

Identificación de fructanos en *Agave fourcroydes* (henequén) como fuente de aditivo en la producción animal en Cuba

Yanelys García Curbelo¹, Mercedes G. López² y Ramón Bocourt¹

¹Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana
Correo electrónico: ygarcia@ ica.co.cu

²Departamento de Biotecnología y Bioquímica. Centro de Investigaciones y Estudios de Avanzadas del IPN, Campus Guanajuato, Apartado Postal 629, Guanajuato, 36 500 México

Se determinó la presencia de fructanos en *Agave fourcroydes* en Cuba mediante la utilización de la espectroscopía infrarroja, con transformación de Fourier, en la zona del infrarrojo medio. Se emplearon muestras liofilizadas de carbohidratos extraídos de tallos y hojas de *Agave fourcroydes*. En todos los casos se logró la identificación de los fructanos. En los espectros infrarrojos se muestran bandas con fuerte absorción a 3400-3200 cm⁻¹ típico de enlaces OH; bandas de absorción de grupos carbonilos a 1900-1580 cm⁻¹, enlaces de los puentes entre monómeros -C-O-C- a 1150-1050 cm⁻¹; alcohol cíclico a 1065-1015 cm⁻¹ y C-O-C, debido a la presencia de oxígeno en anillos asimétricos a 950- 890 cm⁻¹. La elucidación de estas estructuras moleculares es de gran importancia en el trabajo futuro que se desarrolle en Cuba con estos cultivos, específicamente para evaluar su función fisiológica en la planta y como fuente de obtención de productos prebióticos.

Palabras clave: fructanos, *Agave fourcroydes*, espectroscopía infrarroja.

En muchas especies, los fructanos constituyen carbohidratos de reserva, permiten la tolerancia al frío, la sequía y las condiciones de estrés (Kerepesi y Galiba 2000 y Tabaei *et al.* 2003). Se utilizan además, en la industria alimentaria como ingredientes bajos en calorías, edulcorantes o sustitutos de grasas (Gibson *et al.* 1995). Los resultados de investigaciones recientes desarrolladas con estos carbohidratos han incrementado sus aplicaciones, pues demuestran que los fructanos actúan como prebiótico al estimular el crecimiento y/o la actividad de uno o un número limitado de bacterias beneficiosas en el colon, y por lo tanto mejoran la salud de los animales y el hombre (Gibson y Roberfroid 1995, Swanson *et al.* 2002 y Aggett *et al.* 2003).

Estos carbohidratos se encuentran solamente en 15 % de las plantas superiores. Fueron aisladas por primera vez en 1804 por el científico alemán Rose, a partir de un extracto de *Inula helenium*. Entre los principales órdenes de plantas que presentan estos compuestos se encuentran las Asterales, Asparagales, Poales, entre otros (Mancilla 2006).

El género *Agave* pertenece al orden Asparagales, familia Agavaceae. La presencia de fructanos en esta orden se informó en 1888 (Suzuki 1993). Específicamente, las primeras investigaciones se realizaron en *Agave vera cruz* y *Agave americana*. En la actualidad, se profundiza en estudios de carbohidratos en la especie *Agave tequilana*, debido a la importancia económica que tiene esta planta para el territorio mexicano, como fuente de obtención de tequila (López *et al.* 2003).

En Cuba, la especie de mayor difusión es el *Agave fourcroydes*, henequén. Se emplea en la industria textil, en la fabricación de sogas y cordeles. Sin embargo, no existen estudios sobre los principales carbohidratos de reserva de estas plantas en nuestras condiciones geo-

gráficas. Es por ello, que el objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de fructanos en tallos y hojas de *Agave fourcroydes* en Cuba.

Materiales y Métodos

Se recolectaron tres plantas de *Agave fourcroydes*, cosechadas de campos cultivados, pertenecientes a la empresa henequenera «Eladio Hernández León», ubicada en la provincia de Matanzas, Cuba. La edad de los *Agaves* recolectados fue de 8 años, y no había emergido el escapeo floral. Se tomaron muestras del tallo y de las hojas (apical, medio y basal). Las extracciones de carbohidratos se realizaron según la metodología propuesta por López *et al.* (2003). Las muestras fueron liofilizadas y se prepararon soluciones de 100 mg/mL en agua desionizada, para su análisis por espectroscopía infrarroja para la elucidación de estructuras moleculares, mediante el programa Spectrum versión 2.00. Se empleó para ello un equipo PERKIN ELMER/1600, serie FITR.

Se tomó 1 mL de cada solución y se adicionó a la placa del espectro. Para el análisis de las muestras se empleó la transformación de Fourier.

