodriguez A., Gonzalez-Chavez C., Mansur I. 2000. Mycelium of Arbuscular Mycorrhizal fungi (AMF) from different genera: form, function and detection. *Plant and Soil* 226: 131-151
- Enríquez, F., 2008 Evaluación de la infectividad de cuatro dosis de micorrizas arbusculares bajo cuatro niveles de fósforo en vivero de palmito *Bactris gasipaes* (HBK), en la zona de Santo Domingo de los Colorados. Tesis para obtener Maestría en Nutrición Vegetal. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo de los Colorados.
- FEDEPALMA. Federación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera. [Consulta en línea]. 30 de septiembre de 2010.
- Gerdemann, J., Nicolson, T. 1963. Spores of Mycorrhizal Endogone Species extracted from soil by wet sieving and decanting. *British Mycological Society* 46: 235-244
- Herrera, P. 1993. General methodology to analyze rootlets, raw humus and VA mycorrhizal (VAM) components. Cuba.
- Hodge A., 2000, Microbial ecology of the arbuscular mycorrhiza
- Juárez A., Efectos de los exudados radiculares del *Sorghum vulgare* sobre la germinación de esporas, crecimiento y bifurcación de las hifas del hongo MVA *Glomus fasciculatum* in vitro. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. 1995. P 15-22, 93-97
- Kernaghan G. 2005. Mycorrhizal diversity: Cause and effect?. *Pedobiología* 49:511—520.



Maldonado, L. 2008. Estudio del comportamiento de las asociaciones micorrízicas en el material germoplásmico de palma aceitera en Ecuador. Disertación previa a la obtención del Título de Licenciada en Ciencias Biológicas. Universidad Católica del Ecuador. Quito.

**Cuadro 1.** Cuadro del ANOVA para variables peso seco foliar y población de esporas fase invernadero

	Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados Medios	F	Sig.
Peso seco foliar	Tratamientos	2.64	52	0.051	1.06	0.389 <sup>NS</sup>
	Error Experimental	4.19	88	0.048		
	Total	6.83	140			
Población Esporas	Tratamientos	2304.43	52	44.31	1.302	0.137 <sup>NS</sup>
	Error Experimental	2994.49	88	34.02		
	Total	5298.93	140			
Densidad del endófito	Tratamientos	220.62	52	4.24	1.12	0.314 <sup>NS</sup>
	Error Experimental	332.88	88	3.78		
	Total	553.50	140			

Prom. original peso seco foliar (x)	7.30
Coef. de variación peso seco foliar (log x)	27.1%
Prom. original población esporas (x)	2185.65 esporas/100gss
Coef. variación población esporas ( $\sqrt{x}$ )	29.2%
Prom. original densidad del endófito (x)	1.84
Coef. variación densidad endófito (log x)	33.3%

**Cuadro 2.** Puntajes obtenidos para los promedios de las variables evaluadas en la fase de invernadero.

Puntos	Trat	Procedencia	Altura	Emisión	Peso seco	Materia Seca (%)	Población esporas	Densidad visual
7	24	Quinindé	73.17	8.00	12.99	45	607.67	1.01
5	25	Quinindé	88.17	8.17	13.58	39	305.67	0.31
5	34	San Lorenzo	81.17	8.33	9.05	28	508.67	3.22
5	5	La Concordia	86.17	8.00	11.82	35	568.00	1.52
5	46	Quevedo	53.00	6.50	4.16	43	680.33	3.24
4	29	Quinindé	49.17	6.33	4.16	47	957.67	2.76
3	15	Guayas	74.50	8.17	8.97	35	435.33	3.44
3	35	San Lorenzo	76.75	7.50	7.39	33	378.50	4.09
3	2	La Concordia	53.67	7.50	5.15	42	810.67	4.42
3	7	La Concordia	61.17	7.00	5.93	35	604.00	4.20
3	6	La Concordia	89.00	7.83	9.51	33	430.67	2.78

