9. POTENCIAL DE MICROORGANISMOS COMO BIOFERTILIZANTES

Gabriel Roveda, Margarita Ramírez, Andrea Peñaranda

Aunque los microorganismos objeto de estudio son habitantes naturales del suelo, las prácticas de biofertilización se hacen indispensables cuando las poblaciones nativas son muy bajas, o cuando son inexistentes los microorganismos que permiten mejorar la capacidad productiva del suelo, en sistemas frutícolas, como en los cultivos de uchuva. Esta situación está frecuentemente asociada con prácticas inadecuadas de manejo de suelos como la fertilización, los sistemas de labranza, los sistemas de rotación de cultivos y el uso excesivo de agroquímicos, que causan problemas de fitotoxicidad y desbalances nutricionales, entre otros.

Para comprobar la eficacia de los microorganismos (hongos formadores de micorrizas, bacterias fosfato solubilizadoras y bacterias fijadoras de nitrógeno-*Azotobacter*) como biofertilizantes, es necesario llevar a cabo varios ensayos bajo condiciones controladas, semicontroladas y de campo.

Estas etapas conllevan una rigurosa serie de pasos que empiezan con el aislamiento, la multiplicación de los microorganismos de interés, posteriormente es necesario realizar una serie de bioensayos para verificar su eficiencia sobre la planta de interés. Finalmente, se realiza la selección de los mejores microorganismos para garantizar la mayor eficacia, donde se evalúan aspectos como: el crecimiento y el desarrollo vegetal, la acumulación de biomasa, los posibles beneficios nutricionales de la asociación microorganismo-planta y sus posibles efectos sobre la producción y la calidad del fruto.

Una vez que se realizan pruebas a nivel de laboratorio, invernadero y campo, se determinan los microorganismos que deben entrar en el proceso de escalamiento para la producción del biofertilizante. Es necesario incluir en la etapa de producción del biofertilizante los procesos de certificación de la calidad para la obtención de bioinsumos, que pueden

ser utilizados en sistemas de producción limpia o ecológica.

Aislamiento y multiplicación de microorganismos nativos

Para el desarrollo de un biofertilizante es importante evaluar una gran diversidad de cepas de microorganismos de interés. Dentro de las cepas a evaluar debe, en lo posible, considerarse el uso de microorganismos nativos provenientes de las zonas de donde se cultiva la especie, en este caso en cultivos de uchuva.

Los aislamientos en lugares de origen buscan rescatar cepas rústicas y bien adaptadas a las condiciones edafoclimáticas, es decir, aquellas relacionadas con el suelo y el clima. Para esta investigación se aislaron cepas provenientes de suelo en cultivos de uchuva establecidos de varios municipios de Cundinamarca y Antioquia (Figuras 22 y 23).

Figura 22. Cultivo de uchuva, con prácticas de conservación de suelo, municipio de Granada, Cundinamarca.

Fuente: Roveda, 2006.

Figura 23. Topografía ondulada con plantaciones de uchuva, municipio de Granada, Cundinamarca.

Fuente: Roveda, 2006.

Las muestras de suelo fueron llevadas a los laboratorios de CORPOICA para el aislamiento de los microorganismos de interés, tales como hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA), bacterias solubilizadoras de fosfato y bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*).

Para iniciar los procesos de evaluación y posterior selección de microorganismos con potencial como biofertilizantes, es necesario hacer una fase de multiplicación que en caso de microorganismos facultativos como bacterias fijadoras de nitrógeno y bacterias fosfato solubilizadoras, su multiplicación puede hacerse en condiciones *in vitro*, es decir, sobre medios de cultivo en ambientes controlados en el laboratorio; mientras que la multiplicación de hongos tipo micorrizas, por tratarse de simbiontes obligados, su multiplicación requiere de la planta, es decir en condiciones *in vivo*, donde el hongo utiliza los fotosintatos de carbono provenientes de la planta. Este proceso de multiplicación del inóculo se realiza en plantas de producción sobre camas de multiplicación, previamente pasterizadas o esterilizadas.

Figura 24. Metodología utilizada en la toma de muestras de suelo y raíces.