Resultados y Discusión

Los espectros infrarrojos de fructanos en todos los tallos, hojas apicales, hojas medias y hojas basales fueron iguales (figuras 1, 2, 3 y 4). Se mostró una fuerte absorción a 3400-3200 cm⁻¹, típica de enlaces OH; bandas de absorción de grupos carbonilos a 1900-1580 cm⁻¹; enlaces de los puentes entre monómeros -C-O-C- a 1150-1050 cm⁻¹; alcohol cíclico a 1065-1015 cm⁻¹ y el C-O-C, debido a la presencia de oxígeno en anillos asimétricos a 950- 890 cm⁻¹. Las bandas que aparecen en la región de 2000 a 650 cm⁻¹ se consideran típicas de la presencia de fructanos.

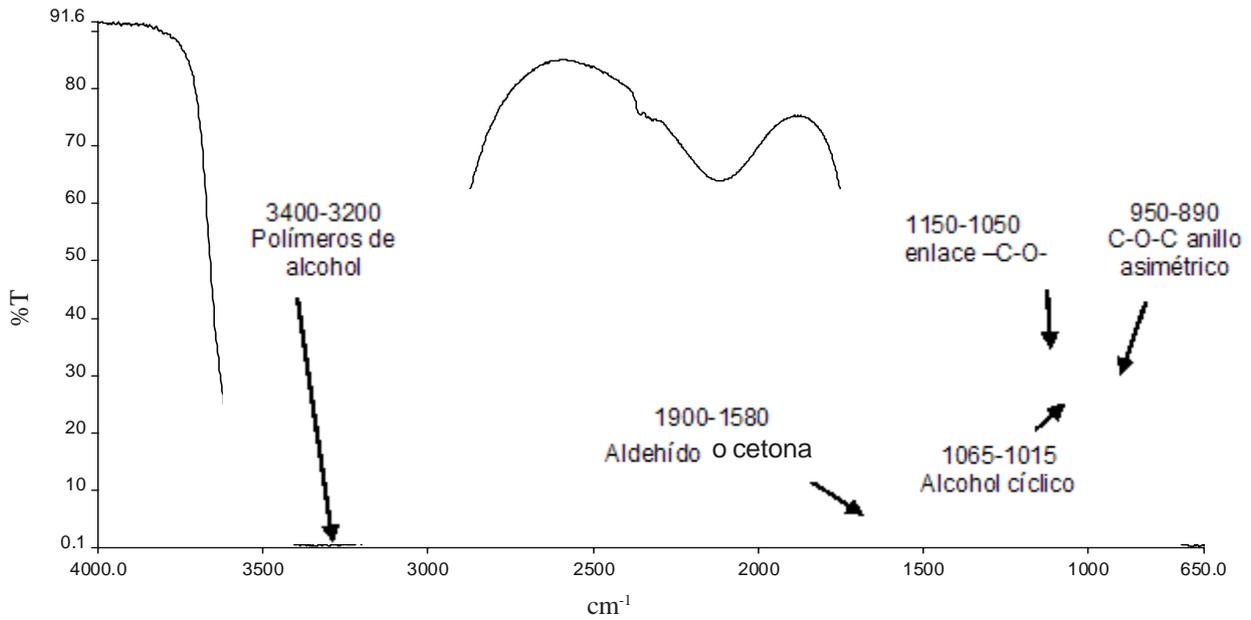


Figura 1. Espectro de los fructanos en tallos de *Agave fourcroydes*, Cuba.