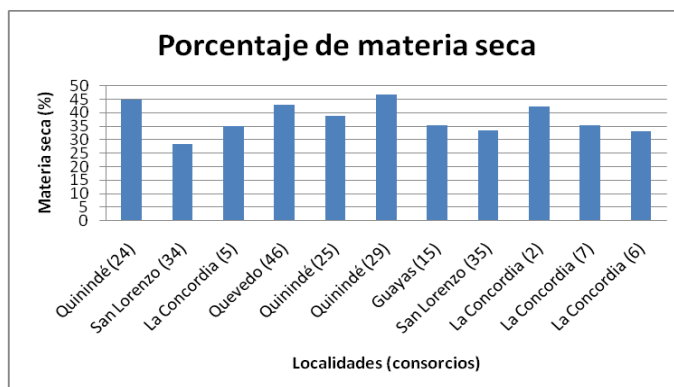
**Cuadro 3.** Localidades madre de los consorcios micorrízicos seleccionados en la fase de invernadero

Trat	Zona	Plantación	Material genético
T24	Quinindé	Palmeras De Los Andes	2501

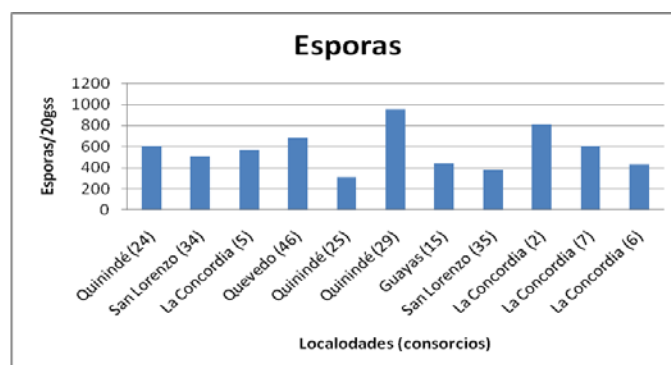
T34	San Lorenzo	Palpailón Hidalgo H.	DAMI comercial
T5	La Concordia	INIAP	INIAP Comercial
T46	Quevedo	Fideicomiso La Palma	Híbrido <i>Elaeis guineensis</i> x <i>Elaeis oleifera</i> TAISHA

**Cuadro 4.** Población de esporas de micorriza obtenidos en el proyecto de Maldonado (2008) y de la fase de invernadero

Trat	Procedencia	Esporas/100gss Fase invernadero	Esporas/100gss Maldonado (2008)
24	Quinindé	3038,35	669,47
34	San Lorenzo	2543,35	2693,33
5	La Concordia	2840,00	2117,65
46	Quevedo	3401,65	945,45

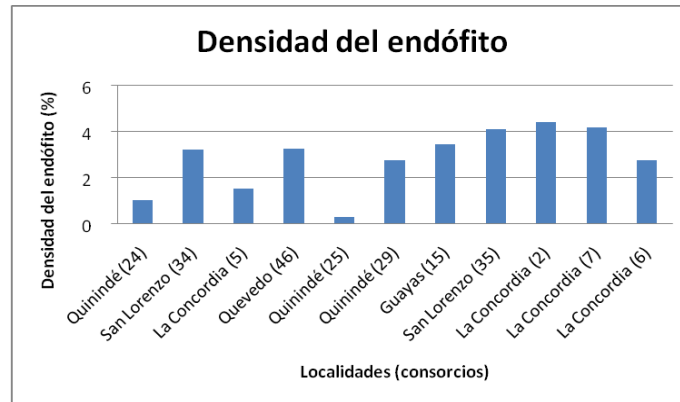


**Figura 1.** Valores del porcentaje de materia seca de los 10 mejores consorcios micorrízicos evaluados en la fase de invernadero



**Figura 2.** Valores de la población de esporas/20 gramos de suelo seco, de los 10 mejores consorcios micorrízicos evaluados en la fase de invernadero





**Figura 3.** Valores de la densidad del endófito en las raíces de las plantas trampa, de los 10 mejores consorcios micorrízicos evaluados en la fase de invernadero