

EVALUACIÓN DE LA TASA FOTOSINTÉTICA EN VARIEDADES DE *SACCHARUM SPP.* CON APLICACIÓN DE PIRACLOSTROBINA

Amanda Moreira Lopes¹; Murilo Mazzotti Silvestrini¹; Aurora Terylene Pérez Martínez ²; Antonio Chalfun Junior¹

¹Universidade Federal de Lavras, Sector de Fisiologia Vegetal, Laboratório de Fisiologia Molecular de Plantas - LFMP e-mail: amandalopes@posgrad.ufla.br

²Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Avila, Cuba.

INTRODUCCIÓN

La bioenergía es una alternativa prometedora para la mitigación de los efectos del cambio climático. Puede ser utilizada para la generación de energía y para la producción de combustibles líquidos (Karp y Shield, 2008). La búsqueda de fuentes de energía renovables ha recibido gran estímulo de las agencias gubernamentales del Brasil para reducir las emisiones de CO₂. Las plantas C₄ se consideran como fuentes primarias para producir bioenergía. En este sentido se han estudiado el álamo (*Populus spp.*), sauce (*Salix spp.*), eucalipto (*Eucalyptus spp.*), maíz (*Zea mays*) y caña de azúcar (*Saccharum spp.*) (Souza, 2011).

Con el inicio de la crisis energética mundial, se ha prestado mucha atención a las especies pioneras en la producción de bioetanol, entre las que se encuentra la caña de azúcar. De ahí que esta planta sea considerada como una fuente importante de energía renovable. Actualmente, existe el creciente interés de aumentar las producciones de bioetanol. Por lo que se hace necesario el desarrollo de nuevas tecnologías para este fin, ya que esta energía es barata, limpia y renovable (REGALADO, 2010; MESCHÉDE, 2011).

La caña de azúcar (*Saccharum spp.*) posee gran importancia económica debido a su amplia aplicación en la industria y en la producción de etanol (Fulton, 2007). Es una especie altamente productiva en climas tropicales y subtropicales. Sin embargo, su crecimiento y desarrollo puede afectarse por las condiciones ambientales e influir en el comportamiento fisiológico de la caña de azúcar (Inman--Bamber y Smith, 2005; Meschede, 2011).

En la última década existen varios trabajos donde se han evaluado los posibles efectos beneficiosos de diferentes fungicidas. Entre los más estudiados se encuentran los del grupo de las estrobilurinas, que sirvieron como detonante de este proceso. Este grupo de fungicidas tiene aparente influencia sobre el rendimiento fisiológico de las plantas. Su principal efecto está directamente relacionado con el incremento de la productividad (Pinto, 2010).

En estudios precedentes se ha informado que después de la aplicación de fungicidas del grupo de las estrobilurinas las plantas muestran cambios fisiológicos como son: hojas más verdes con más clorofila lo que favorece la fotosíntesis neta (BASF, 2005), aumento en la asimilación de nitrógeno debido al incremento de la actividad de la enzima nitrato reductasa, mejora el equilibrio hormonal, aumentan los niveles de ácido indolacético (IAA) y ácido abscísico (ABA) y disminuye la producción de etileno (Grossmann y Retzlaff, 1997; Glaab y Kaiser; Ypemay Gold, 1999, Rodrigues, 2009; Soares *et al.*, 2011).

Dentro de este grupo de fungicida se encuentra la piraclostrobina. Esta se caracteriza por su larga duración, amplio espectro de acción y potente actividad fungicida, lo que puede provocar efectos positivos sobre la fisiología de la planta durante su cultivo y contribuir a un mayor rendimiento (BASF, 2002; Kozloski, 2009). Los efectos fisiológicos de esta molécula se han estudiado en varios experimentos con niveles variables de complejidad. Estas investigaciones se han realizado para determinar el efecto de este producto sobre la

acumulación de pigmentos clorofílicos (*greening*), la influencia en la regulación hormonal, la asimilación de carbono y nitrógeno, el retraso en la senescencia, el estrés oxidativo y la inducción de resistencia a virus en las plantas (Venancio *et al.*, 2003).