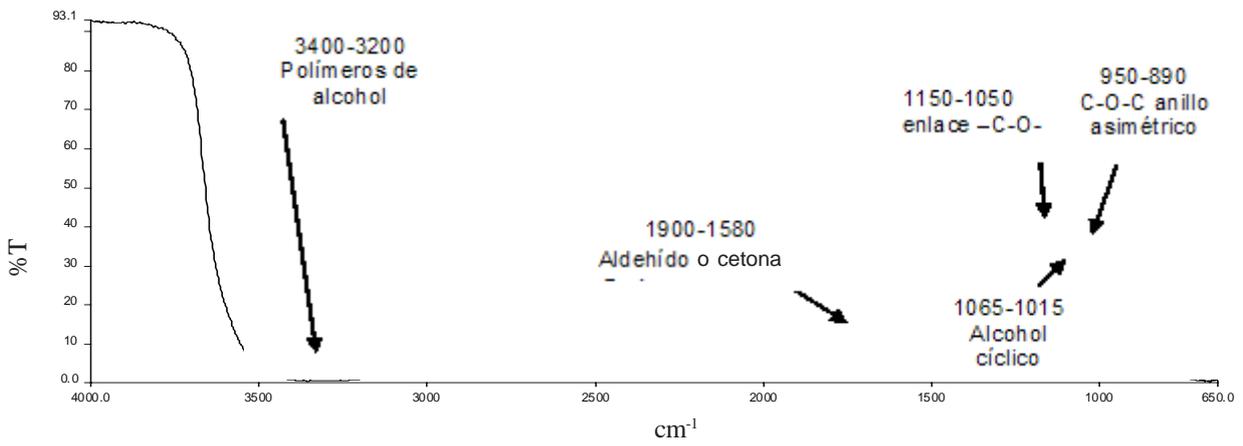


Figura 2. Espectro de fructanos en hoja apical de *Agave fourcroydes*, Cuba

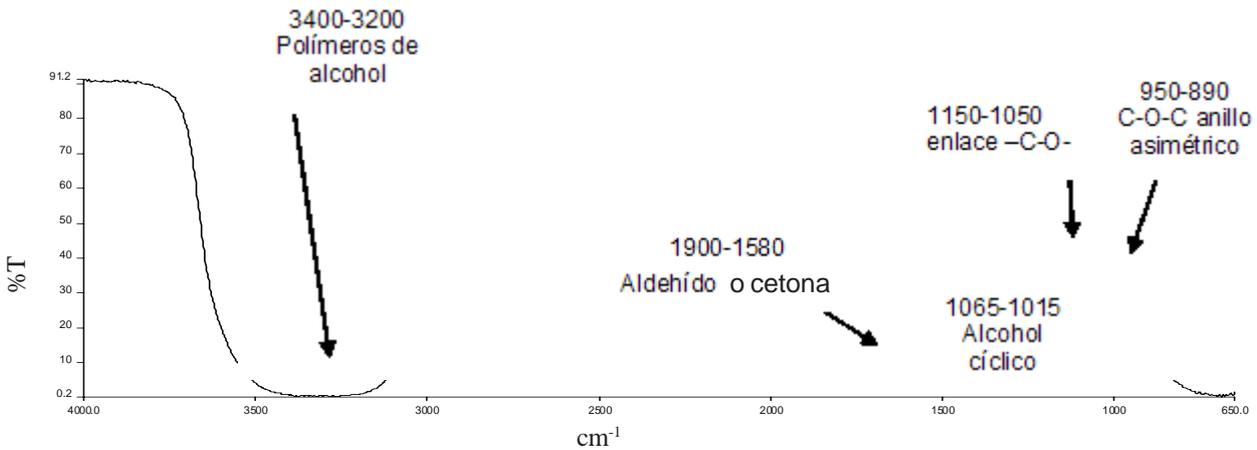


Figura 3. Espectro de fructanos en hoja media de *Agave fourcroydes*, Cuba.

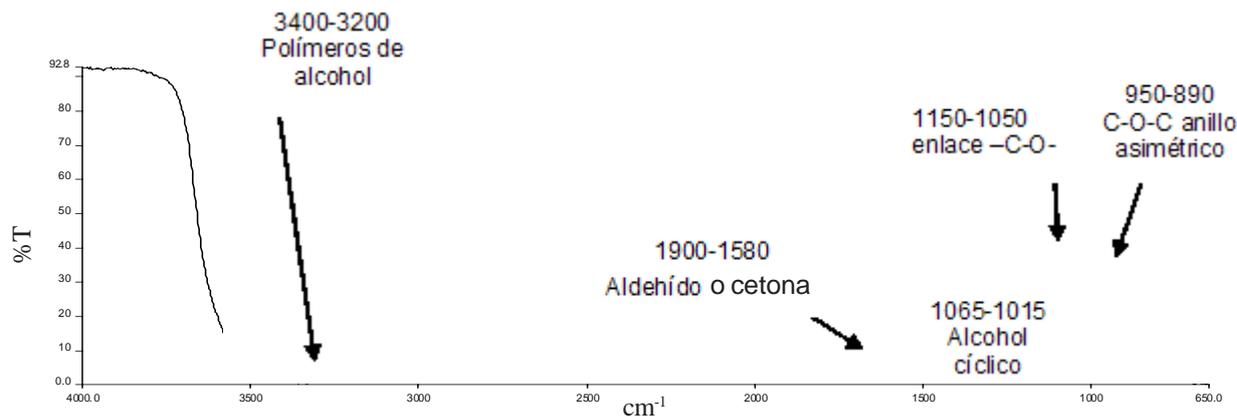


Figura 4. Espectro de fructanos en hoja basal de *Agave fourcroydes*, Cuba.