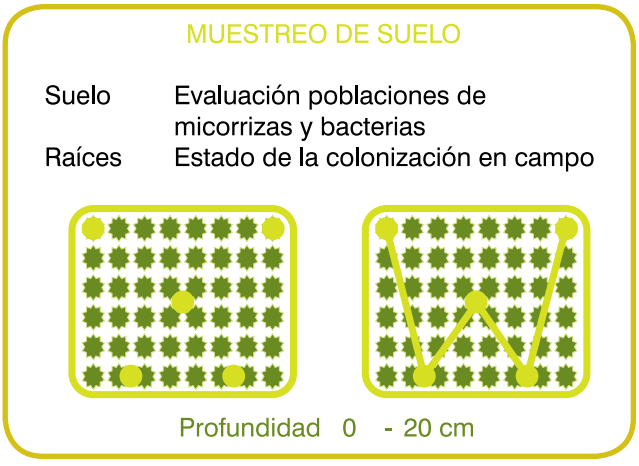
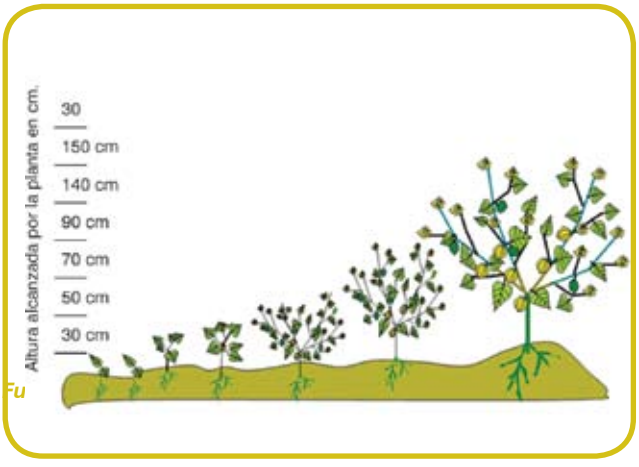


Figura 25. Estado fenológico del cultivo.



La metodología utilizada para el aislamiento de microorganismos con potencial como biofertilizantes consideró muestras de suelos y raíces de plantas de uchuva, en distintas etapas del desarrollo del cultivo tal como lo ilustran las Figuras 24 y 25.

En las muestras de suelo se encontraron hongos formadores de micorriza arbuscular de los géneros *Gigaspora sp., Acaulospora sp., Glomus sp.* y *Scutellospora sp*. Luego se realizó su multiplicación en la Planta de producción de micorrizas de CORPOICA, Tibaitatá.

Evaluaciónyselecciónde microorganismosnativos

Los procesos de evaluación y selección de microorganismos nativos con potencial como biofertilizantes requieren de múltiples ensayos en condiciones controladas, semicontroladas y de campo (Roveda y Suárez, 2006).

Se realizaron evaluaciones mediante experimentos en “casa de malla” o invernadero, de las principales asociaciones con hongos micorrizógenos en uchuva, donde se analizó la biomasa, el crecimiento y desarrollo radical (volumen, área de exploración, entre otros), área foliar. Estas determinaciones se realizaron a los 80 días después de siembra (dds) en etapa de vivero (Figura 26).

El diseño experimental fue mediante bloques completos al azar con tres repeticiones y ocho tratamientos: testigo absoluto (To), un testigo con 50% de fertilización química (T50), un testigo comercial (T100), cuatro tratamientos inoculados con micorrizas nativas (tres provenientes de Antioquia y la cuarta proveniente de Cundinamarca) con un 50% de fertilización química, y finalmente un tratamiento inoculado con micorrizas comerciales, llamado Mycobiol +T50. Se determinó el porte de las plantas, materia fresca foliar y radical, el área foliar total, mediante el medidor de área foliar, ”Leaf Area Meter CI-202”. Posteriormente, se midió la materia seca foliar y radical, después de secar el tejido en estufa durante 72 horas a 65° C.

Efectosdelasmicorrizassobreelcrecimientoy desarrollo de plantas de uchuva

La acumulación de biomasa en planta se determinó a nivel de la parte aérea de la misma y a nivel de la raíz. A los 80 dds se presentan

Figura 26. Experimento de uchuva establecido en el Centro de Investigaciones Tibaitatá.

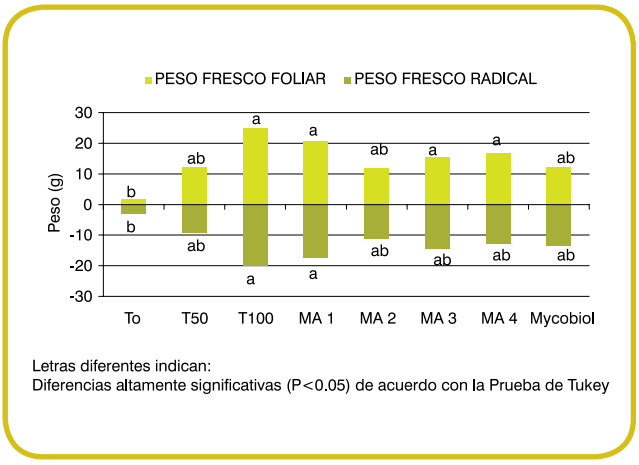
Fuente: Roveda, 2006.

diferencias altamente significativas entre tratamientos, de acuerdo con el ANAVA, para materia fresca, seca foliar y radical.