A pesar de que en la literatura se ha demostrado que la piraclostrobina afecta indicadores fisiológicos y bioquímico en varios cultivos (Fagan, 2010), se reconoce que existen pocos estudios donde se evalúa el efecto de las estrobilurinas en el cultivo de la caña de azúcar. Es por esto que el objetivo del presente trabajo fue determinar la tasa fotosintética de dos variedades de caña de azúcar con la aplicación del fungicida piraclostrobina (Opera®).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en el área experimental del Sector de Fisiología Vegetal, Universidad Federal de Lavras, Lavras/MG – Brasil. Se estudiaron cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.): SP791011, RB72454, RB 85 5156 y RB 83 5486. La aplicación del producto Opera® se realizó en plantas con nueve meses de edad, de acuerdo con la indicación del fabricante como describe en el instructivo técnico. La dosis se ajustó para el tamaño del área experimental.

Las determinaciones fisiológicas se realizaron en la primera hoja totalmente expandida con la lígula visible (hoja 3+). Para esto se utilizó el equipo IRGA (Infra Red Gas Analyzer), modelo LI-6400 (Li-cor®). Se determinó la tasa fotosintética de las hojas a los 7, 14, 21 y 30 días después de la aplicación del producto.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con dos tratamientos (T1 – control y T2 – con la aplicación del fungicida) y tres repeticiones. Para el tratamiento estadístico se utilizó el utilitario STATISTICA 7.0 ®. Se realizó análisis de variancia y las medias fueron comparadas con el test de Tukey 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se puede observar el efecto de la aplicación de piraclostrobina sobre la tasa fotosintética de las cuatro variedades de caña de azúcar. De manera general se observó un efecto positivo del fungicida sobre la tasa fotosintética de las dos variedades.

En la primera evaluación después de la aplicación de la piraclostrobina (7 días después de la aplicación) no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos para la variedad SP 791011 (Figura 1A). A partir de los 14 días se notó un aumento en la tasa fotosintética de las plantas tratadas con la piraclostrobina comparadas con las plantas control. Para la variedad RB 72454 en todos los momentos evaluados se encontraron diferencias significativas entre las plantas tratadas y las control (Figura 1B). Para la variedad RB 855156 (Figura 1C) se encontró diferencias significativas entre los tratamientos solamente a los 7 días después de la aplicación e para la variedad RB 835486 a los 21 días después de la aplicación se encontró diferencia significativas entre los tratamientos. Esto evidencia el efecto positivo del fungicida sobre la tasa fotosintética de todas las variedades.

Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Fagan *et al.* (2010) y Beck *et al.* (2002) que observaron un aumento en la actividad fotosintética en plantas de soya y en cultivares de trigo, respectivamente, cuando fueron tratados con fungicida piraclostrobina en una aplicación.

Según lo observado por Grossmann y Retzlaff (1997) el aumento de la tasa fotosintética en plantas tratadas con fungicida piraclostrobina está conectado a los cambios en el punto de compensación de CO₂, que favorece su absorción, a diferencia de su liberación por la respiración. Lo que se puede explicarse por la reducción al mínimo de respiración de la planta cuando se someten a la aplicación de la piraclostrobina.

Los cambios en la fotosíntesis influyen en muchos procesos metabólicos en las plantas, tales como: la frecuencia respiratoria, la actividad enzimática (nitrato reductasa), la síntesis de hormonas, entre otros. Esto trae consigo el aumento de la producción de metabolitos lo que se traduce a ganancia en la producción para un granjero.