Se comprobó la presencia de fructanos en el tallo de *Agave fourcroydes* en Cuba. Los resultados obtenidos en este análisis coinciden con los informados por Tapía (2005), al identificar fructanos en tallos de diferentes especies de Agaves por espectroscopia infrarroja. En estas plantas, los fructanos constituyen el principal producto fotosintético (Roberfroid y Delzenne 1998). En México, Mancilla y López (2006) también determinaron, cuantitativa y cualitativamente, la presencia de fructanos como principal carbohidrato de reserva, en diferentes especies de Agave. Existen diferentes factores como el clima, las precipitaciones, el tipo de suelo, entre otros, que influyen en la cantidad de carbohidratos que se acumulan, así como en el grado de polimerización y estructura de los fructanos (Sims 2003).

La identificación de fructanos en las hojas apical, media y basal fue muy importante, pues existen pocos estudios que demuestran la presencia de fructanos en las hojas de los Agaves. Satyanarayana (1976) obtuvo resultados similares, al referir la presencia de oligosacáridos de bajo grado de polimerización en hojas de *Agave vera cruz*. Con los estudios de Wang y Nobel (1998) se demostró la presencia de fructanos en el tejido vascular de hojas maduras de *Agave deserti*, además se identificó la enzima fructosil transferasa. Esta pudiera ser la primera evidencia de síntesis de oligofructanos en el floema de las hojas de plantas superiores.

La presencia de fructanos en el tallo y las hojas apical, media y basal de *Agave fourcroydes* es de gran importancia para los estudios futuros que se puedan desarrollar en Cuba con esta planta, como fuente de obtención de prebióticos.

Agradecimientos

Se agradece a la empresa Henequenera «Eladio Hernández León» por el material brindado, así como al Centro de Investigaciones y Estudios de Avanzadas del IPN Campus Guanajuato por ofrecer sus instalaciones para desarrollar los experimentos.

Referencias

Aggett, P., Agostoni, C., Axelsson, I., Edwards, C., Goulet, O., Hernell, O., Koletzko, B., Lafeber, H., Jean, L., Kim, F., Rigo, J., Szajewska, H. & Weaver, T. 2003. Nondigestible Carbohydrates in the Diets of Infants and Young Children: A Commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 36:329

Gibson, G., Beatly, E., Wang, X. & Cummings, J. 1995. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology* 108: 975.

Gibson, G. & Roberfroid, M. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota-introducing the concept of prebiotic. *J. Nutr.* 125: 1401

Kerepesi, I. & Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Crop Sci.* 40: 482

López, M.G, Mancilla-Margalli, N.A. & Mendoza-Díaz, G. 2003. Molecular structures of fructans from *Agave tequilana* Weber var azul. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7835

Mancilla, N. 2006. Caracterización molecular de fructanos en *Agave* y *Dasyliirion spp.* identificación de fructosyl transferasas y su expresión en *Pichia pastoris*. Tesis de Dr. Biotecnología de Plantas.

Mancilla, N. & López, M. 2006. Water soluble carbohydrates and fructans structure patterns from *Agave* and *Dasyliirion* Species. *J. Agric. Food Chem.* 54: 7832

Roberfroid, M. & Delzenne, N. 1998. Dietary fructans. *Ann. Rev. Nutr.* 18:117

Satyanarayana, M. 1976. Biosíntesis of oligosaccharides and fructans in *Agave vera cruz*: Part III – Biosynthesis of Fructans. *Indian J. Biochem and Biophysics* 13:408

Sims, I. 2003. Structural diversity of fructans from members of the order Asparagales in New Zealand. *Phytochemistry* 63: 351

Suzuki, M. 1993. History of fructan research: Rose to edelman. En: *Science and technology of fructans*. Eds. Suzuki, M., Chatterton, N. CRC Press, Florida. p. 21

Swanson, K., Grieshop, Ch., Flickinger, E., Bauer, L., Chow, J., Wolf, B., Arleb, K. & Fahey, G. 2002. Fructooligosaccharides and *Lactobacillus acidophilus* Modify Gut Microbial Populations, Total Tract Nutrient Digestibilities and Fecal Protein Catabolite Concentrations in Healthy Adult Dogs. *J. Nutr.* 132: 3721

Tabaei Aghdaei, S., Rearece, R. & Harrison, P. 2003. Sugar regulate cold-induced gene expression and freezing tolerance in barley cell culture. *J. Exp. Bot.* 54: 1565

Tapía, E. 2005. Reporte final del trabajo de investigación realizado en el verano científico. Centro de Investigaciones y Estudios de Avanzadas, CINVESTAV- Irapuato.

Wang, N. & Nobel, P. 1998. Phloem transport of fructans in the crassulacean acid metabolism species *Agave deserti*. *Plant Physiol*, 116:709

Recibido: 12 de junio de 2008