En etapa de vivero (80 dds) se observa el efecto de las cepas nativas sobre la acumulación de biomasa en plantas de uchuva. En el caso de peso fresco foliar, se destacan las inoculaciones con las cepas MA1 (20,7 g), MA3 (15,5 g), MA4 (16,6 g),las cuales presentaron valores similares al testigo T100 (24,9 g) y T50 (12,4 g) y superiores estadísticamente al testigo absoluto T0 (1,7 g). Los demás tratamientos inoculados con micorrizas MA2 (12,0 g) y Mycobiol (12,2 g) fueron similares a todos los testigos T100, T50 , T0 (Figura 27).

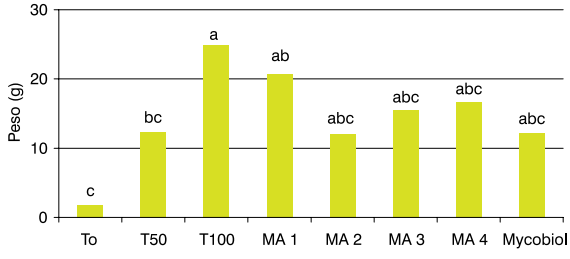
Con respecto a la materia fresca radical, nuevamente se destaca el tratamiento inoculado con la cepa MA1 (17,3 g), la cual presentó valores similares al testigo comercial T100 (19,8 g), pero superiores estadísticamente al testigo absoluto T0 (2,9 g). Mientras tan-

Figura 27. Efecto de las micorrizas nativas sobre la acumulación de materia fresca foliar y radical en plántulas de uchuva a los 80 dds.



Letras diferentes indican:
Diferencias altamente significativas (P<0.05) de acuerdo con la Prueba de Tukey

Figura 28. Efecto de las micorrizas nativas sobre la acumulación de materia seca foliar en plántulas de uchuva a los 80 dds.



Letras diferentes indican:
Diferencias altamente significativas (P<0.05) de acuerdo con la Prueba de Tukey

to, los demás tratamientos inoculados con cepas de micorrizas, tales como: MA2 (11,2 g), MA3 (14,5 g), MA4 (12,8 g) y Mycobiol (13,5 g) mostraron pesos similares de raíz al tratamiento T50 (9,1 g).

Para la variable peso seco foliar, las plantas inoculadas con la cepa MA1 (20,8 g) fueron similares a los testigos fertilizados T100 (24,9 g) y T50 (12,3 g), pero superiores al testigo absoluto T0 (1,7 g). Los demás tratamiento (T50, MA2, MA3, MA4 y Mycobiol) de manera consistente mostraron valores intermedios entre los testigos T100 (24,9 g) y T0 (1,7 g), tal como se ilustra en la Figura 28.

En relación con el área foliar a los 80 dds, nuevamente se destacan las plantas de uchuva inoculadas con la cepa MA1 (480.4 cm^2), con valores similares estadísticamente a los testigos T100 (640.3 cm^2) y T50 (343.4 cm^2), pero superiores al testigo absoluto T0 (45.3 cm^2). Los demás tratamientos inoculados presentaron valores similares a los testigos e intermedios entre el testigo comercial T100 y el testigo absoluto T0 (Figura 29).

Figura 29. Efecto de las micorrizas nativas sobre el área foliar en plántulas de uchuva a los 80 dds.

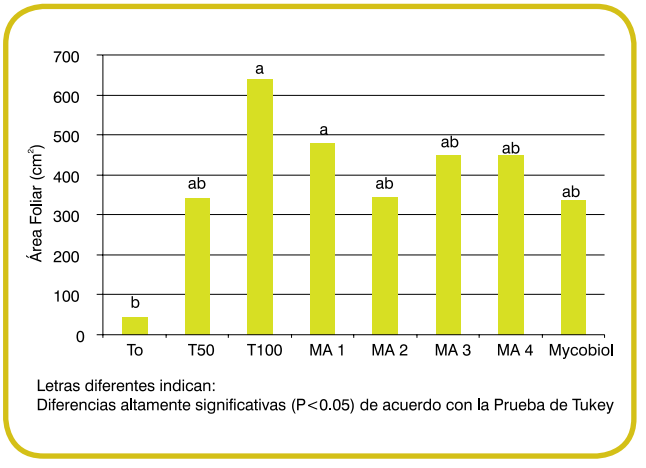


Figura 30. Evaluación de cepas de micorrizas nativas en plántulas de uchuva, en el Centro de Investigaciones Tibaitatá.

Fuente: Roveda, 2006.