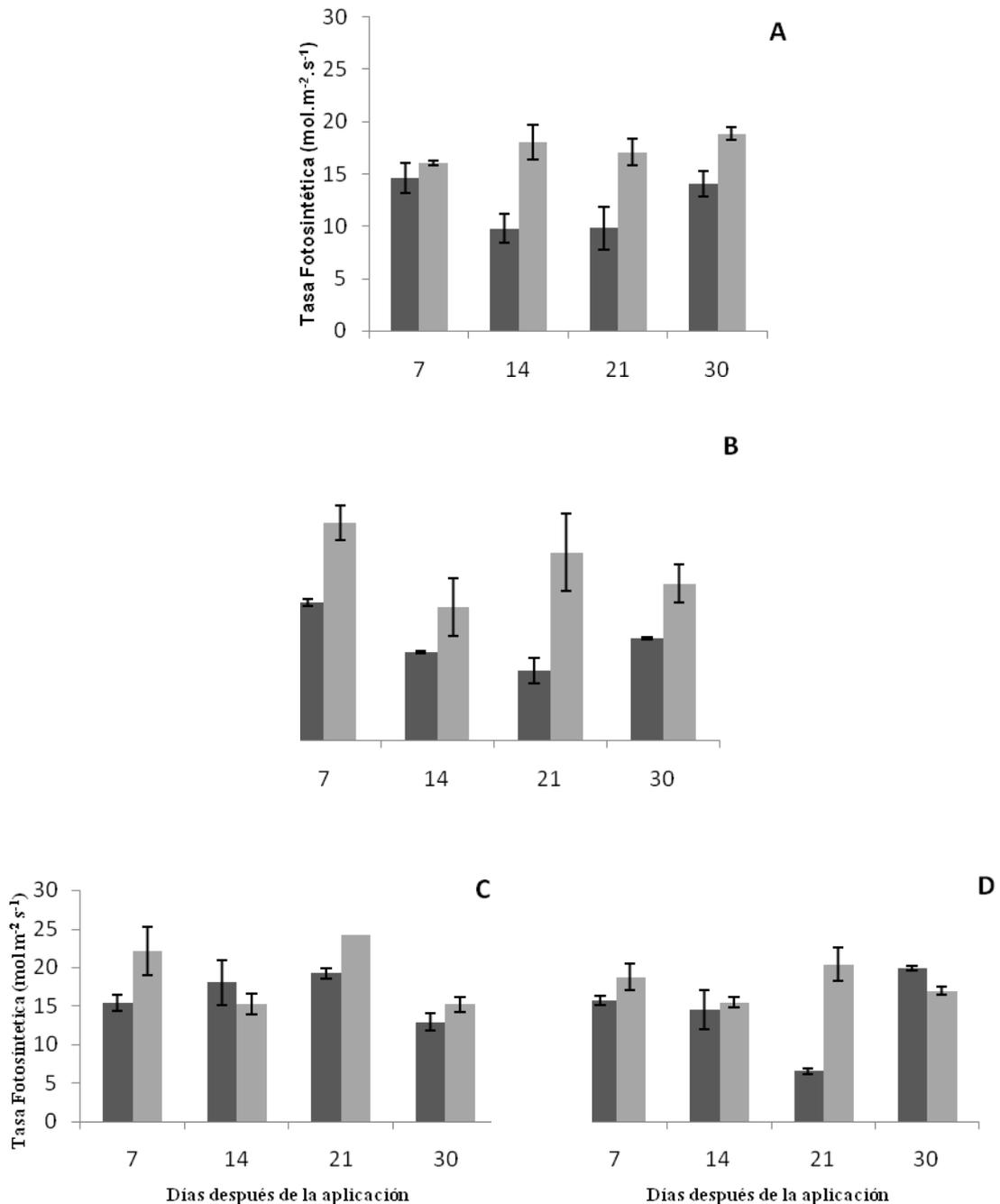


Figura 1. La tasa fotosintética en días variedades caña de azúcar, A – variedad SP 791011, B – RB 72454 C – RB865156 y D - 835486. Comparación de medias en cada momento de evaluación (Tuckey 5%).

CONCLUSIONES

La piraclostrobina tiene una acción positiva sobre la tasa fotosintética de las plantas de caña de azúcar en las cuatro variedades. Sin embargo, se hace necesario realizar estudios

encaminhados a dilucidar cómo este fungicida actúa sobre el metabolismo y el desarrollo de la caña de azúcar.

