



Aplicación de técnicas fototérmicas al fortalecimiento de la agricultura limpia: efecto de bacterias promotoras del crecimiento de plantas (*A. Brasilense* y *B. unamae*) aplicadas a maíz

F. Gordillo Delgado, E. Marín

Centro de Investigación en Ciencia aplicada y Tecnología Avanzada del I.P.N, Unidad Legaria
Legaria 694. Col. Irrigación México D.F, México 11500

Resumen

El desarrollo de la biotecnología ha llevado a la implementación de biofertilizantes fabricados con el uso de microorganismos benéficos que habitan de manera simbiótica las raíces de las plantas. En este trabajo se presenta la evaluación *in situ* del uso de dos tipos diferentes de bacterias fijadoras de Nitrógeno inoculadas a semillas de maíz, a través del seguimiento de la evolución de oxígeno generado en la actividad fotosintética y de la difusividad térmica (α) de la hoja, haciendo uso de la técnica fotoacústica (FA) resuelta en tiempo y frecuencia, respectivamente. Los resultados encontrados evidencian la potencialidad de esta técnica para determinar la respuesta de la planta ante el uso de determinado sistema de fertilización.

Introducción

Desde hace unas dos décadas, la relación simbiótica de mutualismo entre la mayoría de plantas terrestres y algunos microorganismos del suelo se ha convertido en un tema de mucho interés debido a los dramáticos efectos climáticos de los últimos años causados por la agricultura convencional, que ha llevado principalmente a problemas de eutrofización [1].

Procedimiento Experimental

La actividad de fotosíntesis fue medida *in vivo* e *in situ* usando la técnica FA resuelta en el tiempo [2, 3]. El procedimiento, consistió en hacer incidir un haz de luz modulado sobre una hoja de la planta colocada para sellar la cavidad de una celda FA cerrada. Esta radiación desencadena un efecto fototérmico y uno fotoquímico. Este último fue cuantificado al saturarlo mediante radiación luminosa no modulada [4].

Resultados y Análisis

Los valores registrados en la tabla 1 muestran que la aplicación de la bacteria *Azospirillum Brasilense* (variedad CD) genera una razón de evolución de oxígeno (REO) cercana a la del grupo de control, mientras que con la aplicación de la bacteria *Burkholderia unamae* (variedad MT1641¹) este valor es levemente menor. Estos valores fueron calculados para las curvas correspondientes a luz incidente modulada a 23 Hz.

Tabla 1. Razón de evolución de Oxígeno (REO) y difusividad térmica (α), medidas con la técnica FA para las hojas de las plantas con diferentes tratamientos.

Tratamiento	α (cm ² /s)	REO (%)
<i>A. Brasilense</i>	0.031±0.006	0.21 ± 0,01
<i>B. unamae</i>	0.034±0.002	0.18 ± 0,01
Control	0.044±0.005	0.21 ± 0,01

Por otro lado, la α de las hojas correspondientes al grupo control es más alta. Esto prueba que el uso de las bacterias tiene gran influencia en los parámetros termofísicos y por lo tanto puede afectar la composición interna; por ejemplo, el espesor del parénquima palizada de la hoja. En

este caso, se usaron los valores de la componente fototérmica de la señal en función de la frecuencia de modulación.

En la Figura 1 se presentan las curvas obtenidas usando la técnica FA para estimar el valor de la REO. La caída en la señal para cada frecuencia de modulación ocurre cuando se satura la fotosíntesis irradiando la hoja simultáneamente con luz blanca. Una vez se deja de irradiar con esta luz, la señal vuelve a su valor original.

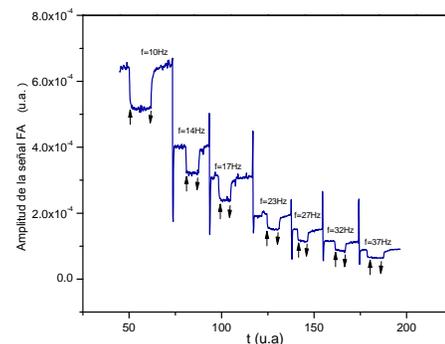


Fig.1 Señal FA en función del tiempo. Las flechas señalan el momento en que se prendió (↑) y apagó (↓) la luz de saturación.

Conclusión

La inoculación de *B. unamae* afecta tanto la REO como los parámetros termofísicos de las hojas de la planta de maíz. Además de cambiar la composición química de la hoja disminuye su evolución de oxígeno; probablemente por aumento en la viscosidad a nivel celular en la hoja. La *A. Brasilense* sólo influencia el valor de α .

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa PIFI de la SIP-IPN por su apoyo económico y al Centro de Ciencias Genómicas-UNAM por el suministro de las muestras.

Referencias

- [1] R. J. Diaz and R. Rosenberg. Science Vol. 321. no. 5891, pp. 926 – 929(2008).
- [2] Michel Havaux*, Lucie Lorrain and Roger M. Leblanc, FEBS LETTERS, Volume 250, 2, 395-399 (1989).
- [3] Ivan Christov, Detelin Stefanov, Tsvetan Velinov, Vasilii Goltsev, Katya Georgieva, Penka Abracheva, Yanka Genova, Nikolai Christov, Journal of Plant Physiology 164, 1124-1133(2007).
- [4] A. Mandelis, P. Hess, Life and Earth Sciences, published by SPIE Washington, 21-31 (1997).