REFERENCIAS

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolates chloroplasts. Polyfenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, Califórnia, v.24, n.1, p.1-15, Jan. 1949.
- AMMERMANN, E.; LORENZ, G.; Schelberger, K.; MUELLER, B.; KIRSTGEN, R.; Sauter, H. in: BCPC Conference, Pests & Diseases, 2000, p.541-548.
- AZEVEDO, R. A.; ALAS, R.M.; SMITH, R. J.; LEA, P.J. Response from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation in leaves and roots of wild type and a catalase-deficient mutant of barley. *Physiologia Plantarum*, v.104, p. 280-292, 1998.
- BASF. F500 O fungicida Premium. Boletim Técnico, São Bernardo do Campo: Basf, 2005. 35p.
- BECK, C.; OERKE, E.C.; DEHNE, H.W. Impact of strobilurins on physiology and yield formation of wheat. *Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwk Toegep Biol Wet*, v.67, p.181-187, 2002.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. *Carbohydrate chemistry*. New York: Academic, 1962. p. 477-520.
- FAGAN, E.B. A cultura da soja: modelo de crescimento e aplicação da estrobilurina piraclostrobina. 2007. 83 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- GIANNOPOLITIS, C.N.; REIS, S.K. Superoxide dismutases. I. Occurrence in higher plants. *Plant Physiology*, v.59, p.309-314, 1997.
- GLAAB, J.; KAISER, W. M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissues after application of the fungicide Kresoxim-methyl. *Planta*, Berlin, v. 207, p. 442-448, 1999.
- GROSSMANN, K.; KWIATKOWSKI, J.; CASPAR, G. Regulation of phytohormone levels, leaf senescence and transpiration by the strobilurin Kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v. 154, p. 805-808, 1999.
- GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim methyl in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pesticide Science*, Oxford, v.50, p.11-20, 1997.
- HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar da cana-de-açúcar. *Revista da STAB*, Piracicaba, v. 17, p. 32-34, 1999.
- JADOSKI, C.J. Efeitos fisiológicos da piraclostrobina em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) condicionado sob diferentes tensões de água no solo. 2012. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Piracicaba, 2012.
- JAWORSKI, E. G. Nitrate reductase assay in intact plant tissues. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, Orlando, v. 43, n. 6, p. 1274- 1279, 1971.
- KAISER, W.M.; BRENDLE-BEHNISCH, E. Acid-base modulation of nitrate reductase in leaf tissues. *Planta*, v.196, p.1-6, 1995.
- KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. In: DEHNE, H.W.; GISI, U.; KUCK, K.H.; RUSSELL, P.E.; LYR, H. (Ed.) *Modern Fungicides and Antifungal Compounds III*. Andover, 2002. p. 61-74.
- KOLOSKI, L.A.; SIMÕES, D.F.M.; SOUZA, C.D.de; TRENTO, M. Efeito fisiológico de estrobilurina F500® no crescimento e rendimento de feijoeiro. *Rev. Acad., Ciên. Agrár. Ambient*, Curitiba, v.7, n.1, p.41-54, 2009.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, Mar. 1959.
- NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, v. 22, n. 5, p. 867-880, 1981.
- RODRIGUES, M. A. T. Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura da soja. 2009. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOARES, L.H.; FAGAN, E.B.; CASAROLI, D.; ANDRADE, D.M. de; SOARES, A.L.; MARTINS, K.V.; ROCHA, F.J. Aplicação de diferentes estrobilurinas na cultura de soja. Revista FZVA, Utuguaiana, v.18, n.1, p. 78-87, 2011.

de SOUZA, A.P. Mecanismos fotossintéticos e relação fonte-dreno em cana-de-açúcar cultivada em atmosfera enriquecida com CO₂. 2011. 208 p. Tese (Doutorado em Ciências/ Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

YPEMA, H. L.; GOLD, R. E. Kresoxim-methyl: modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. Plant Disease, Saint Paul, v. 83, n. 1, p. 4-19, 1999.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. Publication UEPG, Ponta Grossa, v.9, n.3, p.59-68, 2004.